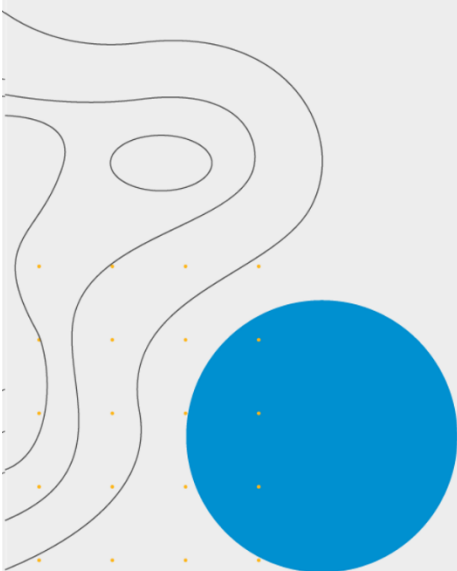


Boletín agrometeorológico mensual

ENERO 2023

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



Editores:

Elida Carolina González Morinigo
Lorena Judith Ferreira

Redactores:


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


Colaboradores:


Silvana Carina Bolzi
Camila Córdoba Fradinger

*Dirección Servicios Sectoriales
Servicio Meteorológico Nacional*


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


 +54 11 5167 6767 | interno 18901

 agro@smn.gov.ar

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

 SMN.ar

 smn_argentina

 smn_argentina

 smnPRENSA

ÍNDICE

1. Generalidades

1.1	Aspectos agronómicos y agrometeorológicos generales del mes	3
1.2	Principales características por regiones	6

2. Temperatura

2.1	Temperatura media 1ra década	7
2.2	Temperatura media 2da década	8
2.3	Temperatura media 3da década	10
2.4	Heladas	11
2.5	Grados día	12
2.6	Mapas de temperatura	13
2.7	Índice de temperatura y humedad	13

3. Precipitación

3.1	Precipitación acumulada 1ra década	15
3.2	Precipitación acumulada 2da década	17
3.3	Precipitación acumulada 3ra década	19
3.4	Mapas de precipitación	20

4. Índices satelitales

4.1	Índice normalizado de vegetación	21
4.2	Humedad del suelo	22

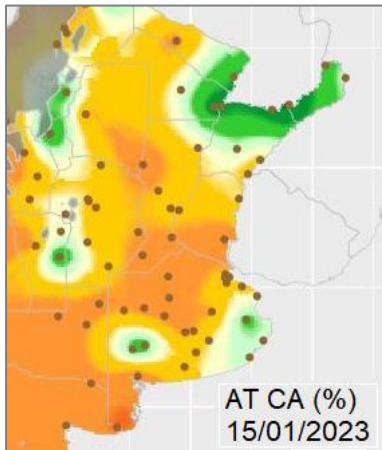
5. Pronóstico de rendimiento - ProRindes

5.1	Pronóstico de rendimientos para los cultivos de maíz y soja (fecha de inicio: 29/01/2023)	23
-----	--	----

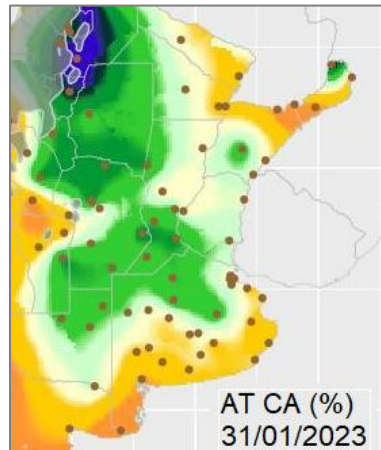
	Definición y abreviaturas de parámetros empleados	25
	Anexo: informe técnico sobre ProRindes	27

1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE ENERO 2023.

Inició la cosecha de girasol en el norte de la Región Pampeana, con rendimientos variables según las zonas, mientras que los lotes más tardíos de observaron en floración, formación o llenado de granos. El maíz y la soja de primera siembra se hallan en estado de floración, en tanto las variedades tardías transitan la fase vegetativa. El sorgo granífero se encuentra en etapa reproductiva.

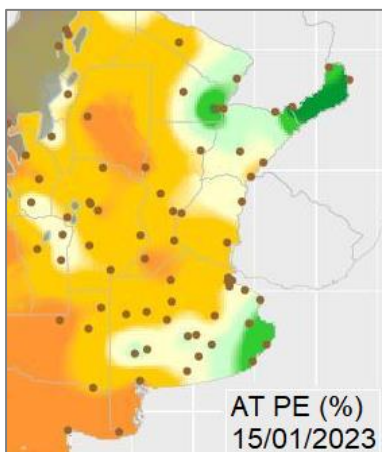


Porcentaje de agua total en la capa arable el día 15 de enero de 2023

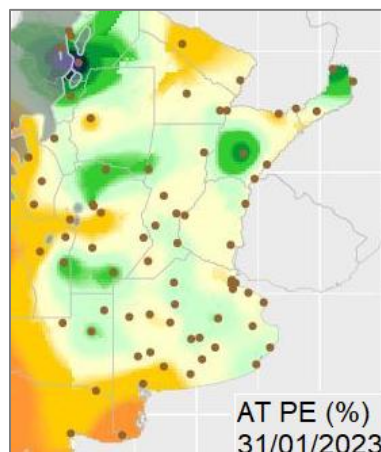


Porcentaje de agua total en la capa arable el día 31 de enero de 2023

Capa arable (primeros 10 cm)

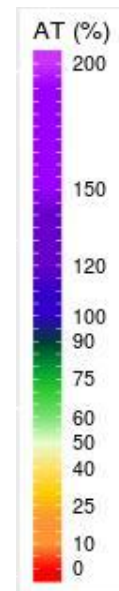


Porcentaje de agua total en el perfil del suelo el día 15 de enero de 2023



Porcentaje de agua total en el perfil del suelo el día 31 de enero de 2023

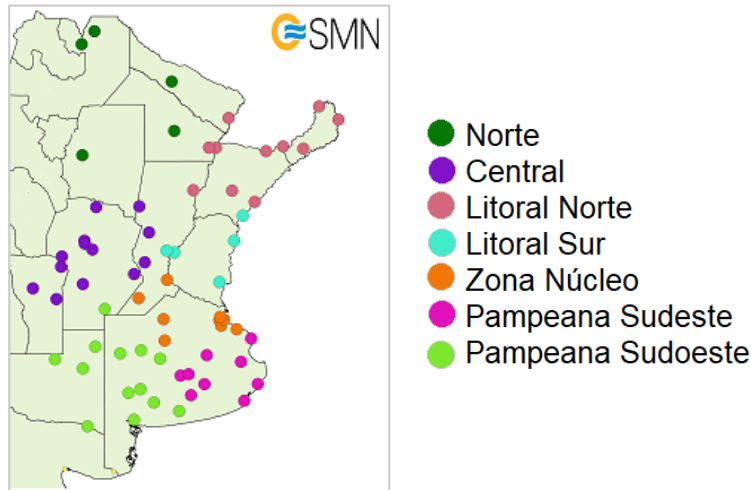
Perfil (profundidad 1m)



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 1981-2022. 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:



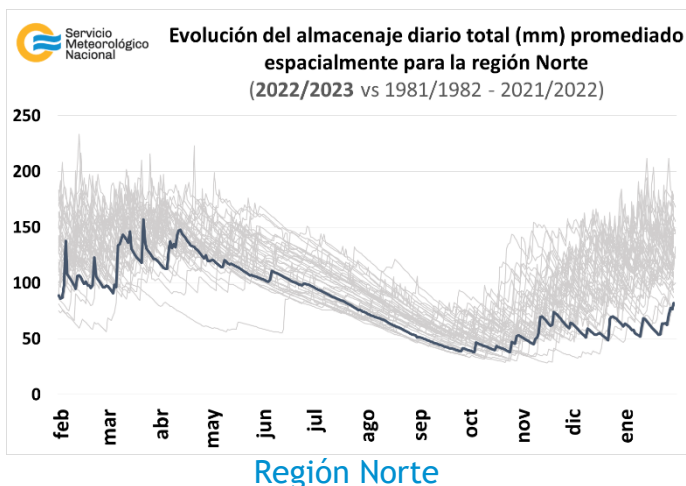
En los gráficos se muestra el almacenaje total diario del último año, en línea gruesa. Las líneas finas corresponden a los mismos días de los años anteriores, desde 1981. La presentación permite apreciar cualitativamente cómo se ubicó la evolución de los últimos doce meses con respecto a la distribución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

En la región Norte se registraron precipitaciones a lo largo de enero, las más abundantes ocurrieron en la tercera década y esto se ve reflejado en un aumento en el contenido de agua en el suelo. A pesar de estas lluvias el almacenaje de agua edáfico es el mínimo de todos los eneros desde 1981.

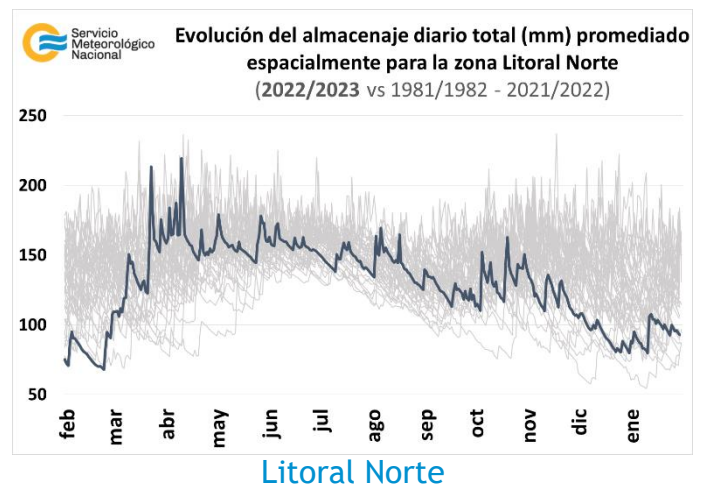
En la zona Litoral Norte han ocurrido lluvias a lo largo del mes y el contenido de humedad en el suelo se incrementó, alcanzando buenas condiciones en algunos sectores.

El sur del Litoral ha recibido lluvias pero continúan siendo escasas y no alcanzan para revertir el déficit hídrico. El almacenaje de agua en el suelo a lo largo de diciembre de 2022 y enero de 2023 es el más bajo respecto a estos mismos meses de los 42 años previos, y en particular el 20/01/2023 se alcanzó un mínimo histórico respecto a todos los meses desde 1981.

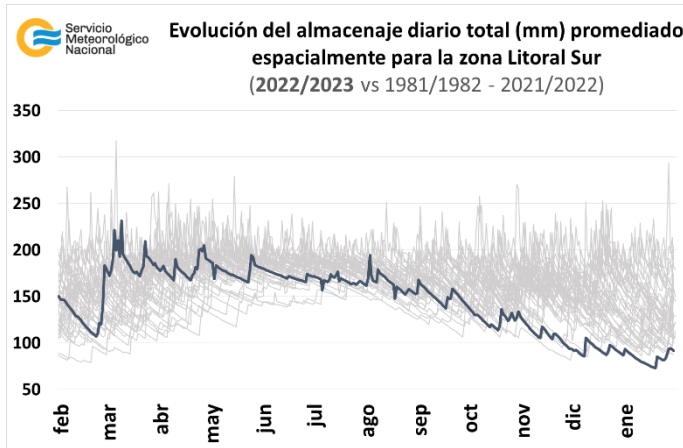
Las precipitaciones más importantes en la zona Núcleo ocurrieron en la segunda década de enero, mejorando las condiciones edáficas. Desde octubre de 2022 hasta el día 20/01/2023 el almacenaje de agua en el suelo estimado es el más bajo desde 1981 para el mismo período y particularmente el 20/01/2023 se alcanzó un mínimo histórico respecto a todos los meses de los 42 años previos.



