

BOLETÍN AGROMETEOROLÓGICO MENSUAL

ENERO 2024

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 | 1 |
| 1.2 | Principales características por regiones | 4 |

2

Temperatura

- | | | |
|-----|---------------------------------|----|
| 2.1 | Temperatura media 1ra década | 6 |
| 2.2 | Temperatura media 2da década | 7 |
| 2.3 | Temperatura media 3da década | 8 |
| 2.4 | Heladas | 9 |
| 2.5 | Grados día | 9 |
| 2.6 | Mapas de temperatura | 10 |
| 2.7 | Índice de temperatura y humedad | 11 |

3

Precipitación

- | | | |
|-----|------------------------------------|----|
| 3.1 | Precipitación acumulada 1ra década | 12 |
| 3.2 | Precipitación acumulada 2da década | 15 |
| 3.3 | Precipitación acumulada 3ra década | 16 |
| 3.4 | Mapas de precipitación | 18 |

4

Índices satelitales

- | | | |
|-----|----------------------------------|----|
| 4.1 | Índice normalizado de vegetación | 19 |
| 4.2 | Humedad del suelo | 20 |

5

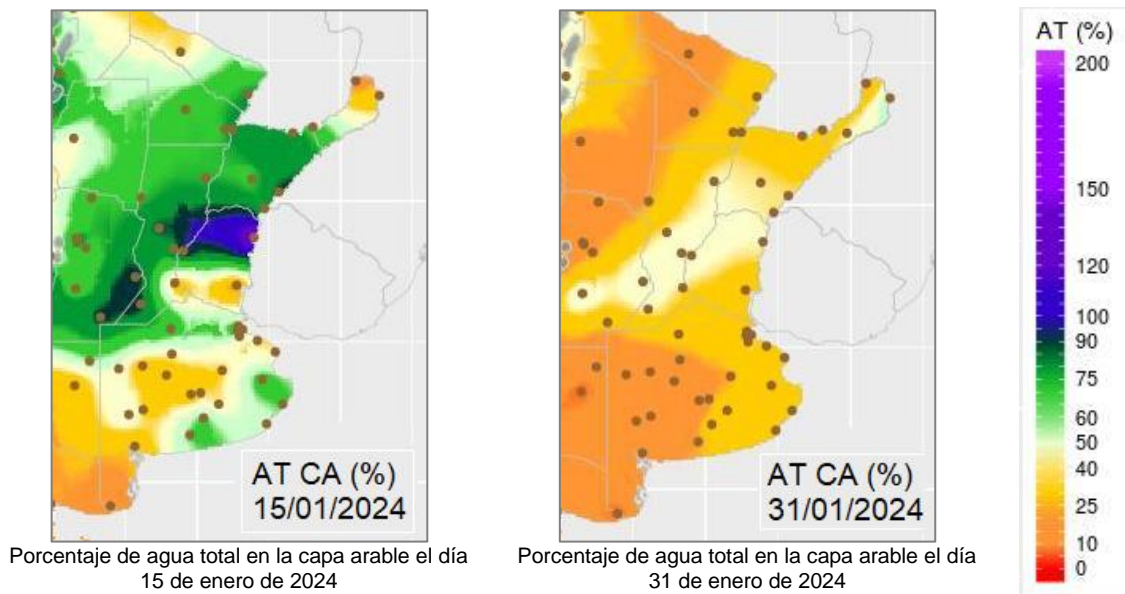
Pronóstico de rendimiento - ProRindes

- | | | |
|-----|--|----|
| 5.1 | Pronóstico de rendimientos para los cultivos de maíz y soja
(fecha de inicio: 28/01/2024) | 22 |
|-----|--|----|

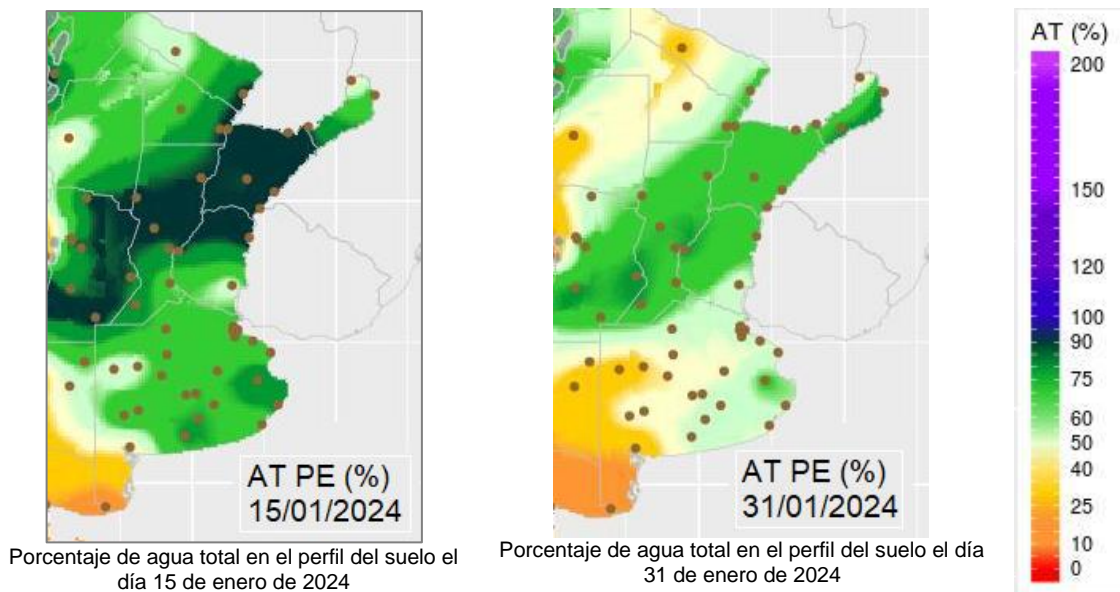
- | | | |
|--|---|----|
| | Definición y abreviaturas de parámetros empleados | 23 |
| | Anexo: informe técnico sobre ProRindes | 25 |

1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE ENERO 2024.

Comenzó la cosecha de girasol en el norte de la región pampeana. En los lotes restantes los girasoles se hallan en la fase de llenado de los granos o la madurez. El maíz de primera se encuentra en etapa de floración, formación o llenado de granos, mientras que las variedades tardías se encuentran en diferentes etapas vegetativas de desarrollo. La soja temprana se visualiza en fase de floración o fructificación, en tanto las variedades tardías se hallan en pleno estado vegetativo. Finalizó la siembra de sorgo y transita la fase vegetativa.



Capa arable (primeros 10 cm)

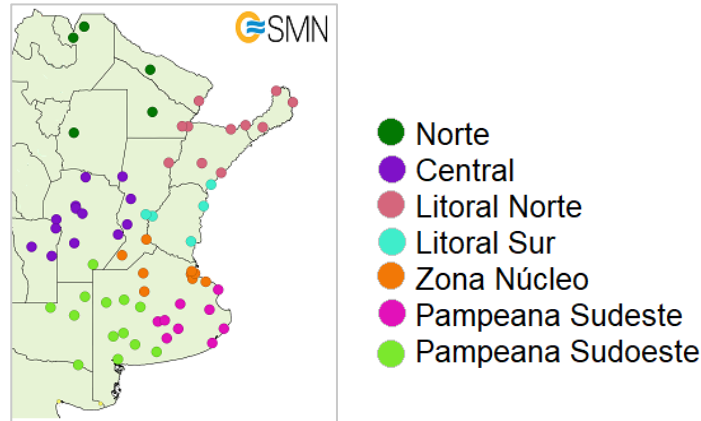


Perfil (profundidad 1m)

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

► Monitoreo de cobertura vegetal, suelos y agua | Suelos

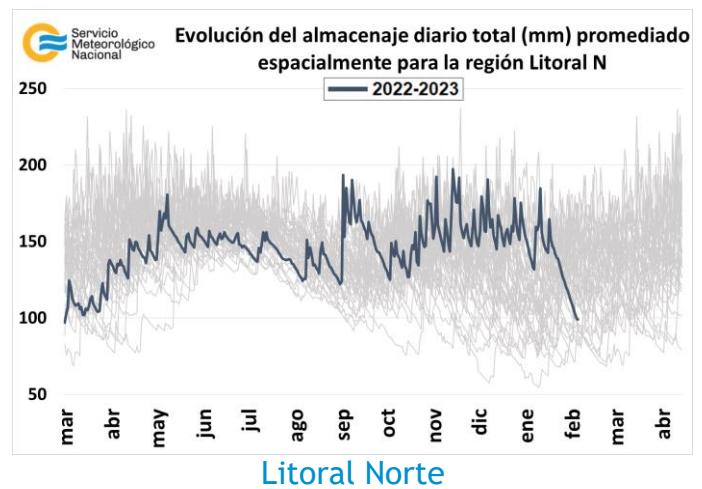
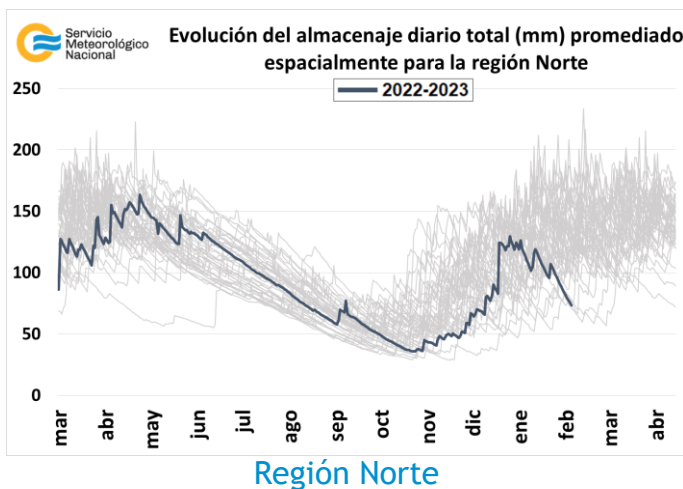
A continuación se presenta la evolución del almacenaje (BHOA) en el último año frente al periodo 1981-2021. Cada gráfico representa una zona del país, y los datos fueron obtenidos promediando los valores de las estaciones disponibles en la zona, según puede verse en el mapa:



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 las precipitaciones ocurridas a lo largo del mes fueron escasas para la época del año y los suelos perdieron humedad. El almacenaje de agua en el suelo a finales de enero es de los más bajos comparado con el mismo período para los años previos desde 1981.

La región Litoral norte recibió abundantes precipitaciones (excepto en la zona de Misiones) en la primera y segunda década de enero, recargándose los suelos. En la tercera década las lluvias fueron escasas y el suelo perdió humedad rápidamente.

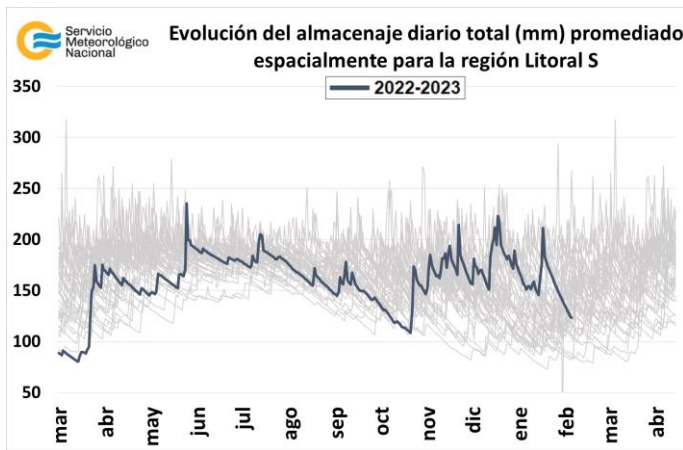


El sur del Litoral las mayores precipitaciones ocurrieron en la segunda década, produciendo un marcado aumento en el almacenaje de agua en el suelo, llegando a valores de los más altos desde 1981. En la última década de enero no se produjeron lluvias y los suelos perdieron humedad rápidamente.

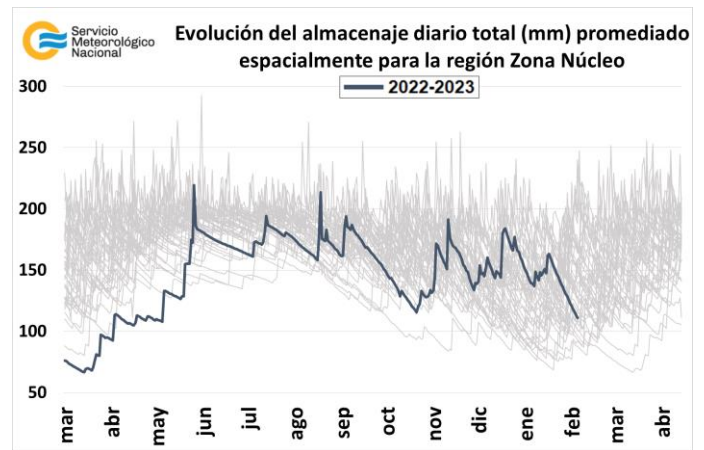
En la zona Núcleo las mayores precipitaciones se produjeron en la segunda década, recargando de humedad el perfil del suelo. En los últimos 10 días de enero no ocurrieron lluvias y se produjo una marcada disminución del almacenaje de agua en el suelo.

El sudeste de la región Pampeana comenzó el mes de enero con excesos hídricos en algunos sectores, siendo el almacenaje de agua en el suelo de los más altos desde 1981. En la segunda y tercera década de enero las lluvias fueron escasas y los suelos perdieron humedad rápidamente.

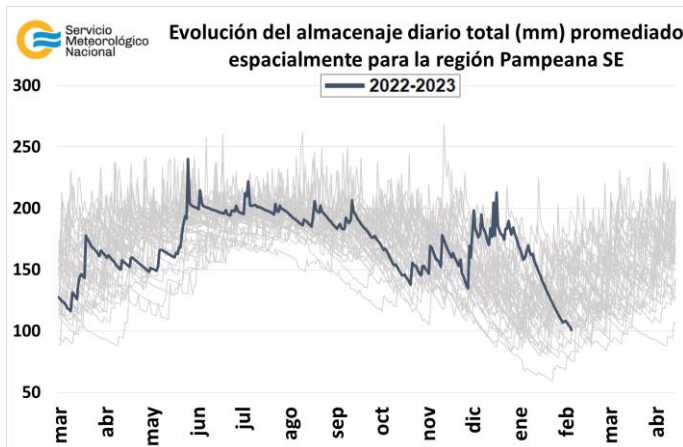
En el sudoeste de la pradera Pampeana las precipitaciones fueron escasas en la segunda y tercera década de enero, dando lugar a una merma en la humedad de suelo. Las condiciones hídricas edáficas van de regulares a déficit hídrico.



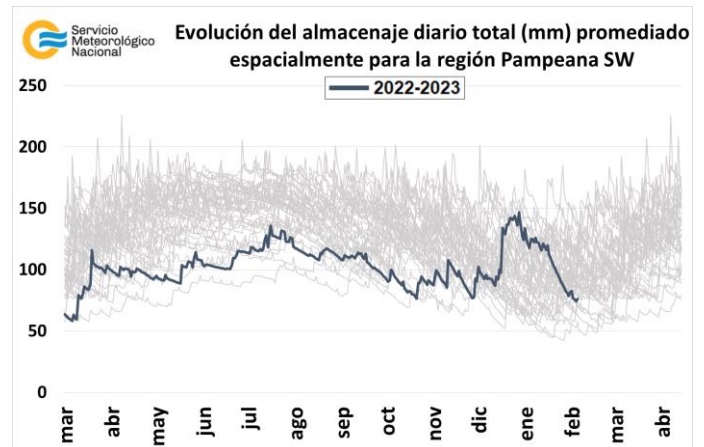
Litoral Sur



Zona Núcleo

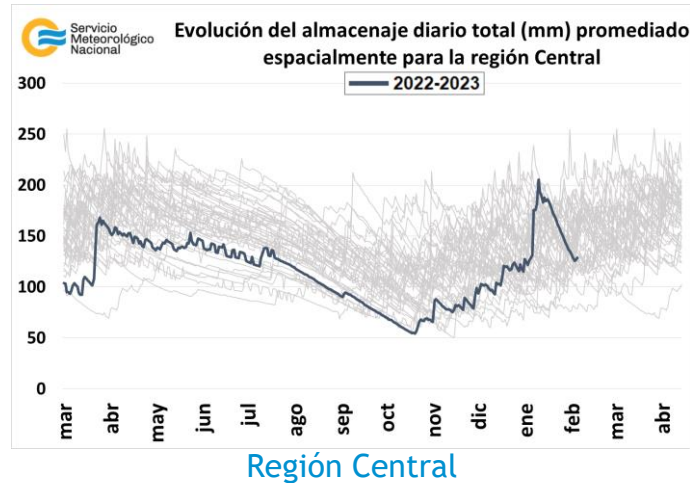


Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

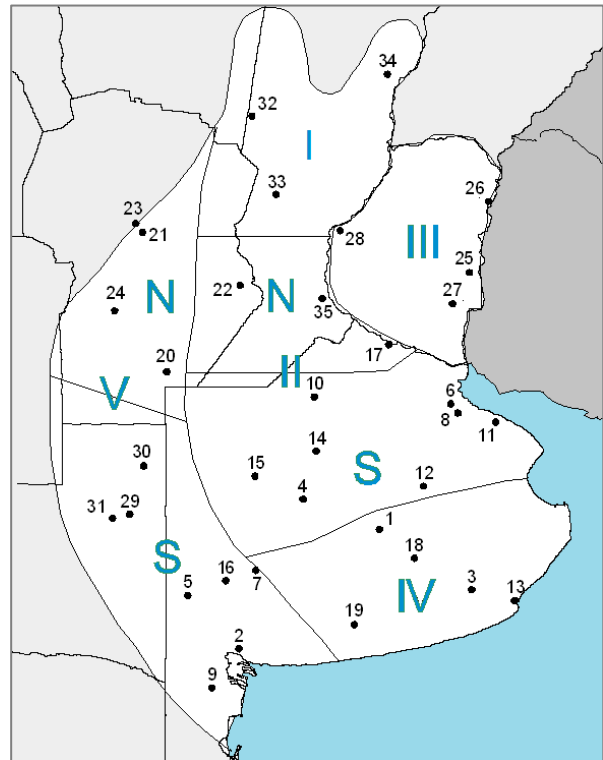
En la región central ocurrieron abundantes precipitaciones principalmente en la primera y segunda década de enero, esto produjo un aumento en el contenido de agua en el suelo, y el almacenaje de agua en el suelo alcanzó valores de los más altos desde 1981. Luego las lluvias fueron escasas y los suelos perdieron humedad, siendo las condiciones hídricas edáficas buenas.



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) Gualguaychú (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: avanza la cosecha de girasol con rendimientos variables según las zonas, presentando granos con bajo peso hectolítrico y con inconvenientes para realizar las labores de recolección por la falta de piso. El maíz alcanza el estado de madurez y se reporta la presencia de una gran cantidad de malezas.

REGIÓN II NORTE: inició la cosecha de girasol con rindes variables según las zonas. El resto de los lotes se hallan en la etapa de llenado de los granos o la madurez. El maíz y la soja de primera se observan en las etapas de floración o formación y llenado de granos, mientras que las variedades tardías se encuentran en pleno desarrollo foliar. El sorgo se halla en estado entre panojamiento y formación de granos.

REGIÓN II SUR: los girasoles alcanzan el estado de floración en buen estado general. El maíz temprano transita en fase de llenado de los granos, mientras que la variedad tardía se halla en estado de pre floración o floración. La soja de primera se halla en el final de la fase vegetativa o el inicio de la floración. Finalizó la siembra de la soja de segunda. El sorgo se encuentra en etapa vegetativa.

REGIÓN III: comenzó la cosecha de girasol, con rendimientos que promedian los 20 a 22 qq/ha. Los maizales de siembra temprana se hallan en la etapa de llenado de los granos, en tanto los tardíos se encuentran en el final de la fase vegetativa o en floración. La soja de primera ocupación se observa en el estado de floración o fructificación, mientras que las variedades tardías transitan diferentes etapas vegetativas. El sorgo se visualiza fenológicamente desde emergencia hasta floración, según la fecha de siembra.