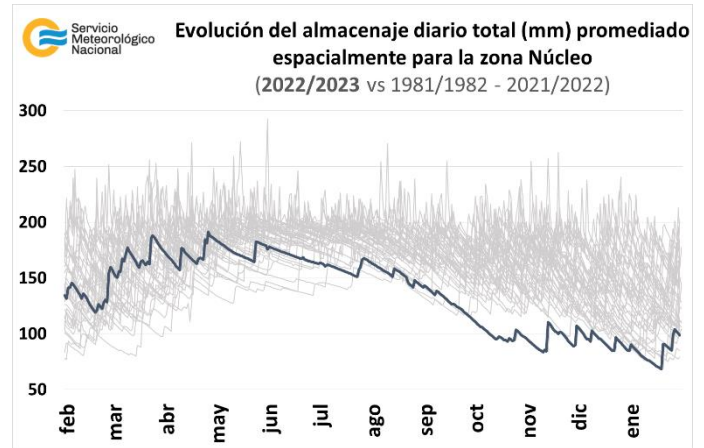
Región Norte



Litoral Norte



Litoral Sur

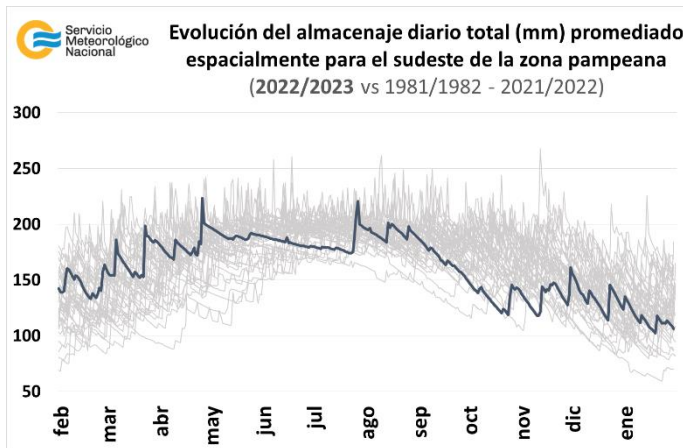


Zona Núcleo

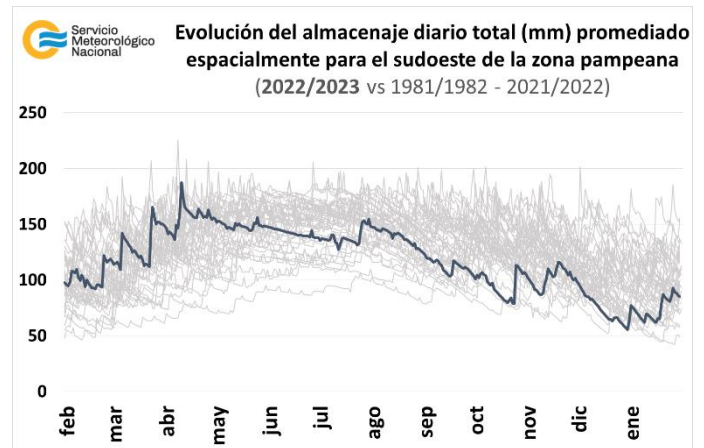
En el sudeste de la región Pampeana los suelos se recargaron de agua a lo largo del mes, manteniéndose en condiciones regulares.

El sudoeste de región Pampeana recibió abundantes lluvias durante enero, mejorando las condiciones hídricas de los suelos.

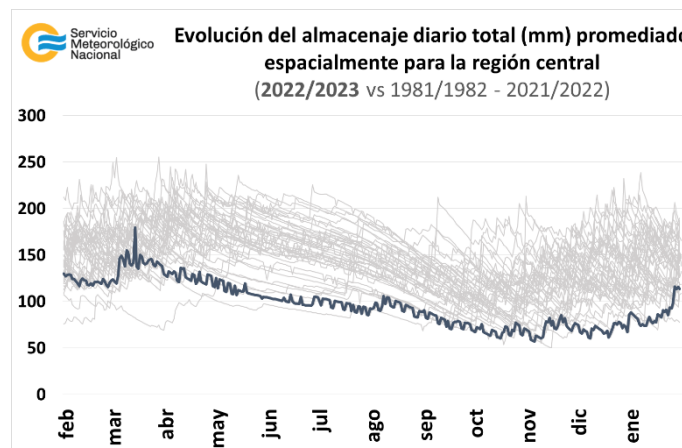
En la región Central las precipitaciones fueron beneficiosas para recargar el perfil del suelo, mejorando notablemente las condiciones hídricas.



Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

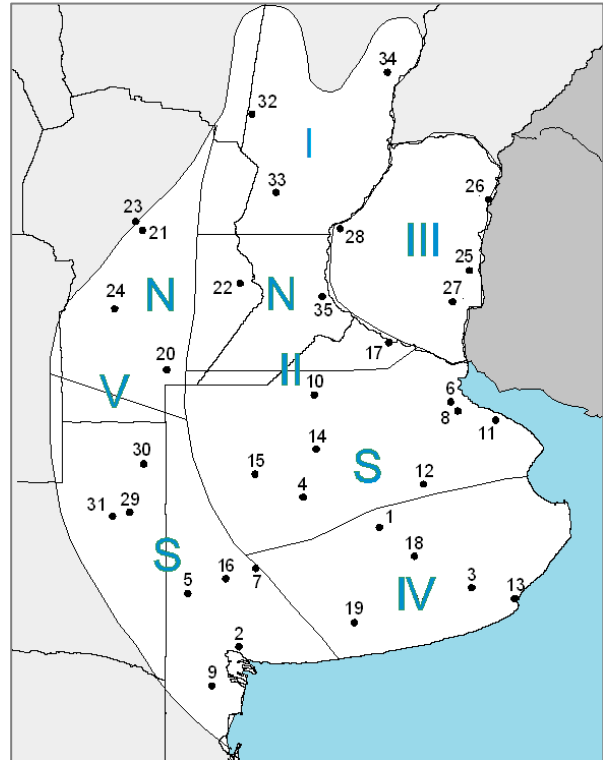


Región Central

1.2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS POR REGIONES.

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

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



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

REGIÓN I: el sorgo granífero se halla en el inicio de la etapa reproductiva.

REGIÓN II NORTE: avanza la cosecha de girasol con rendimientos por debajo del promedio general, los lotes más retrasados se hallan en llenado de granos. Los maizales se encuentran en la fase llenado de granos, en estado regular a malo, según las zonas. Prosigue la siembra de las variedades tardías. La soja de primera siembra se halla fenológicamente en la etapa de floración, fructificación o inicio de llenado de granos, según las zonas. La soja de segunda ocupación transita diferentes etapas vegetativas. El sorgo granífero se encuentra en etapa de formación de granos, bajo condiciones de estrés hídrico y térmico.

REGIÓN II SUR: los girasoles se hallan en fase desde floración hasta llenado de granos, afectados por la sequía. El maíz de primera siembra alcanzó el estado de floración, presentando signos de estrés hídrico, como acartuchamiento de hojas y plantas de bajo porte.

Los maizales de siembra tardía se observaron transitando diferentes etapas vegetativas de desarrollo. La soja de primera ocupación se comienza la etapa reproductiva del ciclo. La soja de segunda y el sorgo granífero transitan diferentes etapas vegetativas, mostrando un crecimiento dispar.

REGIÓN III: prosigue la cosecha de girasol con rendimientos variables según las zonas. Los maizales de siembra temprana se observan en mal estado debido principalmente a la sequía, se estima que serán destinados a consumo animal. El maíz de segunda ocupación transita la etapa vegetativa. La soja de primera se encuentra en etapa de floración, mostrando signos de estrés hídrico y térmico, como así también plantas de bajo porte. La soja de segunda atraviesa las primeras etapas vegetativas.

REGIÓN IV: el maíz de siembra temprana se halla en estado de floración, mientras que las variedades tardías transitan diferentes etapas vegetativas.

REGIÓN V NORTE: comenzó la cosecha de girasol en el norte de la región. El resto de los lotes se encuentran en diferentes etapas de desarrollo, desde floración hasta madurez. El maíz de primera se halla en fase de floración o formación de granos, en tanto, finalizó la siembra del maíz tardío. La soja de primera ocupación transita la etapa de floración, habiéndose registrado daños en algunas flores a causa de las altas temperaturas. La soja de segunda está en las primeras etapas vegetativas. El sorgo se encuentra en la etapa reproductiva.

REGIÓN V SUR: los girasoles se hallan en etapa de floración o formación de granos. El maíz se encuentra en el estado de llenado de granos, con un estado bueno general. El maíz de siembra tardía y el sorgo granífero transita el final de la etapa vegetativa. La soja de primera ocupación se observa en el final de su ciclo vegetativo, en floración o fructificación, según las zonas, mientras que los lotes de segunda desarrollan las primeras hojas.

2. INFORME DE TEMPERATURA

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

2.1 PRIMERA DÉCADA

Las temperaturas máximas fueron superiores al promedio en todo el territorio, excepto en el norte de Misiones, donde estuvieron levemente por debajo; los mayores apartamientos respecto de la media (entre 5 y 6 °C) se situaron en el este de Córdoba, centro y sur de Santa Fe, sudoeste de Entre Ríos, noroeste y sudoeste de Buenos Aires, sur de La Pampa, Río Negro y este y centro de Santa Cruz. Al observar las temperaturas máximas absolutas, se destacan las superiores a 40°C y 42°C en el norte de la Patagonia y sur de La Pampa, donde además, la frecuencia de días con temperaturas máximas superiores a 30°C estuvo entre 8 y 9 días.

Las temperaturas mínimas tuvieron desvíos negativos en el NEA, norte del Litoral, parte del NOA, norte de Cuyo, Santa Fe y Córdoba; y positivos en el este de Salta, Santiago del Estero, Buenos Aires, La Pampa, sur de Cuyo y la Patagonia, zona donde los apartamientos respecto del promedio fueron mayores.

DÉCADA 1 ENERO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	31.4	35.3	37.4	15.0	10.6	4.0	23.2	21.6	1.6
Bahía Blanca	Buenos Aires	35.6	39.6	37.6	17.4	10.0	2.0	26.5	23.6	2.9
Balcarce	Buenos Aires	29.5	34.5	6.0	15.7	11.6	4.0	22.6	21.3	1.3
Bolívar	Buenos Aires	32.8	35.9	35.0	15.7	12.5	2.0	24.3	22.3	2.0
Bordenave	Buenos Aires	35.0	38.5	7.0	17.5	10.3	2.0	26.2	22.4	3.8
Castelar	Buenos Aires	32.2	34.6	10.0	19.6	13.7	4.0	25.9	24.1	1.7
Coronel Suarez	Buenos Aires	33.4	37.0	35.0	15.2	10.8	2.0	24.3	21.5	2.8
Ezeiza	Buenos Aires	32.4	35.1	37.5	19.3	12.4	4.0	25.9	24.2	1.7
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	33.6	38.6	7.0	17.3	12.1	2.0	25.5	22.5	2.9
Junín	Buenos Aires	34.6	38.6	37.5	16.5	12.5	4.0	25.6	23.1	2.5
La Plata	Buenos Aires	31.1	33.6	37.4	19.2	11.8	4.0	25.1	23.2	1.9
Las Flores	Buenos Aires	32.0	35.5	37.4	16.2	11.0	4.0	24.1	22.6	1.5
Mar Del Plata	Buenos Aires	26.8	33.0	37.4	15.8	9.1	4.0	21.3	20.4	0.9
Nueve de Julio	Buenos Aires	34.2	38.0	37.5	17.3	13.7	2.0	25.7	23.3	2.4
Pehuajó	Buenos Aires	33.7	37.3	37.5	16.8	13.0	2.0	25.2	23.0	2.2
Pigüé	Buenos Aires	33.1	36.2	37.6	16.0	10.8	3.0	24.5	21.5	3.0
San Pedro	Buenos Aires	33.7	37.2	10.0	18.3	13.7	4.0	26.0	24.3	1.7
Tandil	Buenos Aires	29.9	34.2	37.4	13.7	8.5	4.0	21.8	21.0	0.8
Tres Arroyos	Buenos Aires	32.8	36.0	37.4	16.8	12.0	4.0	24.8	21.9	2.9
Laboulaye	Córdoba	34.0	38.2	35.0	16.3	12.6	2.0	25.2	23.2	2.0
Manfredi	Córdoba	35.8	40.7	10.0	15.4	12.0	2.0	25.6	23.4	2.2
Marcos Juárez	Córdoba	34.9	39.1	37.5	15.3	11.3	2.0	25.1	23.7	1.4
Pilar	Córdoba	34.7	39.1	37.5	18.0	13.6	2.0	26.4	23.9	2.5
Río Cuarto	Córdoba	33.2	38.0	37.5	18.3	14.2	2.0	25.8	23.0	2.8
C. del Uruguay	Entre Ríos	35.5	38.5	6.0	18.3	12.2	3.0	26.9	25.0	1.9
Concordia	Entre Ríos	34.9	37.9	37.5	20.2	14.4	3.0	27.5	25.8	1.7
Gualedguaychú	Entre Ríos	33.8	37.0	37.5	19.0	14.1	5.0	26.4	25.0	1.4
Paraná	Entre Ríos	35.4	38.0	37.5	19.9	15.6	2.0	27.6	25.2	2.4
Anguil	La Pampa	36.0	39.4	10.0	17.1	12.3	2.0	26.6	23.1	3.4
General Pico	La Pampa	34.2	37.7	37.5	17.1	13.0	2.0	25.6	23.8	1.8
Santa Rosa	La Pampa	35.4	39.5	37.6	18.2	13.0	2.0	26.8	23.7	3.1
Ceres	Santa Fe	36.4	39.5	37.5	19.6	16.5	2.0	28.0	25.8	2.2
Rafaela	Santa Fe	36.4	40.1	10.0	18.4	13.7	2.0	27.4	25.3	2.1
Reconquista	Santa Fe	36.3	40.0	39.2	20.1	17.1	5.0	28.3	26.8	1.5
Rosario	Santa Fe	35.7	39.1	37.5	17.9	11.4	3.0	26.8	24.8	2.0

2.2 SEGUNDA DÉCADA

Las temperaturas máximas fueron superiores al promedio en el centro y norte del país, con diferencias mayores a 4°C en el sur del Litoral y entre 5°C y 8°C en Salta; así como también en el oeste y sur de la Patagonia donde se observaron desvíos de hasta 3°C.