REGIÓN IV: el maíz finaliza la etapa vegetativa o en inicia la fase de floración, según las zonas, presentando síntomas de estrés hídrico. El sorgo transita la etapa vegetativa.

REGIÓN V NORTE: los girasoles se hallan mayormente en la fase de llenado de los granos, mientras que los más tardíos están en etapa de crecimiento. El maíz de primera se observa en estado de floración o formación de granos, en tanto las variedades tardías se encuentran transitando el estado vegetativo. Avanza la siembra de soja de segunda ocupación, en tanto las variedades tempranas se hallan en inicio de fructificación. Finalizó la siembra de sorgo. Los lotes ya emergidos se encuentran en las primeras etapas vegetativas del ciclo.

REGIÓN V SUR: los girasoles se hallan en el inicio de la fase de llenado de granos, sin limitantes de agua. Los maizales de primera ocupación transitan diferentes etapas de desarrollo, desde pre floración hasta inicio de llenado de granos. Las variedades tardías se visualizan en pleno desarrollo foliar. La soja de siembra temprana se encuentra en estado de floración o fructificación, en tanto los lotes tardíos se hallan transitando las primeras etapas vegetativas de desarrollo.

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 2024.

2.1 PRIMERA DÉCADA

Las temperaturas máximas fueron superiores al promedio en Salta, Formosa, Chaco, norte de Misiones, parte de Cuyo, norte de San Luis, norte de Buenos Aires y el oeste y sur de la Patagonia; e inferiores en Corrientes, Norte y centro de Santa Fe, noreste de Córdoba, norte y centro de Entre Ríos, sudoeste de Buenos Aires y este de Río Negro. Las mínimas, por su parte, mostraron desvíos positivos respecto a la media en todo el país, excepto en el sur de Corrientes y el este de Santa Cruz.

DÉCADA 1 ENERO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	29.1	30.9	6	15.2	11.7	2	22.2	21.6	0.6
Bahía Blanca	Buenos Aires	30.6	33.6	4	17.1	13.6	9	23.8	23.6	0.2
Balcarce	Buenos Aires	29.5	31.3	8	15.6	12.8	10	22.5	21.3	1.2
Bolívar	Buenos Aires	30.0	32.3	5	15.9	13.5	2	22.9	22.3	0.6
Bordenave	Buenos Aires	30.9	32.9	5	16.8	14.1	8	23.8	22.4	1.4
Castelar	Buenos Aires	31.3	33.5	10	20.3	15.7	8	25.8	24.1	1.7
Coronel Suárez	Buenos Aires	29.4	32.2	6	14.9	11.7	9	22.2	21.5	0.7
Ezeiza	Buenos Aires	30.9	33.6	9	19.3	14.0	8	25.1	24.2	0.9
Junín	Buenos Aires	30.8	34.1	5	17.5	13.8	1	24.1	23.1	1.0
La Plata	Buenos Aires	29.2	32.1	9	19.3	15.7	8	24.2	23.2	1.0
Las Flores	Buenos Aires	29.7	32.0	5	16.9	14.5	2	23.3	22.6	0.7
Mar Del Plata	Buenos Aires	26.4	30.4	8	15.4	10.9	3	20.9	20.4	0.5
Nueve de Julio	Buenos Aires	31.2	33.4	5	17.9	15.3	8	24.6	23.3	1.3
Pehuajó	Buenos Aires	30.3	32.8	5	17.2	14.6	2	23.7	23.0	0.7
Pigüé	Buenos Aires	28.6	30.7	5	15.3	13.4	8	21.9	21.5	0.4
San Pedro	Buenos Aires	31.5	33.9	9	19.9	15.9	8	25.7	24.3	1.4
Tandil	Buenos Aires	29.0	31.0	6	14.2	11.6	2	21.6	21.0	0.6
Tres Arroyos	Buenos Aires	30.1	31.6	5	14.9	11.3	10	22.5	21.9	0.6
Laboulaye	Córdoba	31.0	34.0	5	17.6	13.0	1	24.3	23.2	1.1
Manfredi	Córdoba	32.2	35.3	4	19.7	16.7	2	26.0	23.4	2.5
Marcos Juárez	Córdoba	30.3	33.0	4	18.6	14.8	8	24.4	23.7	0.7
Pilar	Córdoba	30.2	33.2	5	19.8	16.5	4	25.0	23.9	1.1
Río Cuarto	Córdoba	28.8	32.0	4	17.8	15.3	1	23.3	23.0	0.3
C. del Uruguay	Entre Ríos	32.0	33.6	8	19.3	16.2	1	25.6	25.0	0.7
Concordia	Entre Ríos	29.7	32.2	6	20.3	18.0	2	25.0	25.8	-0.8
Gualeduaychú	Entre Ríos	31.3	33.5	9	20.2	18.4	8	25.8	25.0	0.8
Paraná	Entre Ríos	30.2	32.2	5	20.3	17.8	1	25.2	25.2	0.0
Anguil	La Pampa	32.3	35.7	5	16.7	13.5	8	24.5	23.1	1.3
General Pico	La Pampa	30.7	34.5	5	16.9	13.7	8	23.8	23.8	0.0
Santa Rosa	La Pampa	31.3	35.3	5	16.8	13.8	1	24.1	23.7	0.4
Ceres	Santa Fe	30.6	34.3	6	20.5	18.8	2	25.5	25.8	-0.3
Rafaela	Santa Fe	32.5	35.4	5	21.6	18.8	1	27.1	25.3	1.8
Reconquista	Santa Fe	30.1	33.5	6	21.1	19.1	2	25.6	26.8	-1.2
Rosario	Santa Fe	30.5	32.1	5	20.3	18.1	1	25.4	24.8	0.6

2.2 SEGUNDA DÉCADA

Las temperaturas máximas se mantuvieron con valores cercanos al promedio en la región Patagónica, en tanto se observaron desvíos negativos en el sur de la región central y sur del Litoral y temperaturas más cálidas que lo normal en el norte del país. Las temperaturas mínimas presentaron desvíos negativos en el sur de la región central y en el norte y sudeste de la Patagonia, mientras que en el resto del territorio predominaron las anomalías positivas de esta variable.

DÉCADA 2 ENERO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	28.5	31.8	15	13.6	8.7	20	21.1	21.3	-0.2
Bahia Blanca	Buenos Aires	31.4	35.2	17	15.9	9.3	11	23.6	23.5	0.1
Balcarce	Buenos Aires	28.0	33.0	15	13.9	8.6	12	21.0	21.0	-0.1
Bolívar	Buenos Aires	29.7	33.1	15	13.7	8.0	20	21.7	22.1	-0.4
Bordenave	Buenos Aires	30.7	32.5	15	15.1	9.8	19	22.9	22.3	0.6
Castelar	Buenos Aires	29.7	32.6	15	18.1	14.0	20	23.9	23.6	0.3
Coronel Suárez	Buenos Aires	29.7	33.7	15	12.8	9.5	12	21.3	21.2	0.1
Ezeiza	Buenos Aires	29.9	32.5	14	17.0	12.0	20	23.5	23.7	-0.2
Junín	Buenos Aires	29.1	30.6	13	15.8	13.1	15	22.5	22.8	-0.3
La Plata	Buenos Aires	27.9	31.8	14	15.9	10.1	20	21.9	22.8	-0.9
Las Flores	Buenos Aires	29.1	32.0	15	14.9	8.5	20	22.0	22.3	-0.3
Mar Del Plata	Buenos Aires	25.5	32.1	15	13.2	5.9	12	19.3	19.9	-0.6
Nueve de Julio	Buenos Aires	29.7	31.8	15	15.7	13.0	20	22.7	23.1	-0.4
Pehuajó	Buenos Aires	30.0	32.4	15	15.1	12.0	20	22.6	22.9	-0.3
Pigüé	Buenos Aires	29.3	31.4	15	13.7	9.1	19	21.5	21.3	0.2
San Pedro	Buenos Aires	30.4	33.1	14	18.3	13.6	15	24.3	23.7	0.6
Tandil	Buenos Aires	27.9	32.0	15	11.9	8.0	12	19.9	20.5	-0.6
Tres Arroyos	Buenos Aires	29.5	33.7	17	13.7	9.0	19	21.6	21.5	0.1
Laboulaye	Córdoba	28.7	30.5	15	16.7	14.0	15	22.7	23.1	-0.4
Manfredi	Córdoba	30.4	33.3	19	17.3	13.8	17	23.8	23.0	0.8
Marcos Juárez	Córdoba	28.9	30.8	13	17.3	12.5	15	23.1	23.4	-0.3
Pilar	Córdoba	29.5	31.8	18	18.7	15.5	17	24.1	23.6	0.5
Río Cuarto	Córdoba	28.2	30.3	18	17.2	14.6	17	22.7	23.0	-0.3
C. del Uruguay	Entre Ríos	31.4	36.5	15	18.0	13.3	15	24.7	24.3	0.4
Concordia	Entre Ríos	30.2	33.0	19	19.6	17.0	12	24.9	25.3	-0.4
Gualeguaychú	Entre Ríos	31.1	33.8	15	18.7	14.7	15	24.9	24.5	0.4
Paraná	Entre Ríos	30.0	32.1	11	19.6	17.4	20	24.8	24.8	0.0
Anguil	La Pampa	32.6	35.3	18	13.9	8.1	19	23.3	22.8	0.4
General Pico	La Pampa	29.9	32.0	18	15.5	11.6	19	22.7	23.8	-1.1
Santa Rosa	La Pampa	31.7	34.3	15	14.9	11.1	11	23.3	23.9	-0.6
Ceres	Santa Fe	31.7	34.0	14	20.6	18.9	17	26.2	25.4	0.8
Rafaela	Santa Fe	31.2	33.8	19	20.2	18.0	15	25.7	24.4	1.3
Reconquista	Santa Fe	31.9	38.6	16	22.7	20.2	17	27.3	26.2	1.1
Rosario	Santa Fe	29.8	32.1	13	18.9	13.8	15	24.3	24.6	-0.3

2.3 TERCERA DÉCADA

La presencia de un centro de alta presión en el océano Atlántico, frente a las costas de Buenos Aires y Uruguay, determinó un flujo de aire del sector norte que produjo temperaturas anómalamente cálidas, en la Patagonia y el centro-oeste del país. En localidades del Norte, NOA, Cuyo y norte patagónico la temperatura máxima absoluta superó los 40 °C. La región del Litoral mostró anomalías de temperatura máxima media levemente inferiores a 0 °C, y lo mismo ocurrió con la temperatura mínima media en una zona más amplia que abarca parte del centro del territorio.

DÉCADA 3 ENERO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	32.2	36.4	31	14.8	9.2	21	23.5	21.8	1.7
Bahía Blanca	Buenos Aires	37.2	39.2	29	20.8	16.4	22	29.0	23.9	5.1
Balcarce	Buenos Aires	32.0	36.9	31	16.8	12.1	21	24.4	21.6	2.8
Bolívar	Buenos Aires	33.5	39.3	31	14.4	11.5	21	24.0	22.4	1.6
Bordenave	Buenos Aires	35.1	39.5	31	18.5	13.6	21	26.8	22.8	4.0
Castelar	Buenos Aires	31.3	37.1	31	19.0	14.8	21	25.2	24.4	0.8
Coronel Suárez	Buenos Aires	33.4	37.1	31	15.0	11.9	21	24.2	21.2	3.0
Ezeiza	Buenos Aires	31.4	35.7	30	19.3	13.0	21	25.4	24.4	1.0
Junín	Buenos Aires	32.5	37.3	31	15.6	12.5	21	24.0	23.0	1.0
La Plata	Buenos Aires	29.4	34.3	31	18.1	11.7	21	23.7	23.4	0.3
Las Flores	Buenos Aires	32.5	37.0	31	16.7	11.0	21	24.6	22.7	1.9
Mar Del Plata	Buenos Aires	30.8	34.4	30	16.1	10.0	21	23.4	20.7	2.7
Nueve de Julio	Buenos Aires	33.2	38.4	31	16.4	14.7	21	24.8	23.3	1.5
Pehuajó	Buenos Aires	33.7	38.8	31	16.3	11.7	21	25.0	23.0	2.0
Pigüé	Buenos Aires	32.9	36.8	31	15.4	11.4	21	24.2	21.5	2.7
San Pedro	Buenos Aires	31.8	36.9	31	18.2	13.2	21	25.0	24.4	0.6
Tandil	Buenos Aires	31.7	35.6	31	13.9	8.2	21	22.8	21.0	1.8
Tres Arroyos	Buenos Aires	34.9	38.2	31	17.6	14.0	21	26.3	22.0	4.3
Laboulaye	Córdoba	31.9	36.3	31	16.3	14.1	22	24.1	23.3	0.8
Manfredi	Córdoba	33.2	37.5	31	15.0	11.5	27	24.1	22.8	1.3
Marcos Juárez	Córdoba	31.1	34.6	31	16.2	14.0	27	23.6	23.6	0.0
Pilar	Córdoba	32.0	36.2	30	17.8	14.4	22	24.9	23.8	1.1
Río Cuarto	Córdoba	31.0	34.9	30	18.0	15.8	22	24.5	23.1	1.4
C. del Uruguay	Entre Ríos	31.4	35.9	31	17.7	16.1	22	24.5	25.0	-0.5
Concordia	Entre Ríos	31.3	35.6	31	19.1	17.0	23	25.2	25.7	-0.5
Gualeduaychú	Entre Ríos	31.2	36.7	31	18.6	15.6	21	24.9	25.1	-0.2
Paraná	Entre Ríos	31.2	34.6	30	18.7	17.0	26	24.9	25.1	-0.2
Anguil	La Pampa	35.8	41.0	31	17.7	12.4	21	26.8	23.4	3.4
General Pico	La Pampa	33.6	39.0	31	18.2	15.6	22	25.9	23.9	2.0
Santa Rosa	La Pampa	35.8	40.1	30	17.8	15.3	22	26.8	23.8	3.0
Ceres	Santa Fe	32.7	36.1	31	17.4	16.1	26	25.0	25.5	-0.5
Rafaela	Santa Fe	33.1	36.7	30	17.9	15.6	27	25.5	24.9	0.6
Reconquista	Santa Fe	31.5	35.1	31	20.5	19.3	28	26.0	26.3	-0.3
Rosario	Santa Fe	30.9	36.8	31	18.8	16.4	27	24.9	25.0	-0.1

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 -

2.5 GRADOS DÍA

ENERO 2024

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	381.4	1015.7	288.4	677.4	17
Bahia Blanca	Buenos Aires	483.6	1306.6	390.6	948.7	25
Balcarce	Buenos Aires	393.6	908.6	300.6	639.9	18
Bolívar	Buenos Aires	400.0	1128.7	307.0	775.3	22
Bordenave	Buenos Aires	452.2	1189.7	359.2	842.9	24
Castelar	Buenos Aires	463.7	1375.5	370.7	1011.1	18
Coronel Suarez	Buenos Aires	390.4	1021.9	297.4	681.7	20
Ezeiza	Buenos Aires	455.0	1322.2	362.0	960.7	19
Junín	Buenos Aires	420.1	1277.7	327.1	918.4	19
La Plata	Buenos Aires	412.1	1173.1	319.1	821.5	9
Las Flores	Buenos Aires	413.9	1147.1	320.9	796.1	19
Mar Del Plata	Buenos Aires	350.2	898.3	257.2	577.1	12
Nueve de Julio	Buenos Aires	435.5	1286.9	342.5	926.0	24
Pehuajó	Buenos Aires	427.3	1269.6	334.3	909.6	24
Pigüé	Buenos Aires	390.1	1036.4	297.1	693.0	17
San Pedro	Buenos Aires	465.3	1430.8	372.3	1066.2	23
Tandil	Buenos Aires	355.7	896.6	262.7	574.3	15
Tres Arroyos	Buenos Aires	420.6	1126.0	327.6	780.0	23
Laboulaye	Córdoba	425.4	1369.9	332.4	1008.0	16
Manfredi	Córdoba	453.1	1503.0	360.1	1142.8	24
Marcos Juárez	Córdoba	425.1	1414.2	332.1	1052.3	18
Pilar	Córdoba	454.5	1532.2	361.5	1169.9	17
Río Cuarto	Córdoba	419.3	1376.8	326.3	1015.2	13
C. del Uruguay	Entre Ríos	462.8	1210.9	369.8	935.8	23
Concordia	Entre Ríos	465.8	1535.1	372.8	1167.2	20
Gualectuaychú	Entre Ríos	471.4	1448.6	378.4	1087.4	22
Paraná	Entre Ríos	464.6	1540.8	371.6	1175.0	18
Anguil	La Pampa	462.0	1311.4	369.0	955.5	29
General Pico	La Pampa	439.5	1335.1	346.5	973.4	21
Santa Rosa	La Pampa	459.4	1310.4	366.4	951.1	27
Ceres	Santa Fe	482.3	1706.0	389.3	1338.0	23
Rafaela	Santa Fe	498.3	963.7	405.3	777.7	26
Reconquista	Santa Fe	504.8	1744.7	411.8	1375.7	23
Rosario	Santa Fe	460.5	1457.4	367.5	1092.5	17

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

MES: grados día acumulados en el mes

TMáx: temperatura máxima (°C)

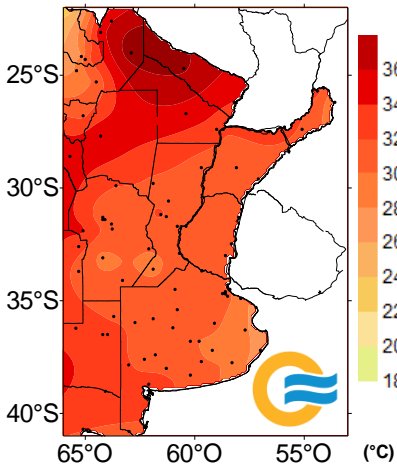
Balcarce y Concepción del Uruguay: datos faltantes en octubre 2023

Rafaela: datos faltantes en octubre y noviembre 2023

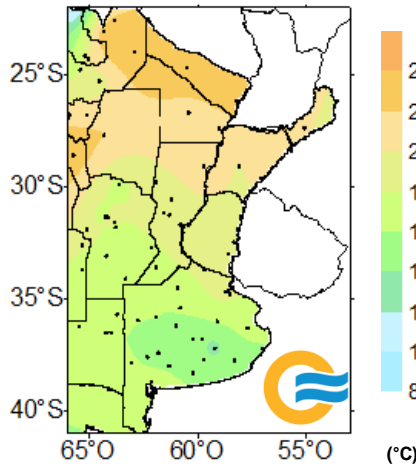
2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

ENERO 2024

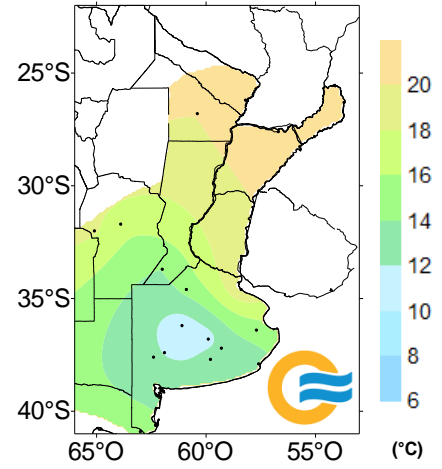
TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA



TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA

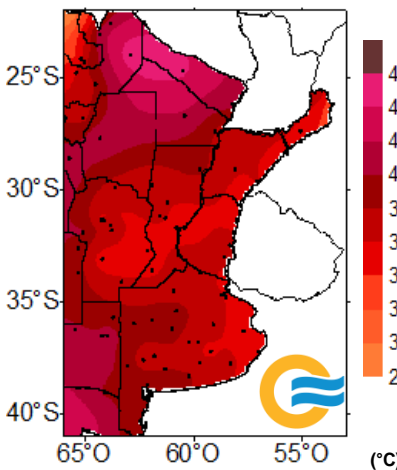


TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA a 5cm DEL SUELO

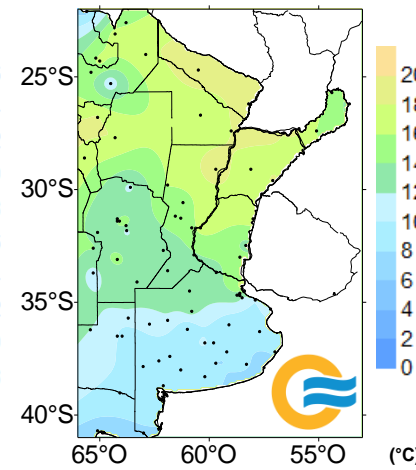


SIN DATO

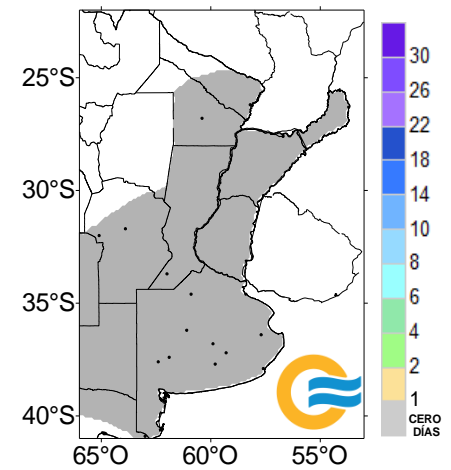
TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA



TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA



DÍAS CON TEMPERATURA MÍNIMA a 5cm DEL SUELO < 0°C



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.