Las temperaturas mínimas también fueron cálidas para esta época, excepto en el noreste del país y en el norte de la Patagonia.

Tanto en las temperaturas mínimas como máximas, se han registrado récords por ser elevadas, los cuales se detallan en la Tabla 1 y 2 respectivamente.

Tabla 1. Récords de temperatura mínima más alta registrados en la segunda década de enero de 2023.

Localidad	Provincia	Récord (°C)	Fecha	Récord anterior (°C) y fecha
Orán Aero	Salta	26.4	18/01/2023	26.0 (14/01/2017)
Escuela de Aviación Militar	Córdoba	25.0	20/01/2023	25.0 (29/01/2019)

Tabla 2. Récords de temperatura máxima más alta registrados en la segunda década de enero de 2023.

Localidad	Provincia	Récord (°C)	Fecha	Récord anterior (°C) y fecha
Metán	Salta	39.5	13/01/2023	39.0 (01/01/2017)
Mariano Moreno Aero	Buenos Aires	37.8	16/01/2023	37.5 (29/01/2019)
Orán Aero	Salta	44.8	20/01/2023	43.5 (03/01/1996)
Jujuy Universidad	Jujuy	37.4	20/01/2023	36.3 (16/01/2022)
Salta Aero	Salta	35.7	20/01/2023	35.6 (09/01/2005)
Rivadavia	Salta	46.5	20/01/2023	46.5 (01/01/2022)
Tucumán Aero	Tucumán	43.2	20/01/2023	42.2 (14/01/2022)
Termas de Río Hondo	Santiago del Estero	45.2	20/01/2023	43.8 (14/01/2022)
Escuela de Aviación Militar	Córdoba	39.7	20/01/2023	38.5 (02/01/2019)

DÉCADA 2 ENERO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	31.0	35.2	33.6	15.2	8.4	14.0	23.1	21.3	1.8
Bahia Blanca	Buenos Aires	30.3	37.0	31.5	16.8	12.6	13.0	23.5	23.5	0.0
Balcarce	Buenos Aires	29.5	33.5	15.0	15.7	8.6	14.0	22.6	21.0	1.6
Bolívar	Buenos Aires	32.1	35.1	33.6	16.7	11.0	13.0	24.4	22.1	2.3
Bordenave	Buenos Aires	31.0	35.9	16.0	16.4	9.9	13.0	23.7	22.3	1.5
Castelar	Buenos Aires	33.3	37.4	16.0	19.9	13.9	14.0	26.6	23.6	3.0
Coronel Suarez	Buenos Aires	29.3	33.5	33.6	16.1	10.7	13.0	22.7	21.2	1.5
Ezeiza	Buenos Aires	33.2	37.7	33.6	19.5	13.8	14.0	26.4	23.7	2.7
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	29.3	36.6	14.0	15.1	10.7	13.0	22.2	22.4	-0.2
Junín	Buenos Aires	33.8	39.7	38.2	17.5	11.4	14.0	25.7	22.8	2.9
La Plata	Buenos Aires	32.0	35.8	33.6	19.7	14.8	14.0	25.8	22.8	3.0
Las Flores	Buenos Aires	31.8	37.0	38.2	16.0	12.0	13.0	23.9	22.3	1.6
Mar Del Plata	Buenos Aires	25.7	31.9	33.0	15.6	8.2	14.0	20.6	19.9	0.7
Nueve de Julio	Buenos Aires	33.5	38.2	38.2	18.6	14.8	14.0	26.1	23.1	3.0
Pehuajó	Buenos Aires	32.4	35.9	33.6	17.2	12.4	13.0	24.8	22.9	1.9
Pigüé	Buenos Aires	28.4	33.2	31.5	15.6	10.5	13.0	22.0	21.3	0.7
San Pedro	Buenos Aires	34.4	39.1	17.0	20.0	12.8	14.0	27.2	23.7	3.5
Tandil	Buenos Aires	29.6	34.0	33.6	14.5	7.6	14.0	22.1	20.5	1.6
Tres Arroyos	Buenos Aires	30.4	35.1	31.5	16.5	11.6	14.0	23.5	21.5	2.0
Laboulaye	Córdoba	32.1	35.7	38.2	17.7	13.9	14.0	24.9	23.1	1.8
Manfredi	Córdoba	34.0	39.8	20.0	16.7	11.7	13.0	25.4	23.0	2.3
Marcos Juárez	Córdoba	33.9	39.5	39.0	17.4	12.5	14.0	25.7	23.4	2.3
Pilar	Córdoba	33.4	39.4	39.0	18.4	13.6	13.0	25.9	23.6	2.3
Río Cuarto	Córdoba	30.9	33.8	33.6	17.8	13.2	13.0	24.3	23.0	1.3
C. del Uruguay	Entre Ríos	36.8	40.8	20.0	18.7	11.2	14.0	27.8	24.3	3.4
Concordia	Entre Ríos	36.1	39.7	38.2	21.3	15.1	15.0	28.7	25.3	3.4
Gualedguaychú	Entre Ríos	35.0	38.5	33.6	19.5	13.6	14.0	27.3	24.5	2.8
Paraná	Entre Ríos	35.3	40.0	39.0	20.8	17.0	14.0	28.1	24.8	3.3
Anguil	La Pampa	33.2	37.6	14.0	15.9	8.6	12.0	24.6	22.8	1.7
General Pico	La Pampa	30.9	34.8	31.5	17.7	13.8	13.0	24.3	23.8	0.5
Santa Rosa	La Pampa	32.3	37.5	31.5	17.1	11.9	12.0	24.7	23.9	0.8
Ceres	Santa Fe	34.9	40.3	39.0	19.9	15.6	14.0	27.4	25.4	2.0
Rafaela	Santa Fe	35.1	39.3	17.0	19.5	13.9	14.0	27.3	24.4	2.9
Reconquista	Santa Fe	36.7	40.8	39.0	21.5	17.8	14.0	29.1	26.2	2.9
Rosario	Santa Fe	34.9	39.8	38.2	18.1	12.7	13.0	26.5	24.6	1.9

2.3 TERCERA DÉCADA

Continuaron los registros de anomalías de temperaturas positivas tanto de las mínimas como las máximas, en casi todo el territorio nacional con desvíos de hasta 5 grados por encima del promedio en la región del Litoral.

DÉCADA 3 ENERO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	30.5	31.8	26.2	15.9	11.0	30.0	23.2	21.8	1.4
Bahia Blanca	Buenos Aires	32.7	37.8	28.2	16.1	10.8	25.0	24.4	23.9	0.5
Balcarce	Buenos Aires	29.8	31.5	24.0	15.9	11.2	25.0	22.8	21.6	1.2
Bolívar	Buenos Aires	31.7	33.1	29.0	16.6	12.5	25.0	24.1	22.4	1.7
Bordenave	Buenos Aires	32.9	36.0	28.0	16.3	9.2	25.0	24.6	22.8	1.8
Castelar	Buenos Aires	32.8	35.8	22.0	20.2	18.1	22.0	26.5	24.4	2.2
Coronel Suarez	Buenos Aires	31.3	34.0	29.0	15.5	9.8	25.0	23.4	21.2	2.2
Ezeiza	Buenos Aires	33.1	35.4	28.9	19.3	16.3	30.0	26.2	24.4	1.8
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	31.2	36.6	29.0	15.8	9.8	25.0	23.5	23.0	0.6
Junín	Buenos Aires	31.5	34.2	26.2	17.9	15.9	30.0	24.8	23.0	1.8
La Plata	Buenos Aires	31.7	35.2	28.9	18.6	15.3	30.0	25.1	23.4	1.7
Las Flores	Buenos Aires	31.4	32.5	28.9	17.3	13.2	30.0	24.4	22.7	1.7
Mar Del Plata	Buenos Aires	26.8	34.2	32.5	15.6	10.8	24.0	21.2	20.7	0.5
Nueve de Julio	Buenos Aires	32.6	35.5	28.9	18.2	15.3	25.0	25.4	23.3	2.1
Pehuajó	Buenos Aires	32.2	33.6	29.0	17.6	13.7	25.0	24.9	23.0	1.9
Pigüé	Buenos Aires	30.9	34.4	29.0	16.0	12.8	23.0	23.5	21.5	2.0
San Pedro	Buenos Aires	32.4	35.0	24.0	20.0	18.4	25.0	26.2	24.4	1.8
Tandil	Buenos Aires	30.8	32.5	31.6	14.3	8.5	23.0	22.5	21.0	1.5
Tres Arroyos	Buenos Aires	31.6	35.7	28.2	16.3	8.0	25.0	24.0	22.0	2.0
Laboulaye	Córdoba	31.8	34.9	31.0	18.4	15.6	30.0	25.1	23.3	1.8
Manfredi	Córdoba	31.2	34.2	31.0	18.3	15.6	23.0	24.8	22.8	1.9
Marcos Juárez	Córdoba	32.1	34.5	31.0	17.8	15.2	22.0	24.9	23.6	1.3
Pilar	Córdoba	30.6	33.8	31.6	19.9	17.6	28.0	25.3	23.8	1.5
Río Cuarto	Córdoba	30.0	32.9	32.8	18.7	16.2	22.0	24.4	23.1	1.3
C. del Uruguay	Entre Ríos	35.8	40.4	24.0	20.6	16.8	31.0	28.2	25.0	3.2
Concordia	Entre Ríos	35.4	39.5	32.5	21.4	18.4	31.0	28.4	25.7	2.7
Gualedaychú	Entre Ríos	33.7	38.3	32.5	20.5	18.6	31.0	27.1	25.1	2.0
Paraná	Entre Ríos	34.6	38.4	32.5	21.0	18.8	30.0	27.8	25.1	2.7
Anguil	La Pampa	33.3	35.3	28.0	16.4	13.8	22.0	24.9	23.4	1.5
General Pico	La Pampa	31.4	32.5	29.0	17.6	14.6	25.0	24.5	23.9	0.6
Santa Rosa	La Pampa	32.2	34.0	31.0	17.8	14.8	25.0	25.0	23.8	1.2
Ceres	Santa Fe	33.9	38.2	32.5	21.1	19.7	21.0	27.5	25.5	2.0
Rafaela	Santa Fe	34.0	38.6	24.0	20.4	19.2	23.0	27.2	24.9	2.3
Reconquista	Santa Fe	36.4	39.8	34.1	21.7	19.0	22.0	29.0	26.3	2.7
Rosario	Santa Fe	33.0	35.5	26.2	19.4	16.6	22.0	26.2	25.0	1.2

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

No se registraron heladas en enero de 2023.