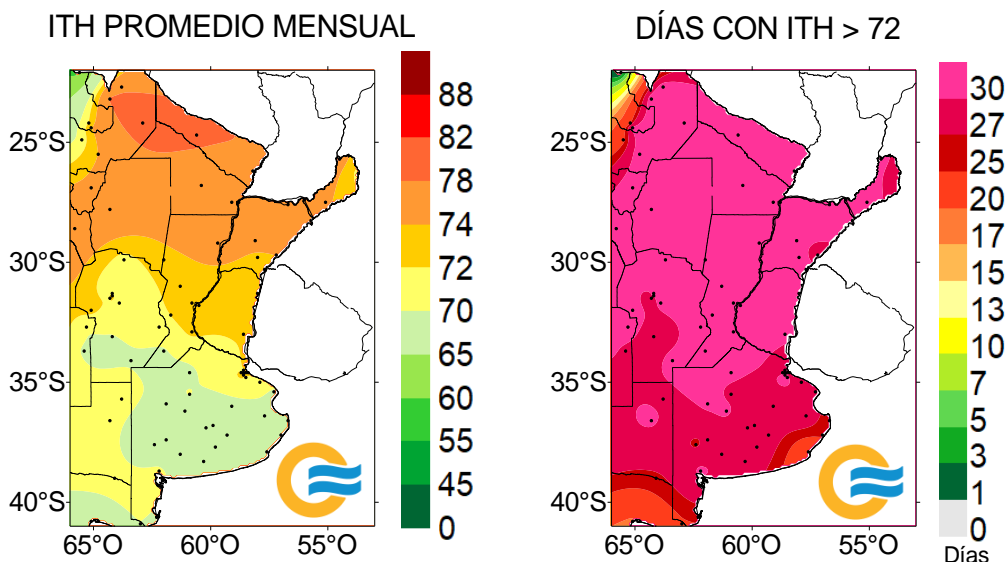
2- alerta, ITH entre 74 - 78, la productividad de los animales se ve disminuida y se recomienda tomar medidas de enfriamiento de los animales.

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.

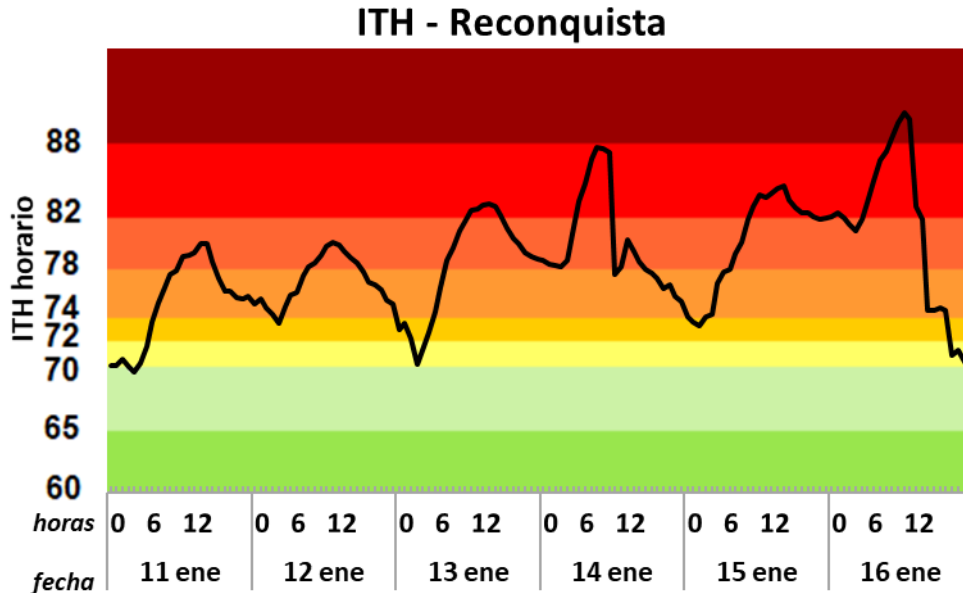
4- emergencia, ITH de valores mayores a 82, puede ocurrir la muerte de los animales, por lo que todas las medidas para el enfriamiento de los animales son recomendadas.

Las temperaturas máximas promedio mensuales han sido normales o inferiores a éstas en la mayor parte del centro y norte del país, pero las temperaturas máximas diarias superaron los 35°C en la zona central y los 40°C en el norte, por lo que en las horas de mayor insolación el índice ITH superó el umbral de condiciones ambientales desfavorables para los animales.

ENERO 2024



Dentro de la cuenca lechera, en la zona de Reconquista se registró un período de 5 días consecutivos con valores de temperatura y humedad que generan estrés para el ganado, del 11 al 16 de enero. Específicamente, se contabilizaron 87 horas consecutivas donde el ITH superó el umbral 72, del 13 al 16 de enero.



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

3. INFORME DE PRECIPITACIÓN

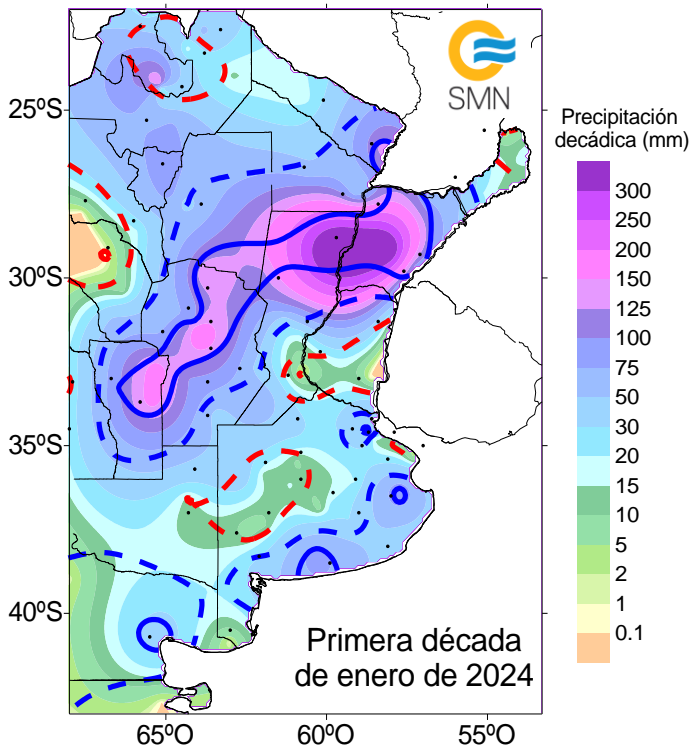
En las siguientes tablas y mapas se muestran los valores de precipitación de las distintas décadas del mes de enero de 2024.

3.1 PRIMERA DÉCADA

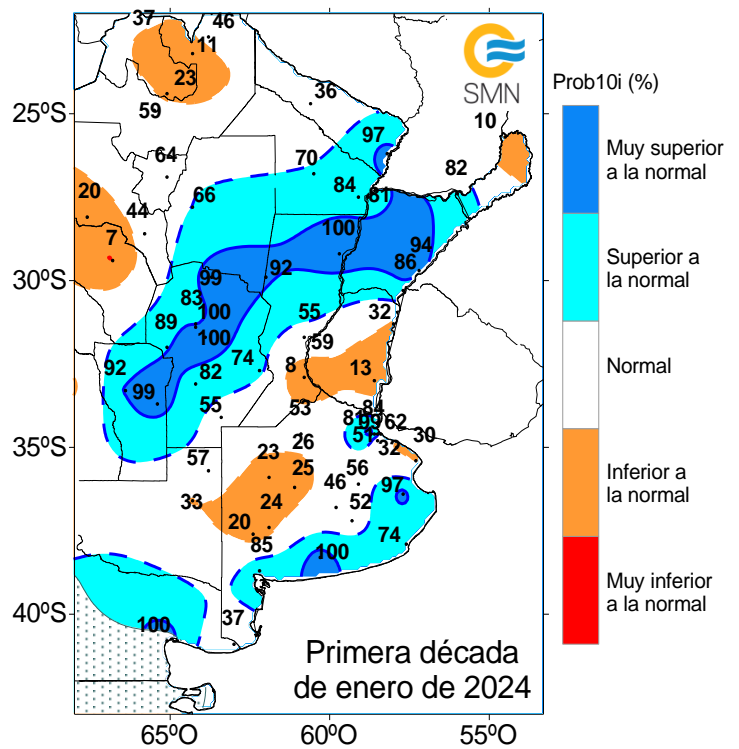
Se produjeron precipitaciones en gran parte del territorio, los mayores acumulados decádicos (entre 125 y más de 300 mm) ocurrieron en el este de Formosa, Corrientes, norte y centro de Santa Fe, noreste, centro y sudoeste de Córdoba y noreste de San Luis. De esta manera, las lluvias fueron superiores a lo normal en todas las zonas mencionadas, parte del NOA, sur de Buenos Aires y este de Río Negro. Además se registraron récords de precipitación decádica acumulada en las localidades que se muestran en la Tabla I. Según la distribución de precipitación y temperatura, la ETP fue superior a las lluvias en parte del NOA y del NEA, el centro del país, gran parte de Santa Fe, Corrientes y sudeste de Buenos Aires; donde además se produjeron humedecimientos de los suelos. En cuanto a las condiciones hídricas de estos en la región Pampeana, van de excesos a deficitarias; también se destacan los excesos en el norte de Santa Fe, Corrientes y este de Formosa.