2.5 GRADOS DÍA

ENERO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		GRADOS DÍAS Acumulados desde el 1 de octubre				Días con Tmáx>30°C
		BASE 10		BASE 13		
Localidad	Provincia	Mes	Acum	Mes	Acum	
Azul	Buenos Aires	408.5	1127.4	315.5	790.5	19
Bahia Blanca	Buenos Aires	458.9	1316.6	365.9	967.6	21
Balcarce	Buenos Aires	393.6	1144.8	300.6	804.0	14
Bolívar	Buenos Aires	441.8	1264.0	348.8	908.6	25
Bordenave	Buenos Aires	460.1	1314.0	367.1	964.7	23
Castelar	Buenos Aires	506.8	1580.0	413.8	1214.4	28
Coronel Suarez	Buenos Aires	417.8	1160.0	324.8	820.5	19
Ezeiza	Buenos Aires	500.4	1535.9	407.4	1173.8	28
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	425.0	1259.5	332.0	908.4	20
Junín	Buenos Aires	474.7	1496.7	381.7	1132.5	27
La Plata	Buenos Aires	476.2	1401.6	383.2	1043.8	26
Las Flores	Buenos Aires	438.0	1297.6	345.0	943.7	23
Mar Del Plata	Buenos Aires	342.0	957.0	249.0	633.9	4
Nueve de Julio	Buenos Aires	487.6	1477.9	394.6	1111.9	26
Pehuajó	Buenos Aires	463.9	1385.8	370.9	1025.9	25
Pigüé	Buenos Aires	413.6	1157.9	320.6	815.5	17
San Pedro	Buenos Aires	510.0	1624.1	417.0	1257.3	28
Tandil	Buenos Aires	377.0	1030.5	284.0	701.2	20
Tres Arroyos	Buenos Aires	436.3	1255.9	343.3	907.0	19
Laboulaye	Córdoba	467.0	1495.9	374.0	1130.5	25
Manfredi	Córdoba	471.9	1515.6	378.9	1155.2	25
Marcos Juárez	Córdoba	471.8	1510.6	378.8	1149.0	26
Pilar	Córdoba	490.6	1617.5	397.6	1251.8	23
Río Cuarto	Córdoba	458.9	1508.2	365.9	1145.6	21
C. del Uruguay	Entre Ríos	546.7	1645.0	453.7	1280.9	31
Concordia	Entre Ríos	564.5	1681.5	471.5	1316.4	30
Gualeguaychú	Entre Ríos	525.0	1595.7	432.0	1232.2	28
Paraná	Entre Ríos	552.7	1717.6	459.7	1350.2	30
Anguil	La Pampa	474.6	1430.0	381.6	1074.9	30
General Pico	La Pampa	458.8	1450.9	365.8	1091.2	22
Santa Rosa	La Pampa	479.9	1431.8	386.9	1070.8	26
Ceres	Santa Fe	546.2	1777.2	453.2	1408.5	29
Rafaela	Santa Fe	536.2	1818.6	443.2	1451.4	29
Reconquista	Santa Fe	582.8	1815.3	489.8	1446.3	30
Rosario	Santa Fe	511.4	1618.8	418.4	1253.6	30

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

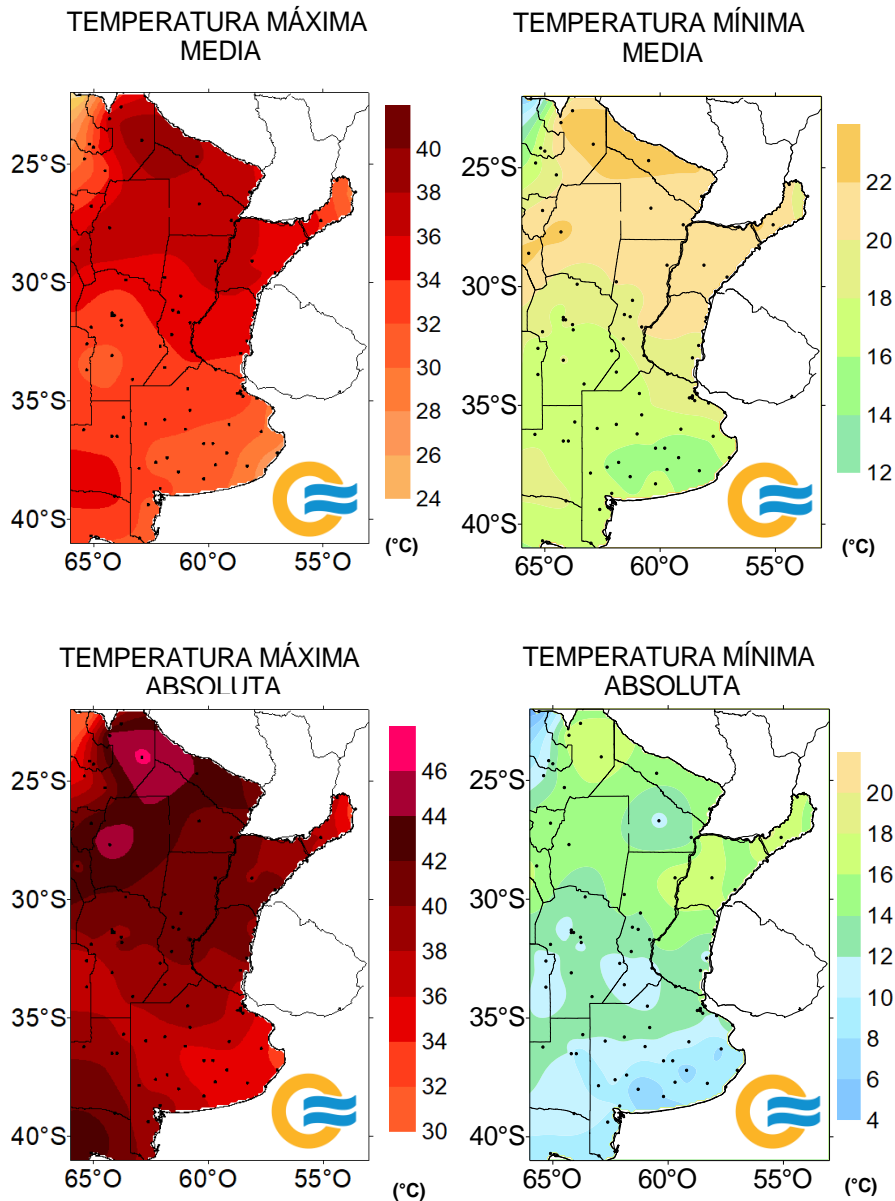
MES: grados día acumulados en el mes

TMáx: temperatura máxima (°C)

SD: sin datos por datos faltantes.

2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

ENERO 2023



2.7 MONITOREO DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH)

El ITH* es un índice biometeorológico que permite cuantificar el estrés calórico a través de la temperatura y la humedad del aire. Este índice puede ser utilizado para el ganado vacuno, caprino, etc. En particular lo aplicamos a las vacas lecheras, donde se ha establecido que la zona de confort térmico para el bienestar animal toma valores de ITH entre 35 y 70 y se ha determinado un valor crítico de 72.

El riesgo aumenta cuando se observa persistencia con condiciones ambientales que generan estrés para el ganado, sin que cuente con horas para recuperarse del estrés de manera natural.

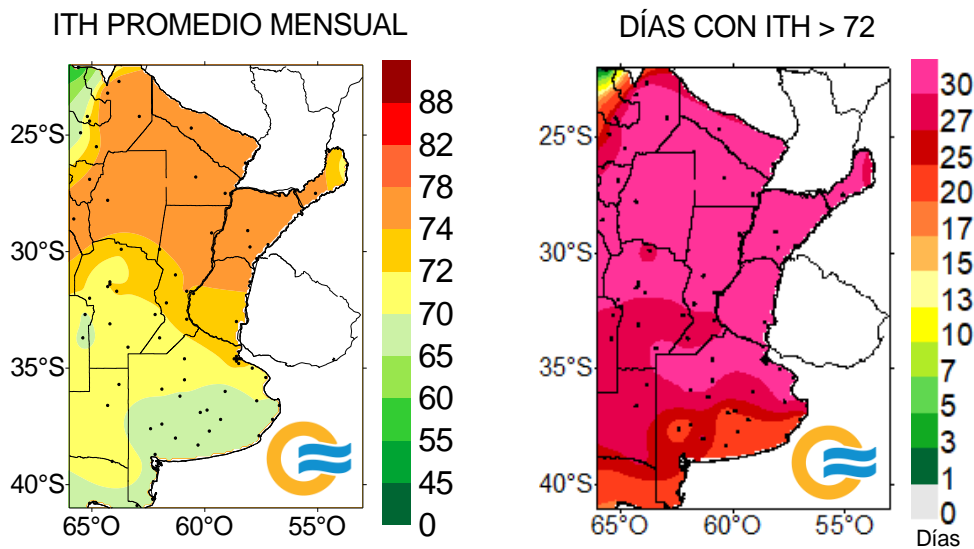
En función de este nivel, se han caracterizado distintas categorías de estrés calórico según la magnitud del ITH:

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

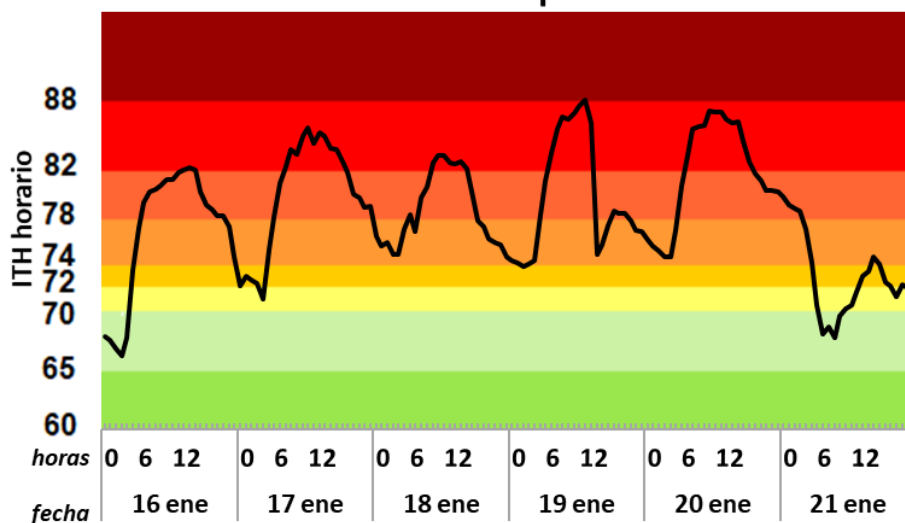
En el mes de enero de 2023 las temperaturas máximas fueron anómalamente cálidas en la zona de cultivos de secano, esto sumado a la humedad relativa resultó en el índice ITH superior al umbral crítico casi toda la zona en todo mes.

En la cuenca lechera, se registraron alrededor de 4 días con horas consecutivas con el índice ITH superior al valor de 72. En Reconquista, el período con condiciones ambientales desfavorables para el ganado se extendió del 16 al 21 de enero, registrándose 97 horas consecutivas con ITH mayor a 72 del 17 al 21 de enero de 2023.

ENERO 2023



ITH - Reconquista



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

3. INFORME DE PRECIPITACIÓN

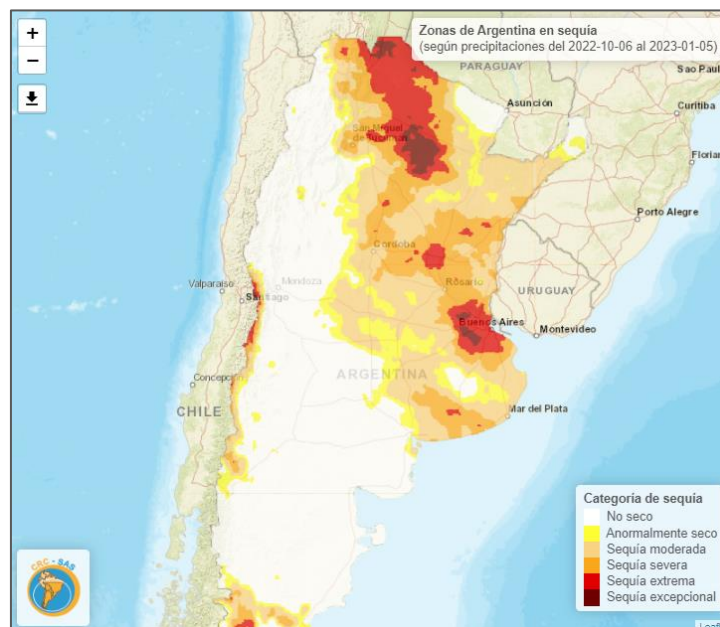
En las siguientes tablas y mapas se muestran los valores de precipitación de las distintas décadas del mes de enero de 2023.