Tabla I. Récorde de precipitación decádica (mm) según el índice Prob10i.

Localidad	Provincia	Precipitación acumulada en 10 días (mm)
Reconquista Aero	Santa Fe	431.0
Pilar Observatorio	Córdoba	189.5
Córdoba Observatorio	Córdoba	136
San Miguel	Buenos Aires	107.0
Tres Arroyos	Buenos Aires	89.5
San Antonio Oeste Aero	Río Negro	41.0



- 10 % Muy inferior a la normal
- - - 33.3 % Inferior a la normal
- - - 66.6 % Superior a la normal
- 90 % Muy superior a la normal



El Índice PROB10i de la precipitación informa el porcentaje de datos históricos (1981-2010) a los que la lluvia acumulada en esta década iguala o supera.

Los valores de precipitación presentados en la Tabla I son los que superan al 100 % de los valores históricos para el mismo período.

DÉCADA 1 ENERO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	23.0	-6.3	3	16.0	4
Bahía Blanca	Buenos Aires	34.6	9.9	2	26.0	4
Balcarce	Buenos Aires	0.0	-22.8	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	15.8	-20.4	2	9.0	7
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-31.5	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	62.2	23.4	2	41.0	7
Coronel Suarez	Buenos Aires	9.0	-14.2	3	5.0	9
Ezeiza	Buenos Aires	15.0	-18.0	2	10.0	10
Junín	Buenos Aires	33.7	-8.5	2	17.0	5
La Plata	Buenos Aires	9.0	-30.9	1	9.0	7
Las Flores	Buenos Aires	20.0	-11.1	3	14.0	6
Mar Del Plata	Buenos Aires	34.0	7.7	3	21.0	5
Nueve de Julio	Buenos Aires	9.0	-33.0	2	7.0	7
Pehuajó	Buenos Aires	12.6	-24.0	3	5.0	4
Pigüé	Buenos Aires	6.9	-18.0	2	4.0	7
San Pedro	Buenos Aires	16.0	-15.8	1	16.0	7
Tandil	Buenos Aires	29.3	-5.8	5	12.0	6
Tres Arroyos	Buenos Aires	89.5	64.7	3	51.0	4
Laboulaye	Córdoba	43.6	-6.4	1	43.0	5
Manfredi	Córdoba	48.4	6.6	4	39.5	6
Marcos Juárez	Córdoba	47.0	1.9	3	18.0	5
Pilar	Córdoba	189.5	152.5	2	140.0	6
Río Cuarto	Córdoba	95.5	40.2	5	58.0	6
C. del Uruguay	Entre Ríos	0.0	-31.2	0	-	-
Concordia	Entre Ríos	12.0	-29.5	3	8.0	10
Gualedguaychú	Entre Ríos	0.0	-41.7	0	-	-
Paraná	Entre Ríos	27.0	-2.8	2	22.0	6
Anguil	La Pampa	0.8	-30.1	0	-	-
General Pico	La Pampa	42.0	5.0	2	24.0	9
Santa Rosa	La Pampa	13.4	-16.1	1	12.0	7
Ceres	Santa Fe	118.0	73.1	5	44.0	6
Rafaela	Santa Fe	7.9	-25.8	2	4.5	6
Reconquista	Santa Fe	431.0	378.0	5	132.0	9
Rosario	Santa Fe	2.0	-38.7	0	-	-

3.2 SEGUNDA DÉCADA

DÉCADA 2 ENERO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	3.3	-34.9	1	3.0	13
Bahia Blanca	Buenos Aires	0.8	-19.1	0	-	-
Balcarce	Buenos Aires	0.0	-32.8	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	4.0	-28.3	1	4.0	15
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-25.9	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	29.6	4.2	3	15.4	15
Coronel Suarez	Buenos Aires	5.0	-31.5	1	5.0	12
Ezeiza	Buenos Aires	14.0	-13.7	2	10.0	15
Junín	Buenos Aires	42.0	3.8	4	16.0	13
La Plata	Buenos Aires	14.0	-14.1	3	8.0	15
Las Flores	Buenos Aires	0.0	-30.0	0	-	-
Mar Del Plata	Buenos Aires	0.0	-26.3	0	-	-
Nueve de Julio	Buenos Aires	22.0	-10.2	2	13.0	13
Pehuajó	Buenos Aires	4.0	-31.3	1	3.0	13
Pigüé	Buenos Aires	19.0	-8.0	1	19.0	12
San Pedro	Buenos Aires	24.5	-5.3	2	16.0	15
Tandil	Buenos Aires	5.9	-27.2	1	5.0	16
Tres Arroyos	Buenos Aires	0.8	-25.0	0	-	-
Laboulaye	Córdoba	131.0	96.1	4	67.0	15
Manfredi	Córdoba	10.1	-24.7	2	8.0	13
Marcos Juárez	Córdoba	70.0	39.4	4	31.0	13
Pilar	Córdoba	2.0	-35.9	1	2.0	16
Río Cuarto	Córdoba	52.0	19.3	3	45.0	15
C. del Uruguay	Entre Ríos	113.6	71.3	3	73.3	15
Concordia	Entre Ríos	166.3	127.4	2	122.0	16
Gualedaychú	Entre Ríos	57.0	15.7	2	31.0	16
Paraná	Entre Ríos	90.0	50.4	4	40.0	14
Anguil	La Pampa	0.3	-35.7	0	-	-
General Pico	La Pampa	13.0	-18.0	3	5.0	12
Santa Rosa	La Pampa	8.0	-21.1	2	5.0	11
Ceres	Santa Fe	0.0	-42.5	0	-	-
Rafaela	Santa Fe	10.3	-25.9	1	8.8	14
Reconquista	Santa Fe	28.0	-10.4	4	20.0	16
Rosario	Santa Fe	83.0	46.5	4	62.0	15

El sur de la Patagonia registró precipitaciones de variada intensidad a lo largo de todo el período analizado, con un acumulado total de 60.6 mm en la localidad de Ushuaia. A partir del día 14 se observó el pasaje de un frente frío por la región central que se desplazó hacia el noreste del país y quedó estacionado en la región del Litoral, dejando los principales acumulados de precipitación del período. En la provincia de Entre Ríos, noreste de Corrientes, sur de Misiones, centro y sur de Santa Fe, centro y sur de Córdoba, este de San Luis y norte de la provincia de Buenos Aires las lluvias resultaron de superiores a muy superiores a lo normal, mientras que en el norte de la región central, norte del país y centro y sur de la provincia de Buenos Aires los registros de precipitaciones fueron inferiores a muy inferiores a lo normal. Los mayores valores de lluvia acumulada a lo largo de toda la década se registraron en Posadas (156.6 mm); Ituzaingó (80 mm); Concordia (166.3 mm); Laboulaye (131 mm); Venado Tuerto (100 mm); Paraná (90 mm); Villa Reynolds (83 mm); Marcos Juárez (70 mm) y Sauce Viejo (61 mm).

Las precipitaciones acaecidas favorecieron la recarga de humedad el suelo en Entre Ríos, centro y sur de Santa Fe y Córdoba norte de la provincia de Buenos Aires y este de San Luis, dejando al perfil en buenas condiciones de humedad o con excesos leves, según el modelo de balance hídrico analizado. En el centro y norte de la región del Litoral persistieron los excedentes hídricos, debido a los aportes pluviométricos recibidos en el período anterior.

3.3 TERCERA DÉCADA

El final de enero se caracterizó por la permanencia de un centro anticiclónico en el océano Atlántico, frente a las costas de Buenos Aires y Uruguay, que inhibió el desarrollo de condiciones de inestabilidad en casi todo el país, por lo que las precipitaciones fueron de escasas a nulas, con algunos acumulados decádicos en estaciones aisladas que rondaron los 40 mm, y todas las demás mediciones por debajo de los 15 mm. Las anomalías negativas de precipitación predominaron en todo el territorio, tanto en valores de intensidad como en frecuencia de días con registro de lluvia.

Las altas temperaturas registradas exacerbaron el secamiento de los suelos, que recibieron pobres recargas y disminuyeron sustancialmente sus almacenajes, siendo en general alto el requerimiento hídrico en los próximos días para no presentar condiciones de sequía.

DÉCADA 3 ENERO 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	13.0	-23.3	1	13.0	30
Bahía Blanca	Buenos Aires	12.0	-9.7	1	12.0	30
Balcarce	Buenos Aires	0.0	-43.8	0	-	-
Bolívar	Buenos Aires	0.0	-44.1	0	-	-
Bordenave	Buenos Aires	0.0	-42.6	0	-	-
Castelar	Buenos Aires	0.0	-41.3	0	-	-
Coronel Suarez	Buenos Aires	2.0	-35.1	1	2.0	30
Ezeiza	Buenos Aires	0.0	-39.1	0	-	-
Junín	Buenos Aires	0.0	-48.8	0	-	-
La Plata	Buenos Aires	0.0	-43.0	0	-	-
Las Flores	Buenos Aires	3.0	-32.6	1	3.0	30
Mar Del Plata	Buenos Aires	6.0	-32.5	1	6.0	30
Nueve de Julio	Buenos Aires	0.0	-47.7	0	-	-
Pehuajó	Buenos Aires	0.0	-44.5	0	-	-
Pigüé	Buenos Aires	2.0	-27.6	1	2.0	30
San Pedro	Buenos Aires	0.0	-42.9	0	-	-
Tandil	Buenos Aires	14.0	-26.6	1	14.0	30
Tres Arroyos	Buenos Aires	41.0	11.8	1	41.0	31
Laboulaye	Córdoba	0.0	-45.1	0	-	-
Manfredi	Córdoba	0.0	-42.2	0	-	-
Marcos Juárez	Córdoba	0.0	-38.7	0	-	-
Pilar	Córdoba	0.0	-37.2	0	-	-
Río Cuarto	Córdoba	16.0	-31.4	1	16.0	30
C. del Uruguay	Entre Ríos	0.0	-48.4	0	-	-
Concordia	Entre Ríos	0.0	-59.7	0	-	-
Gualeduaychú	Entre Ríos	0.0	-47.4	0	-	-
Paraná	Entre Ríos	0.0	-42.8	0	-	-
Anguil	La Pampa	0.0	-36.7	0	-	-
General Pico	La Pampa	0.0	-38.6	0	-	-
Santa Rosa	La Pampa	0.0	-36.7	0	-	-
Ceres	Santa Fe	0.0	-52.6	0	-	-
Rafaela	Santa Fe	0.0	-48.4	0	-	-
Reconquista	Santa Fe	0.0	-59.5	0	-	-
Rosario	Santa Fe	0.0	-43.5	0	-	-