3.1 PRIMERA DÉCADA

Las precipitaciones ocurridas durante los primeros 10 días de enero, resultaron superiores a la media en el norte y centro de Misiones oeste de San Juan, oeste de Mendoza, noroeste de Neuquén, parte del sudoeste de Buenos Aires, sudeste de Río Negro, Chubut y norte de Santa Cruz; principalmente en el norte y centro del país, las lluvias estuvieron por debajo de lo normal. La frecuencia de días con precipitación sólo presentó anomalías positivas en el este de Río Negro y el noreste y centro de Chubut, en el resto del país fue negativa.

Según el régimen de lluvias y temperaturas, se produjo un secamiento de los suelos en gran parte de la región Pampeana, los cuales se encuentran en diferentes condiciones hídricas de sequía, agravándose esta situación en Santa Fe, norte y centro de Córdoba y norte de Buenos Aires, donde el índice balance hídrico llega a sequía absoluta; sólo en algunas áreas puntuales de Buenos Aires alcanza la categoría de regular.

Conforme al monitoreo de sequías con estimaciones realizadas mediante el producto CHIRPS para el período entre el 06/10/2022 y el 05/01/2023 (tres meses) se puede apreciar una extensa región con diversas categorías de sequía en el norte y centro del país; en particular, las de mayor peligrosidad (sequía extrema y sequía excepcional) se ubican en el este de Salta, oeste de Formosa, Chaco, centro-este de Santa Fe, sur de Entre Ríos y noreste de Buenos Aires.



DÉCADA 1 ENERO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	25.0	-4.3	1	25.0	1
Bahía Blanca	Buenos Aires	22.0	-2.7	2	18.0	1
Balcarce	Buenos Aires	16.0	-6.8	1	16.0	1
Bolívar	Buenos Aires	11.2	-25.0	1	11.0	1
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-31.5	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	17.2	-21.6	1	17.2	1
Coronel Suarez	Buenos Aires	65.0	41.8	2	41.0	10
Ezeiza	Buenos Aires	11.0	-22.0	1	11.0	1
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	6.5	-9.4	1	6.5	10
Junín	Buenos Aires	8.0	-34.2	2	5.0	10
La Plata	Buenos Aires	6.0	-33.9	1	6.0	1
Las Flores	Buenos Aires	7.0	-24.1	1	7.0	1
Mar Del Plata	Buenos Aires	8.0	-18.3	1	8.0	1
Nueve de Julio	Buenos Aires	10.0	-32.0	2	7.0	1
Pehuajó	Buenos Aires	31.0	-5.6	2	25.0	1
Pigüé	Buenos Aires	78.0	53.1	2	60.0	10
San Pedro	Buenos Aires	6.5	-25.3	1	6.5	1
Tandil	Buenos Aires	32.0	-3.1	1	32.0	1
Tres Arroyos	Buenos Aires	50.0	25.2	1	50.0	1
Laboulaye	Córdoba	21.0	-29.0	3	8.0	2
Manfredi	Córdoba	2.3	-39.5	1	1.5	10
Marcos Juárez	Córdoba	9.0	-36.1	1	8.0	1
Pilar	Córdoba	4.0	-33.0	2	2.0	1
Río Cuarto	Córdoba	5.0	-50.3	1	5.0	10
C. del Uruguay	Entre Ríos	2.8	-28.4	1	2.8	1
Concordia	Entre Ríos	19.0	-22.5	1	19.0	1
Gualedaychú	Entre Ríos	5.0	-36.7	1	5.0	1
Paraná	Entre Ríos	13.0	-16.8	1	13.0	1
Anguil	La Pampa	4.6	-26.3	1	4.3	1
General Pico	La Pampa	18.0	-19.0	2	10.0	10
Santa Rosa	La Pampa	42.0	12.5	2	29.0	1
Ceres	Santa Fe	8.0	-36.9	1	8.0	1
Rafaela	Santa Fe	6.5	-27.2	1	6.5	1
Reconquista	Santa Fe	12.0	-41.0	1	12.0	1
Rosario	Santa Fe	4.0	-36.7	1	4.0	1

3.2 SEGUNDA DÉCADA

Durante la segunda década de enero de 2023 se han producido precipitaciones en casi todo el país. Al inicio de la década, el avance de un sistema frontal frío y una línea de inestabilidad por el centro y norte del país, generaron lluvias y tormentas, con abundante caída de agua en 24 horas. Los registros pluviométricos más altos observados el día 11/01/2023 fueron: 51 mm en Tartagal y 41 mm en Villa Reynolds, mientras que el día 12/01/2023 los valores más altos de lluvia fueron: 90 mm en Resistencia, 66 mm en Posadas, 52 mm en Oberá, 45 mm en Catamarca, 42 mm en Tucumán y 41 mm en Ituzaingó.

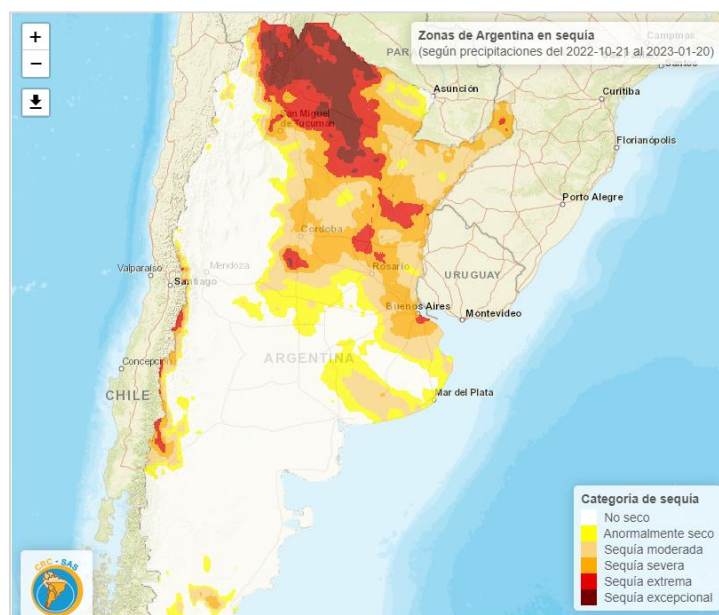
A mediados de este período el predominio de una masa de aire cálida, húmeda e inestable sobre el centro y norte del territorio produjo lluvias y tormentas en toda esta zona, con abundante caída de agua en 24 horas, las precipitaciones más altas del día 17/01/2023 fueron: 54 mm en Ceres, 48 mm en Chamental y 45 mm en Iguazú.

El finalizar la década, sobre el centro y norte del país permanecían las condiciones de inestabilidad atmosférica, esta situación más el avance de un frente frío desde el norte de la Patagonia generaron lluvias y tormentas en toda la región. Las precipitaciones más altas registradas el día 19/01/2023 fueron: 39 mm en General Pico y 35 mm en Santa Rosa; entretanto los valores más altos del día 20/01/2023: 92 mm en Junín, 45 mm Córdoba Observatorio, 45 mm en Escuela de Aviación Militar, 45 mm en San Antonio Oeste (récord diario de lluvia que superó los 38.0 mm registrados el 05/01/2011), 43 mm en Rosario, 43 mm en Rosario y 40 mm en Azul.

La precipitación total de estos 10 días fue mayor a 15 mm en el norte de la Patagonia y en el centro del país, superando a la normal 1991-2020. También se destaca la frecuencia de los días con lluvias, que fue alta para esta época del año.

Dadas las lluvias y las altas temperaturas, solo en la zona central del país la lluvia superó a la evapotranspiración y los suelos se han recargado. Sin embargo persisten las condiciones de sequía en todo el país a excepto del este de Misiones y centro de Buenos Aires.

Conforme al monitoreo de sequías con estimaciones realizadas mediante el producto CHIRPS para el período entre el 21/10/2022 y el 20/01/2023 (tres meses) se observa que en el centro del país las condiciones de sequía califican como severas y la situación se agrava hacia las provincias del norte, donde las condiciones de sequía van de extrema a excepcional.



DÉCADA 2 ENERO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	51.0	12.8	3	40.0	20
Bahía Blanca	Buenos Aires	44.0	24.1	5	15.0	19
Balcarce	Buenos Aires	17.0	-15.8	2	15.0	11
Bolívar	Buenos Aires	25.0	-7.3	1	25.0	20
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-25.9	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	13.0	-12.4	1	13.0	20
Coronel Suarez	Buenos Aires	40.4	3.9	3	20.0	19
Ezeiza	Buenos Aires	14.1	-13.6	1	14.0	20
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	53.2	41.5	4	17.5	20
Junín	Buenos Aires	92.0	53.8	1	92.0	20
La Plata	Buenos Aires	6.0	-22.1	1	6.0	20
Las Flores	Buenos Aires	43.1	13.1	1	43.0	20
Mar Del Plata	Buenos Aires	19.1	-7.2	1	19.0	11
Nueve de Julio	Buenos Aires	32.0	-0.2	1	32.0	20
Pehuajó	Buenos Aires	36.5	1.2	2	28.0	20
Pigüé	Buenos Aires	33.0	6.0	4	19.0	19
San Pedro	Buenos Aires	41.2	11.4	2	39.5	20
Tandil	Buenos Aires	23.0	-10.1	2	16.0	20
Tres Arroyos	Buenos Aires	36.0	10.2	3	26.0	20
Laboulaye	Córdoba	45.0	10.1	3	21.0	17
Manfredi	Córdoba	95.6	60.8	4	62.0	20
Marcos Juárez	Córdoba	33.0	2.4	4	19.0	20
Pilar	Córdoba	55.0	17.1	3	27.0	20
Río Cuarto	Córdoba	38.0	5.3	4	23.0	11
C. del Uruguay	Entre Ríos	23.0	-19.3	1	23.0	20
Concordia	Entre Ríos	16.2	-22.7	1	15.0	20
Gualedaychú	Entre Ríos	33.0	-8.3	1	32.0	20
Paraná	Entre Ríos	19.0	-20.6	1	18.0	20
Anguil	La Pampa	6.0	-30.0	2	4.5	19
General Pico	La Pampa	72.0	41.0	3	39.0	19
Santa Rosa	La Pampa	40.4	11.3	2	35.0	19
Ceres	Santa Fe	95.0	52.5	5	54.0	17
Rafaela	Santa Fe	12.8	-23.4	1	12.8	18
Reconquista	Santa Fe	30.0	-8.4	3	16.0	19
Rosario	Santa Fe	53.5	17.0	4	43.0	20

3.3 TERCERA DÉCADA

DÉCADA 3 ENERO 2023

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	17.7	-18.6	2	13.0	25
Bahia Blanca	Buenos Aires	17.0	-4.7	3	8.0	21
Balcarce	Buenos Aires	19.5	-24.3	4	8.0	25
Bolívar	Buenos Aires	19.2	-24.9	1	19.0	26
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-42.6	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	22.2	-19.1	2	19.0	26
Coronel Suarez	Buenos Aires	4.3	-32.8	1	4.0	31
Ezeiza	Buenos Aires	20.0	-19.1	2	15.0	26
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	18.2	3.7	2	13.0	31
Junín	Buenos Aires	25.0	-23.8	2	20.0	26
La Plata	Buenos Aires	13.3	-29.7	2	8.0	27
Las Flores	Buenos Aires	39.0	3.4	2	29.0	26
Mar Del Plata	Buenos Aires	16.3	-22.2	3	8.0	25
Nueve de Julio	Buenos Aires	41.0	-6.7	2	38.0	26
Pehuajó	Buenos Aires	23.0	-21.5	2	20.0	26
Pigüé	Buenos Aires	4.3	-25.3	1	4.0	31
San Pedro	Buenos Aires	72.0	29.1	3	51.0	26
Tandil	Buenos Aires	37.0	-3.6	4	22.0	31
Tres Arroyos	Buenos Aires	10.0	-19.2	1	10.0	24
Laboulaye	Córdoba	108.9	63.8	4	65.0	26
Manfredi	Córdoba	12.0	-30.2	2	7.0	24
Marcos Juárez	Córdoba	70.2	31.5	2	65.0	27
Pilar	Córdoba	20.0	-17.2	2	10.0	24
Río Cuarto	Córdoba	51.0	3.6	5	32.0	26
C. del Uruguay	Entre Ríos	23.0	-25.4	1	22.5	27
Concordia	Entre Ríos	17.5	-42.2	2	12.0	25
Gualeguaychú	Entre Ríos	26.0	-21.4	1	26.0	27
Paraná	Entre Ríos	20.0	-22.8	2	18.0	27
Anguil	La Pampa	17.4	-19.3	4	6.0	25
General Pico	La Pampa	35.0	-3.6	4	14.0	26
Santa Rosa	La Pampa	77.2	40.5	3	62.0	25
Ceres	Santa Fe	53.0	0.4	4	35.0	27
Rafaela	Santa Fe	42.6	-5.8	3	38.2	21
Reconquista	Santa Fe	31.0	-28.5	2	29.0	21
Rosario	Santa Fe	37.0	-6.5	1	37.0	27

Se estableció un centro de baja presión sobre el Noroeste Argentino que propició la ocurrencia de precipitaciones de variada intensidad sobre esta región a lo largo de la década analizada. Asimismo, hacia mitad del período, se formó un frente estacionario sobre la región central del país, con lluvias asociadas principalmente los días 26/01/2023 y 27/01/2023. Los desvíos positivos de precipitación se encuentran mayormente explicados por lo descripto anteriormente. Los valores de precipitación acumulada más significativos se registraron en Salta (190.3 mm), Tucumán (119.1 mm), Metán (131.0 mm), Jujuy (102.4 mm), Rivadavia (88.0 mm), Laboulaye (108.9 mm), Villa María del Río Seco (97.0 mm), Villa Reynolds (80.0 mm), Santa Rosa (77.2 mm) y Marcos Juárez (70.2 mm). En el Litoral y este de la región central, si bien se registraron algunas precipitaciones, éstas resultaron por debajo de los valores promedio para la década, a excepción de la localidad de Mercedes en donde se registró un acumulado de precipitación de 118 mm de manera puntual.

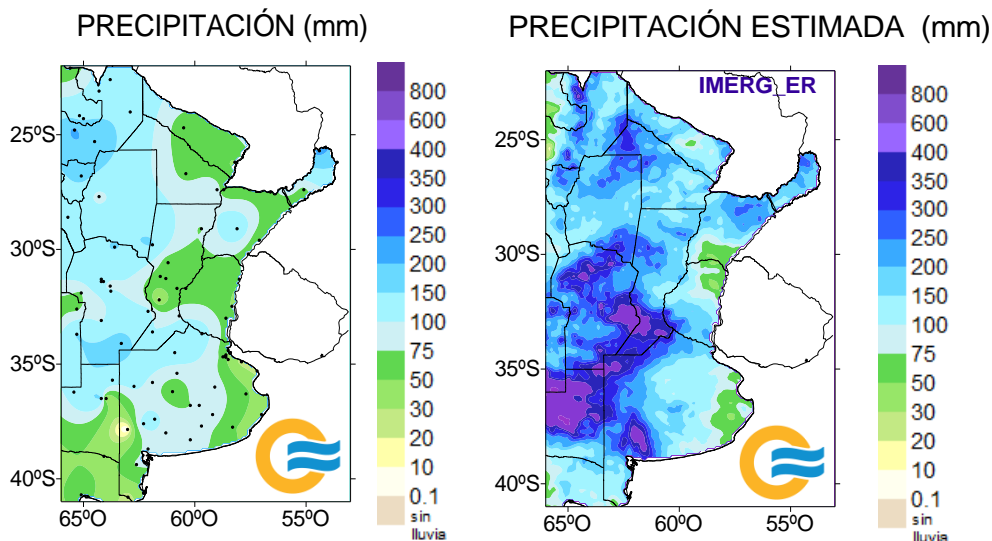
Se observó una recarga de agua en el perfil edáfico en la región del NOA y en las provincias de Córdoba y norte de La Pampa, sin embargo no resultó suficiente para revertir las condiciones secas de los períodos previos, según el modelo de balance hídrico analizado.

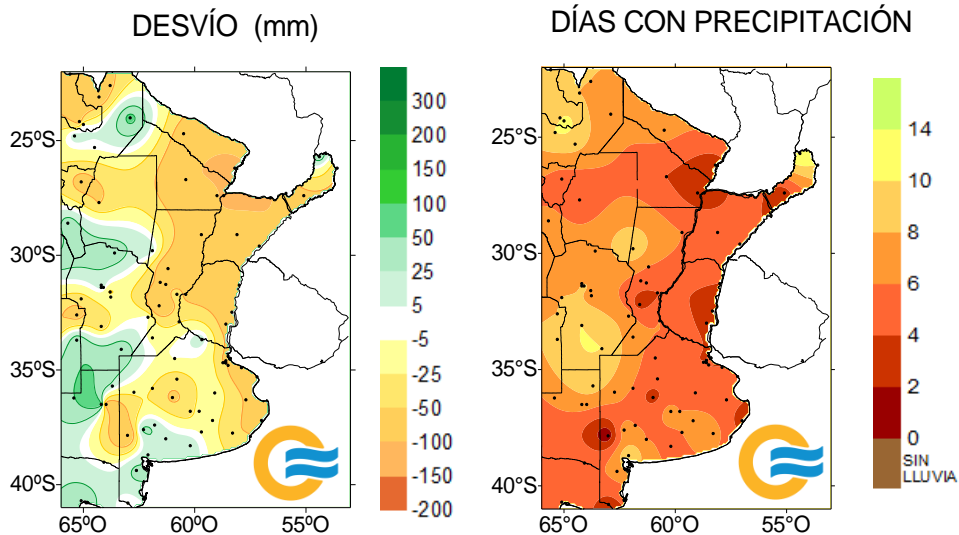
Referencias correspondientes a las tablas de precipitación por década.

- | | |
|--|---|
| PD: precipitación (mm) total de la década | MAX: precipitación máxima (mm) registrada en 24 horas |
| DN: desvío de la precipitación (mm) promedio 1991-2020 | DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria |
| Dllu: días con precipitación > 1 mm | DN: desvío del promedio |

3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

ENERO 2023

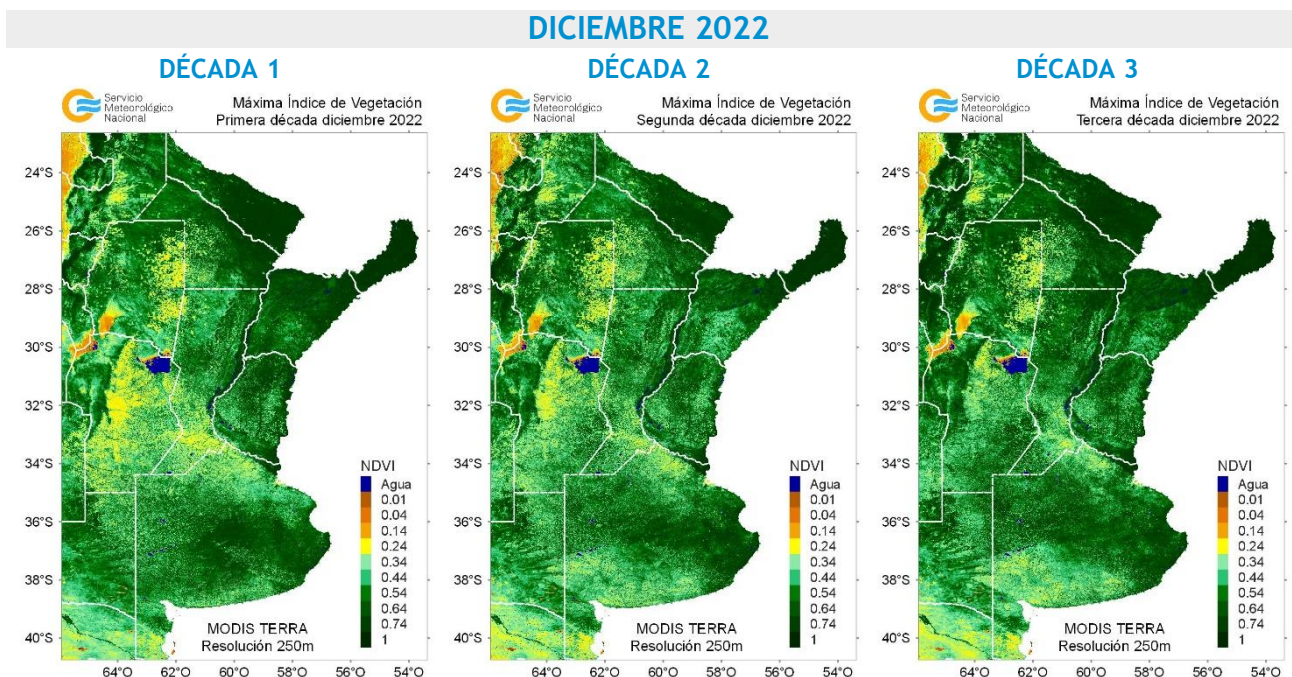


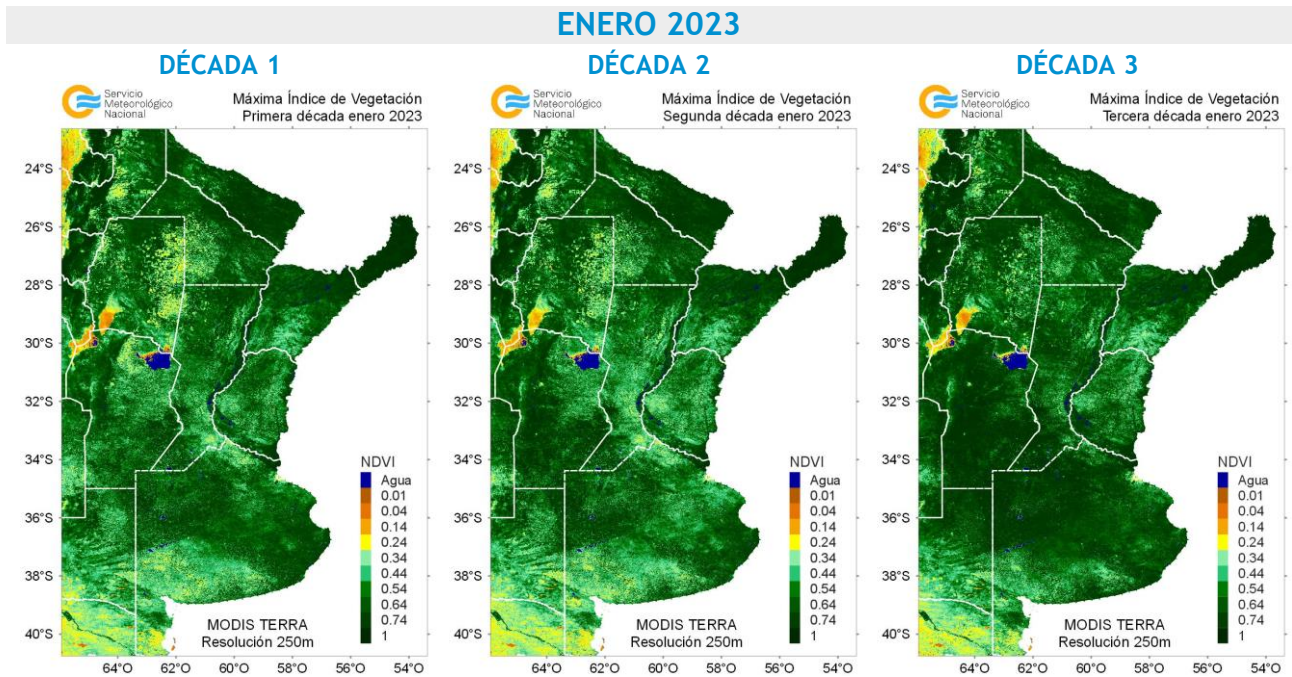


4. ÍNDICES SATELITALES

4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de diciembre de 2022 y enero de 2023. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. Con el avance de las décadas se observa un incremento en el vigor de la vegetación, esto se asocia principalmente al estado fenológico de los cultivos de maíz y soja que se encuentran en fase vegetativa y en inicio de floración.