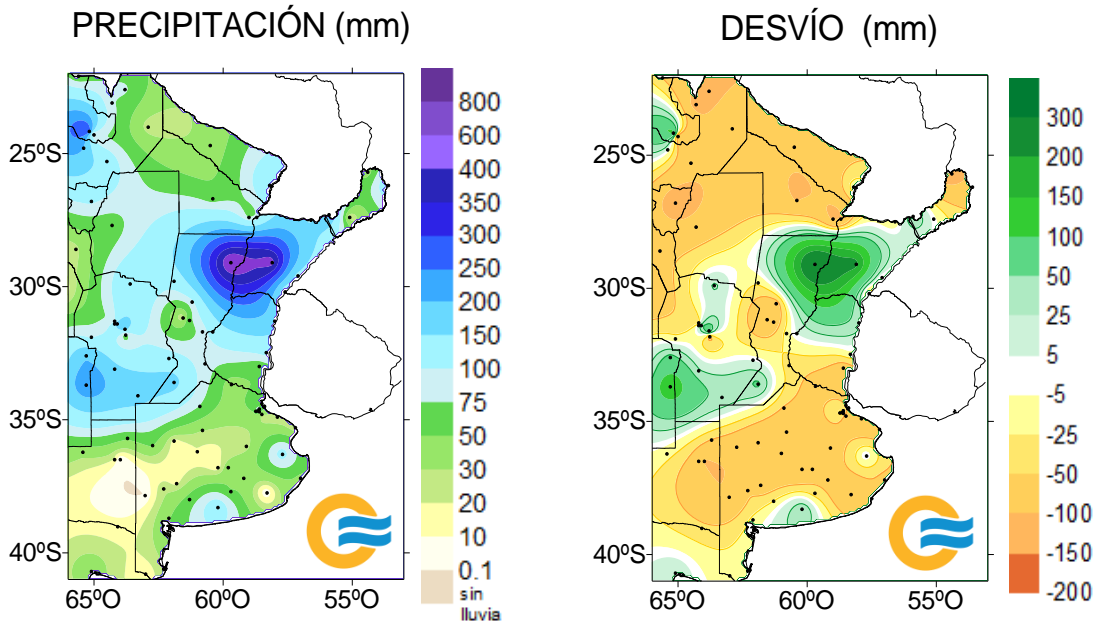
[Referencias correspondientes a las tablas de precipitación por década.](#)

PD: precipitación (mm) total de la década
DN: desvío de la precipitación (mm) promedio 1991-2020
DLLu: días con precipitación > 1 mm

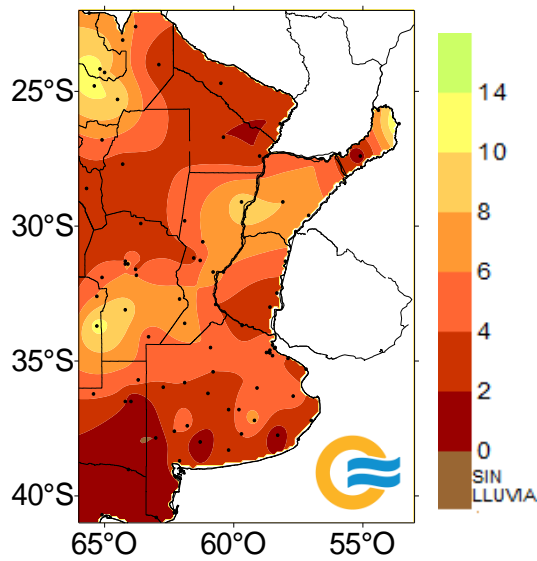
MAX: precipitación máxima (mm) registrada en 24 horas
DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria
DN: desvío del promedio

3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

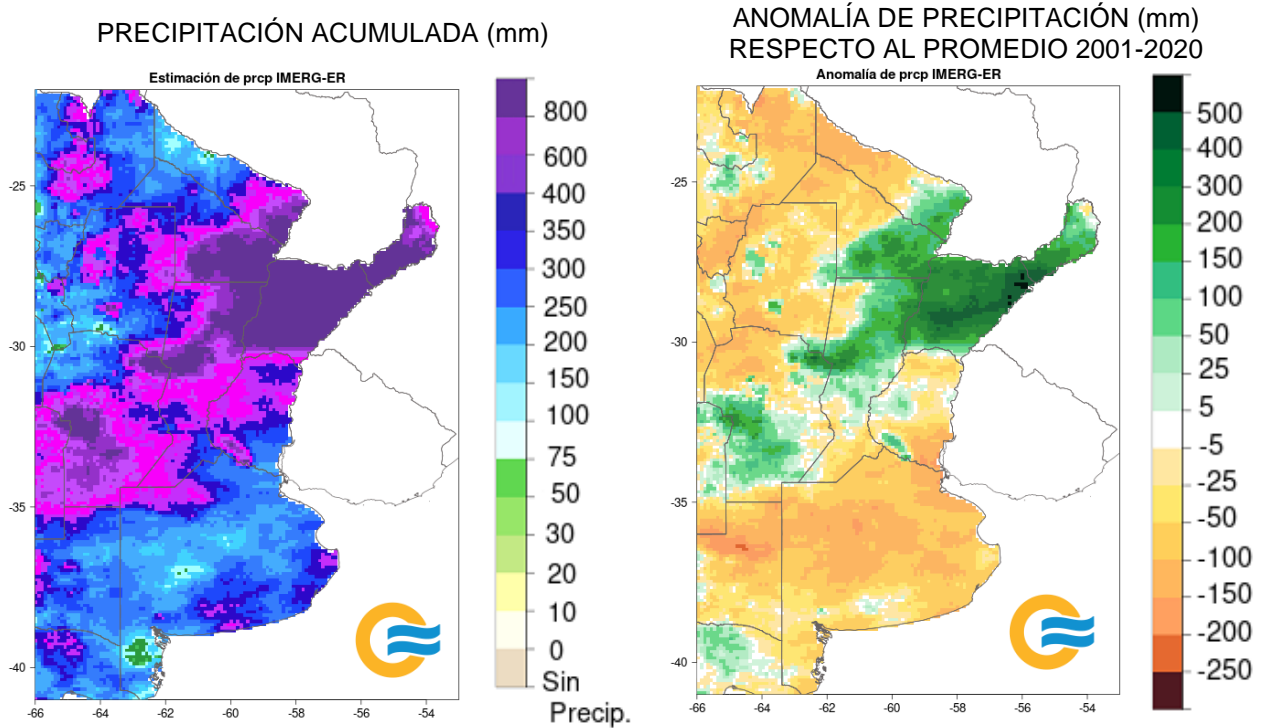
ENERO 2024



DÍAS CON PRECIPITACIÓN



PRECIPITACIÓN ESTIMADA CON SENSORES REMOTOS - IMERG_ER ENERO 2024



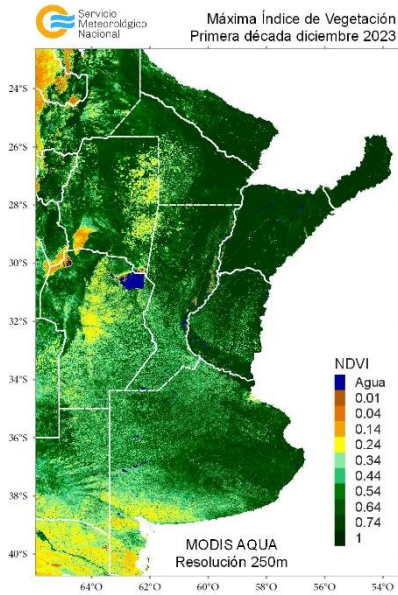
4. ÍNDICES SATELITALES

4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

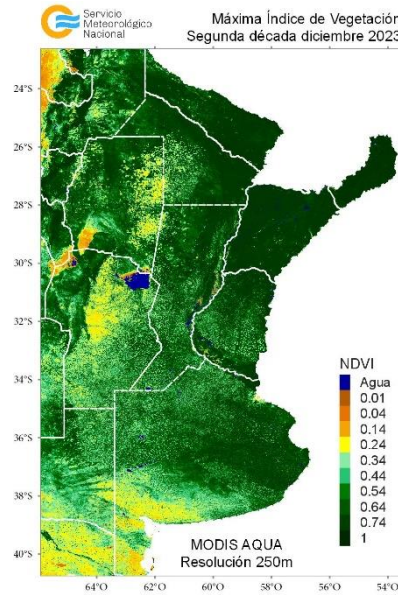
A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de diciembre de 2023 y enero de 2024. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. A lo largo de las décadas se aprecia un aumento de la actividad fotosintética, en parte asociado a los cultivos de siembra tardía que se encuentran en etapa vegetativa y los de siembra temprana que se hallan en fases reproductivas. Además, en la mayor parte de la zona las condiciones hídricas de los suelos son favorables para el desarrollo de la vegetación.