4.2. HUMEDAD DEL SUELO

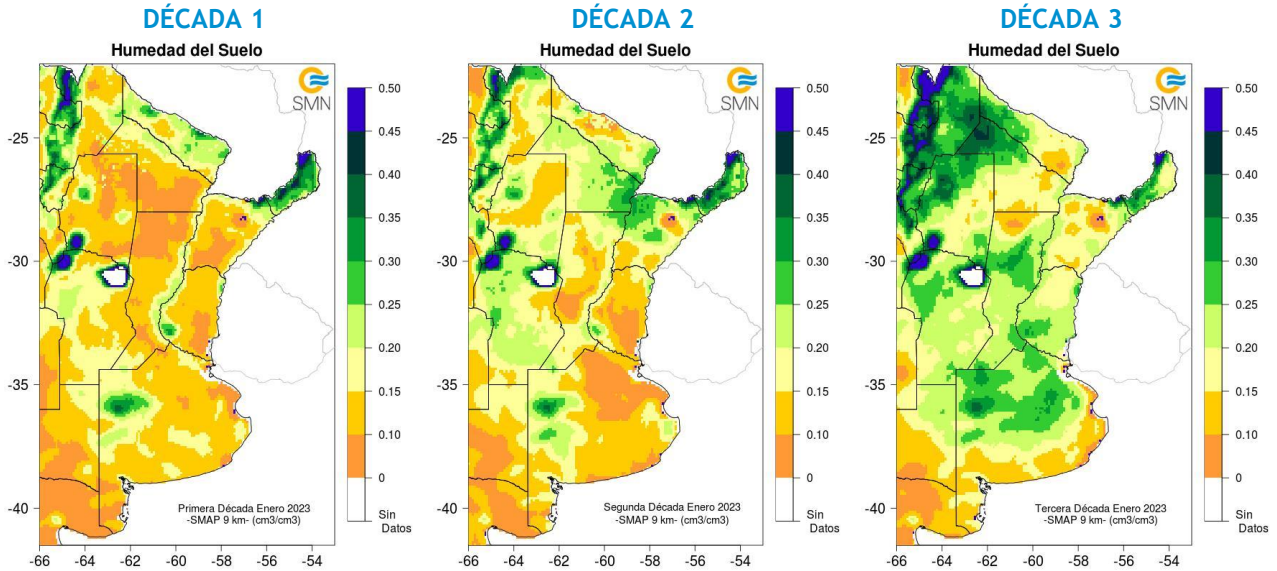
Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de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

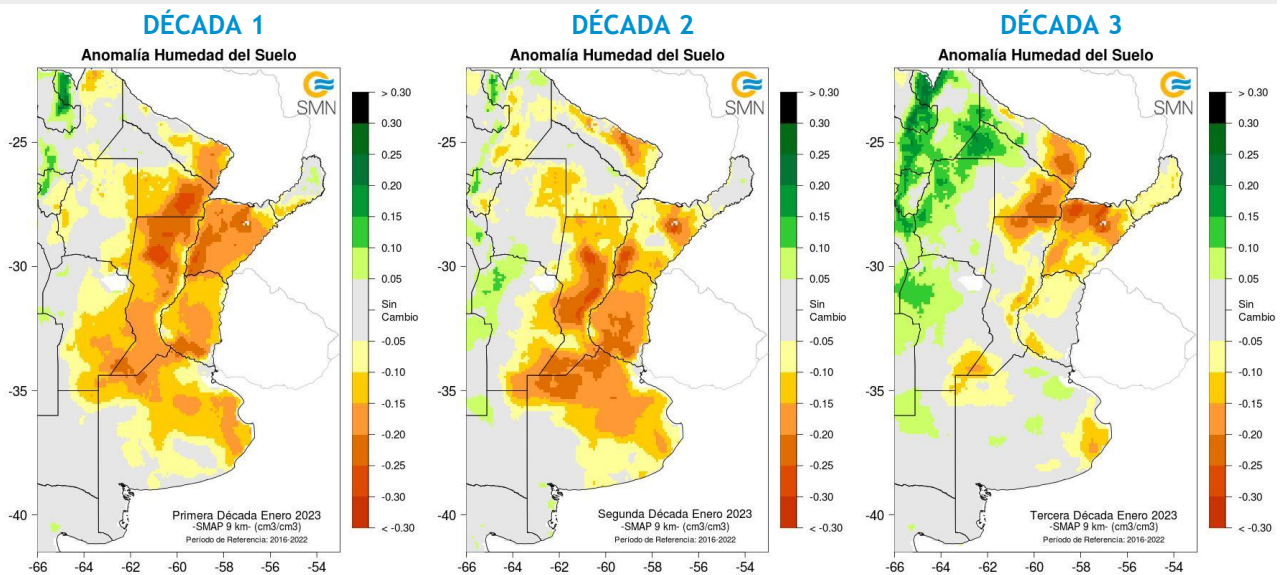
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2021 respecto al periodo 2016-2021, para cada década.

Si bien han ocurrido precipitaciones a lo largo de todo enero en la zona productiva de cultivos de secano, el impacto positivo en el suelo se observa en la tercera década, y en el sector norte supera al promedio 2016-2021.

ENERO 2023 HUMEDAD DEL SUELO



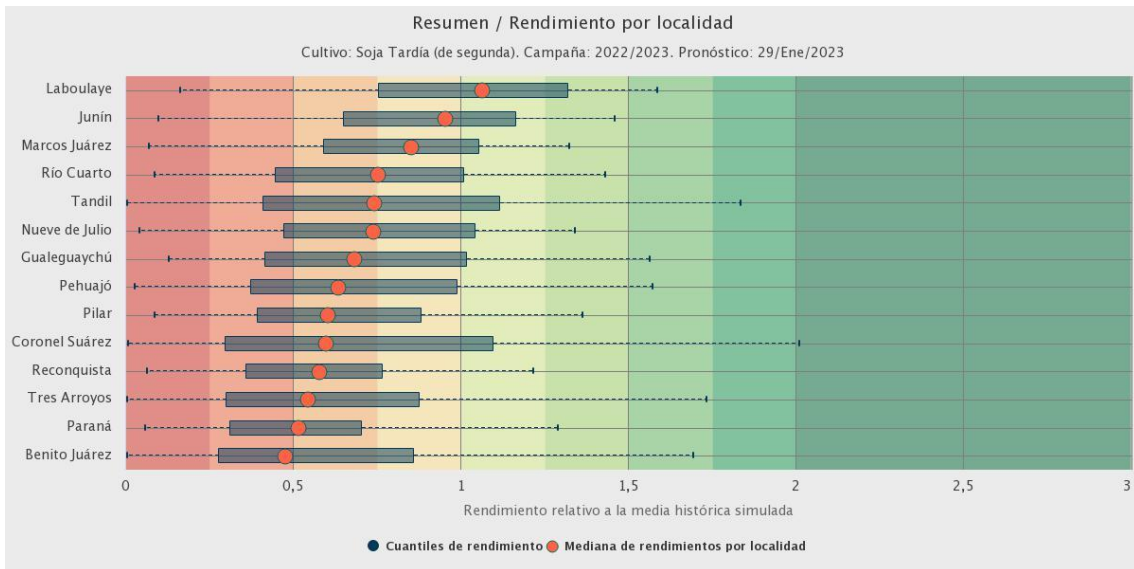
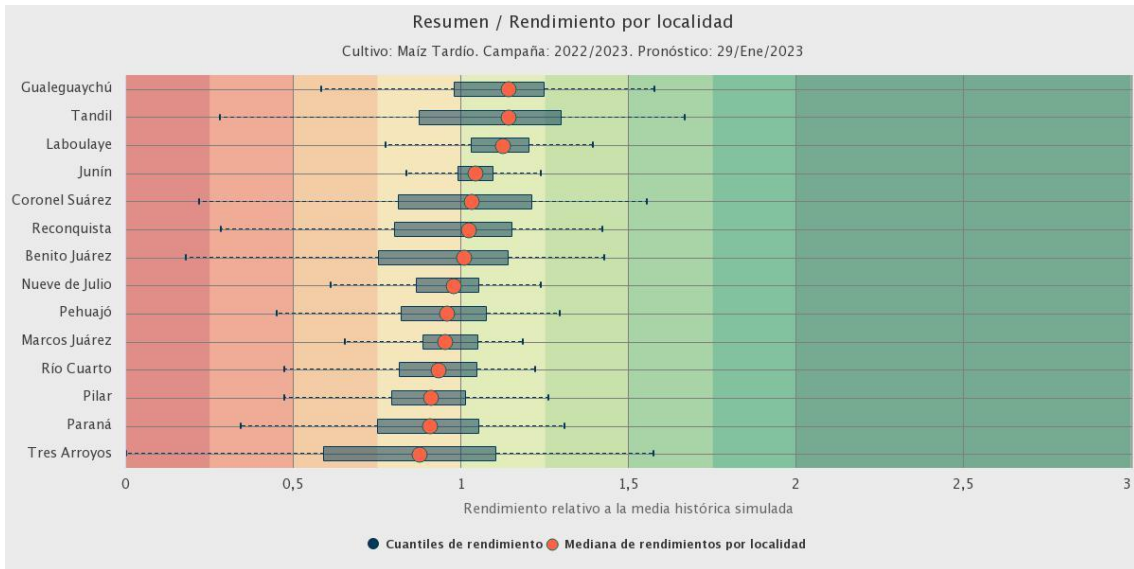
ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO



5. PRONÓSTICOS DE RENDIMIENTOS SIMULADOS - ProRindes

ProRindes es una herramienta para estimar el rendimiento de soja, maíz, trigo y cebada en varias localidades de la región Pampeana y a lo largo de toda una campaña agrícola. En este momento del año se simula el rendimiento de maíz y soja tardía. En este boletín se presenta el pronóstico obtenido el día 29/01/2023 (se puede ver la actualización semanal en: <https://prorindes.smn.gov.ar/>).

En las figuras a continuación se muestra el pronóstico de rendimiento en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. Las mejores perspectivas de rendimiento del maíz se ubican en las estaciones de la zona núcleo y alrededores mientras que, para el caso de la soja, se esperan rindes por debajo de los valores promedio en todas las localidades simuladas a excepción de Laboulaye.



DEFINICIÓN Y ABREVIATURA DE PARÁMETROS EMPLEADOS

TEMPERATURA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

GRADOS DIAS

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

GD: Temperatura media diaria - Temperatura base

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

PRECIPITACIONES

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

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

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

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

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

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

IMERG_er

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

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

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

Más información:

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

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

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

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

HUMEDAD DEL SUELO

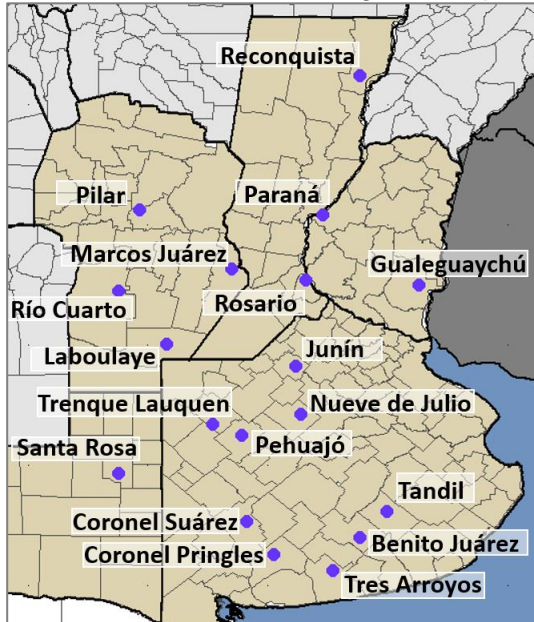
La información satelital con la que realiza este producto proviene del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de 5 cm, a partir de un radiómetro de microondas en banda L (1.41 GHz). La resolución temporal del satélite es de 3 días, por lo que se obtiene un mapa integrado para la región Argentina con dicha frecuencia, tanto para las pasadas descendentes (6 am – hora local), como las ascendentes (6 pm – hora local). De esta forma, si los datos son óptimos se consideran, para el promedio decádico, 6 imágenes para cada década (3 ascendentes y 3 descendentes). Los valores de la estimación, son una representación de la humedad volumétrica del suelo (m³/m³), es decir, la relación entre el volumen de agua y el volumen total del suelo (considerando la fase sólida, líquida y gaseosa presente en el suelo).

La anomalía es calculada como la diferencia entre la década de interés correspondiente al año 2023, respecto al promedio 2016- 2022, para cada década específica.

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

PRORINDES

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



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

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

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

BoxPlot

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

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

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

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

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

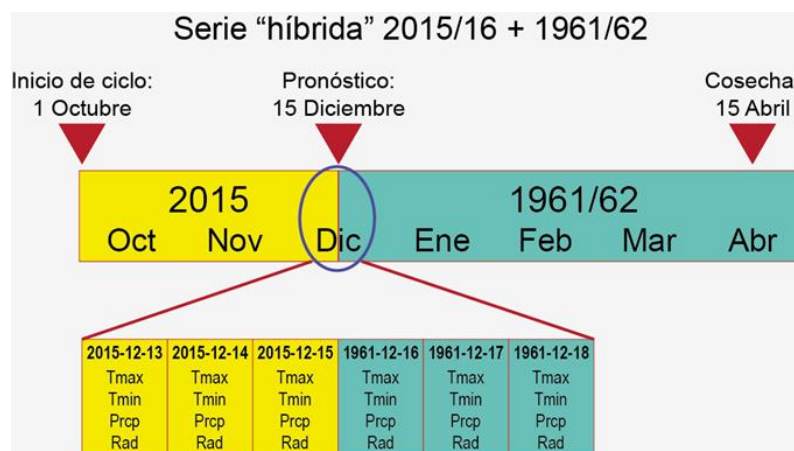


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos.(<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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).

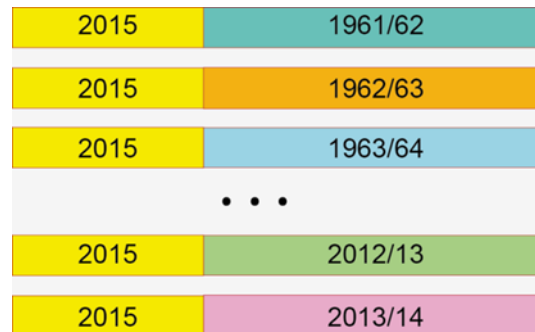


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada.
(<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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.

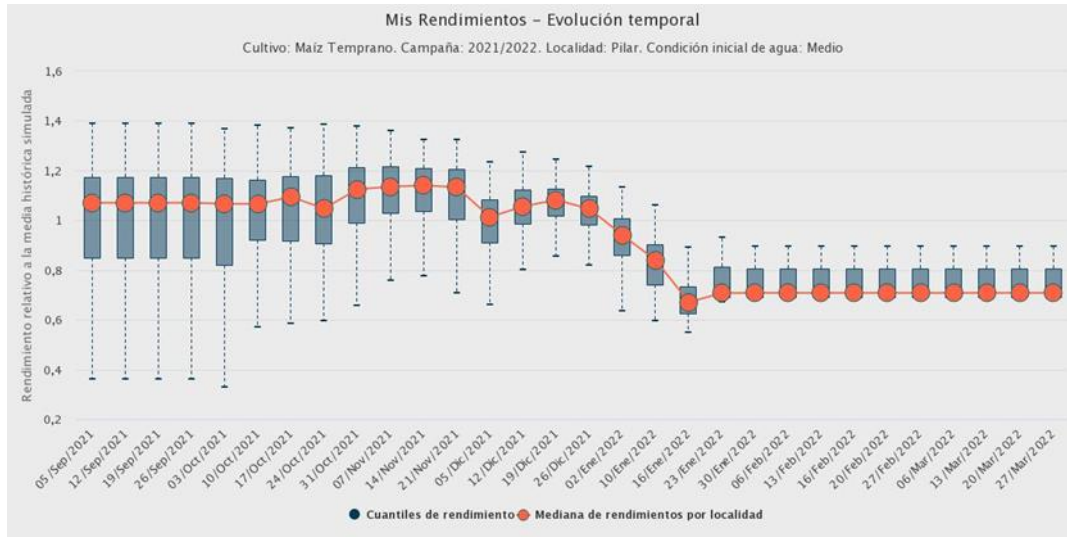


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

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.

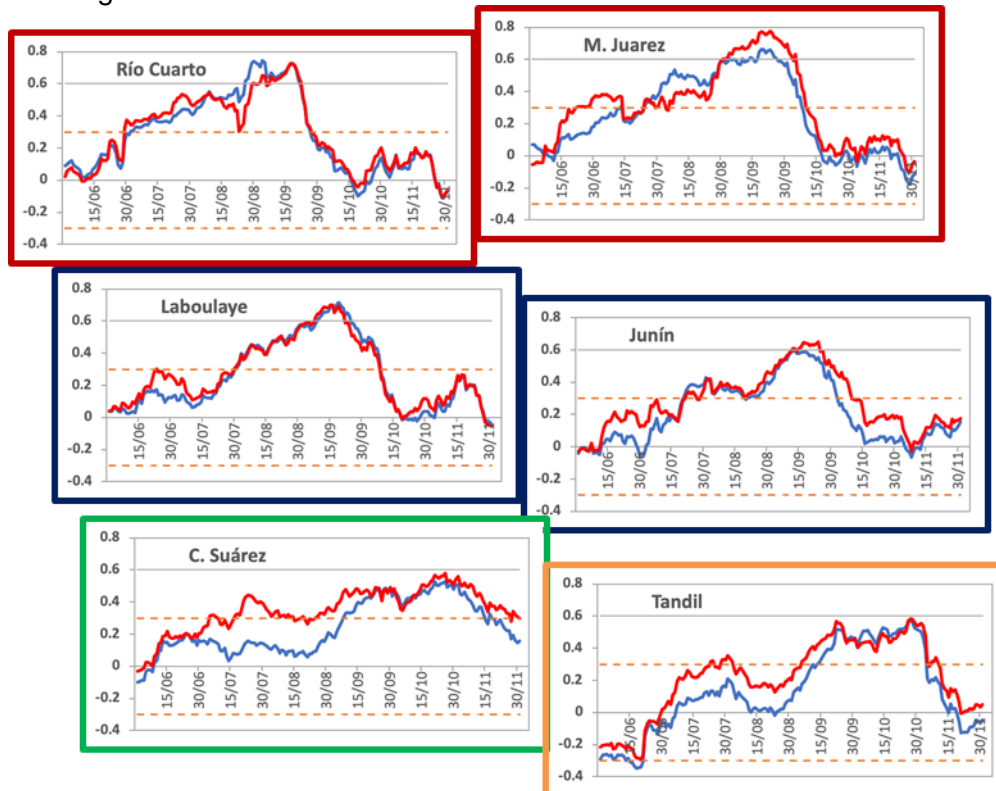


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

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.

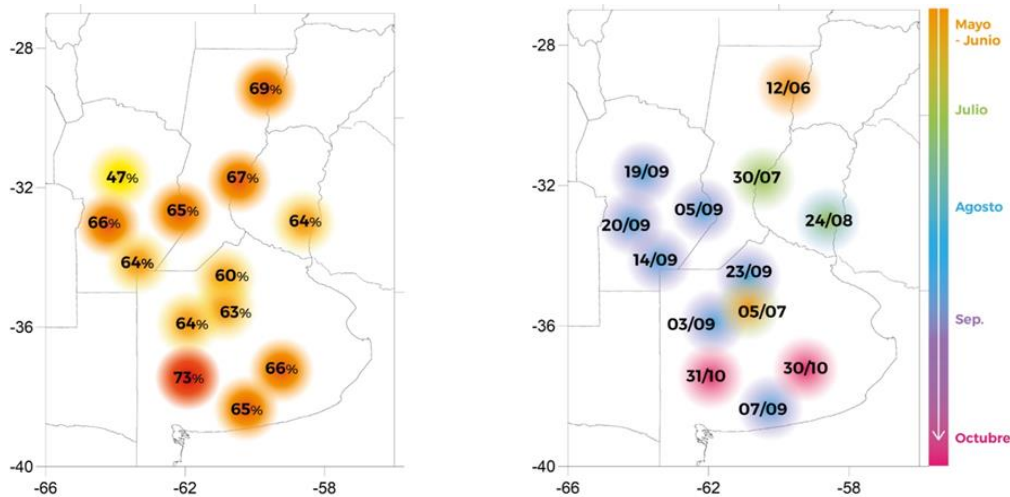


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

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).

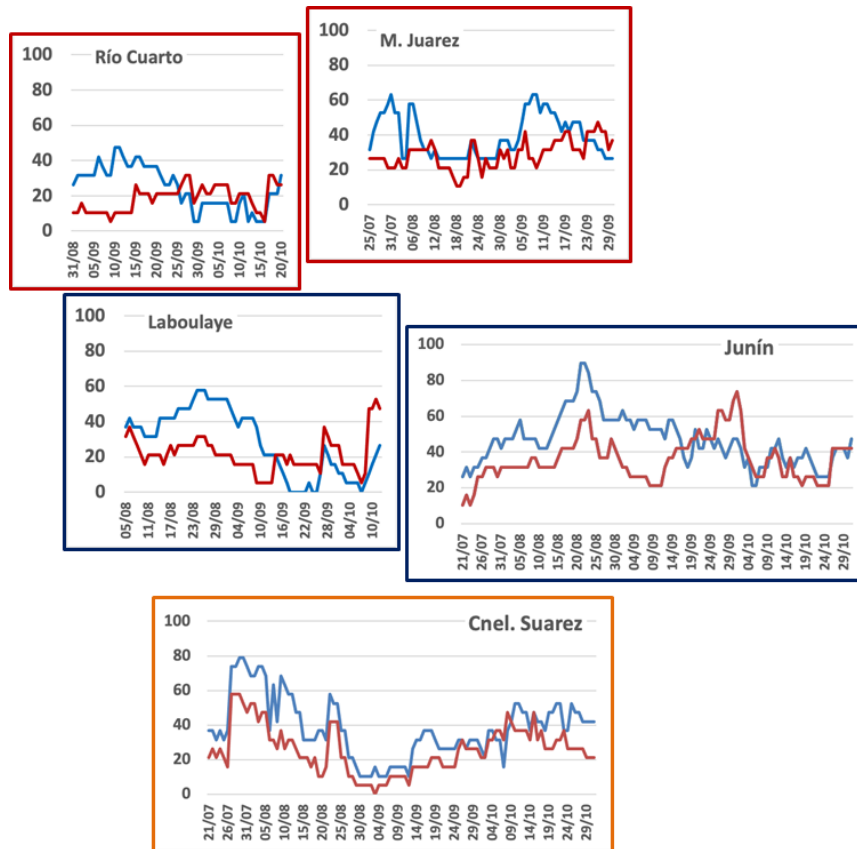


Figura 7: Probabilidad de tener bajos rendimientos (menores al percentil 33) con escasas precipitaciones en 30 días (menores al percentil 33) en eventos El Niño (curva roja); La Niña (curva azul). Utilizando simulaciones con bajo contenido de agua inicial.

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.

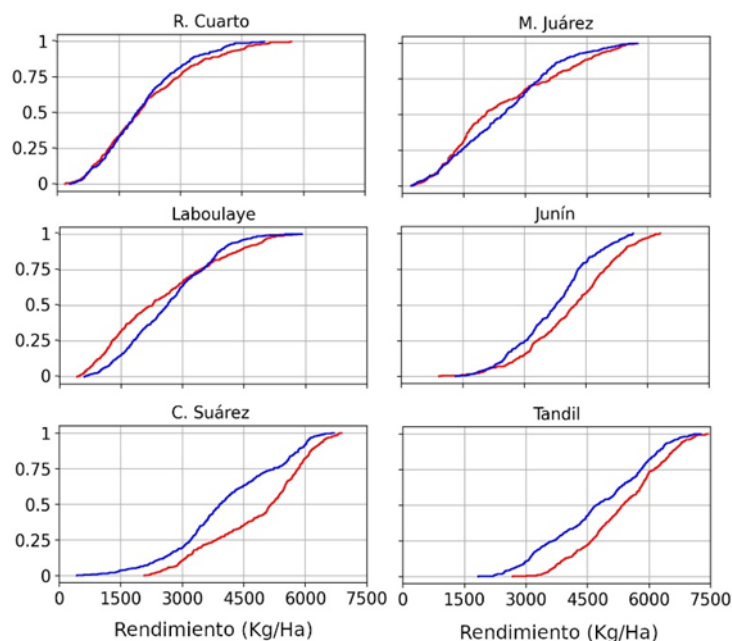


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

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.*



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

www.smn.gob.ar



1983/2023 - 40 años de democracia