DICIEMBRE 2023

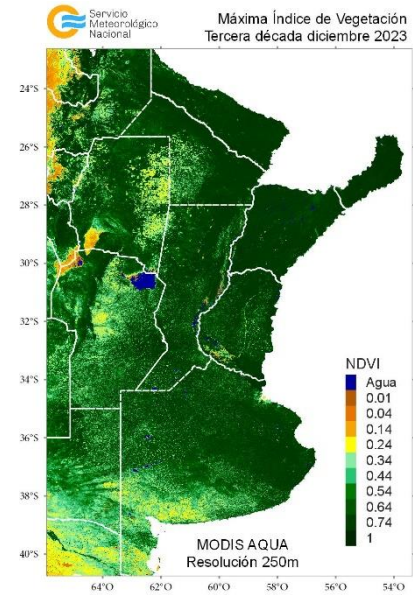
DÉCADA 1



DÉCADA 2

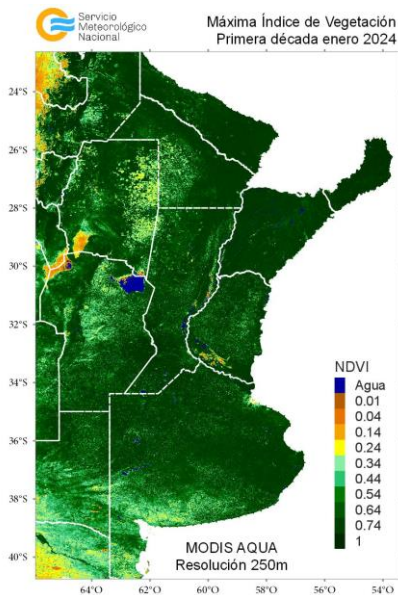


DÉCADA 3

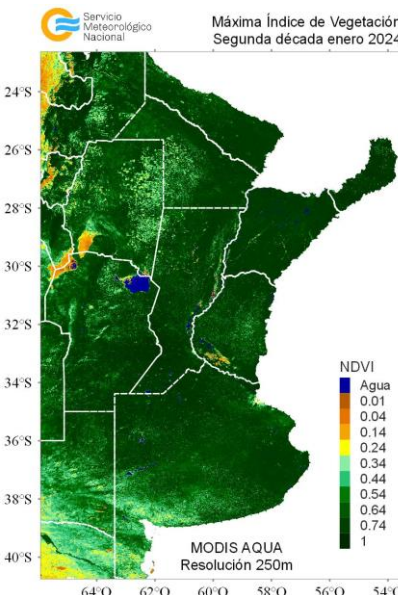


ENERO 2024

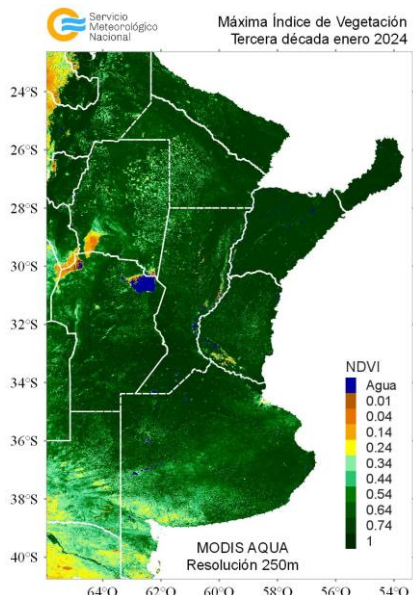
DÉCADA 1



DÉCADA 2



DÉCADA 3



4.2. HUMEDAD DEL SUELO

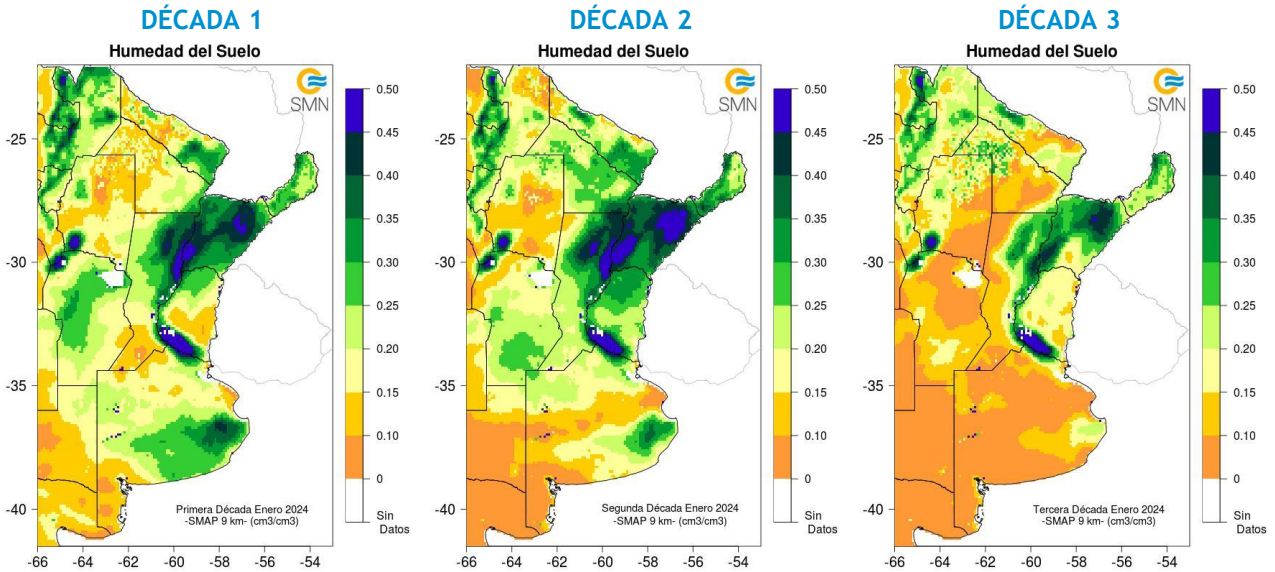
Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de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

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

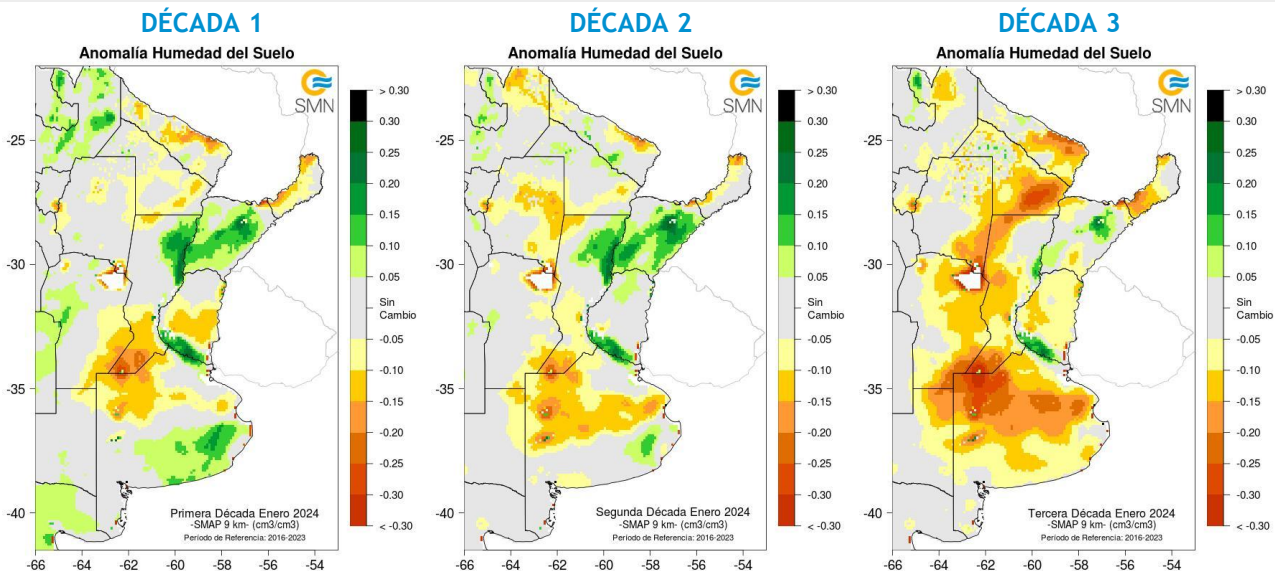
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2024 respecto al periodo 2016-2023, para cada década.

En la última década de enero las precipitaciones han sido escasas o directamente nulas en algunas áreas, y esto se refleja en la humedad del suelo que fue mermando. Asimismo, el contenido de agua edáfico es casi toda el área inferior al promedio 2016-2023.

ENERO 2024 HUMEDAD DEL SUELO



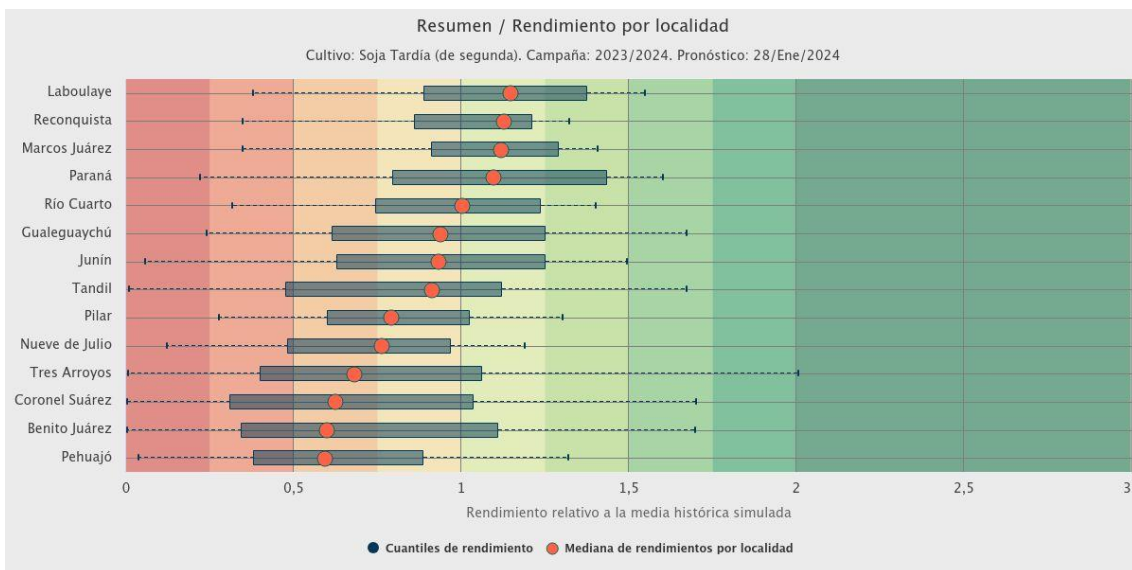
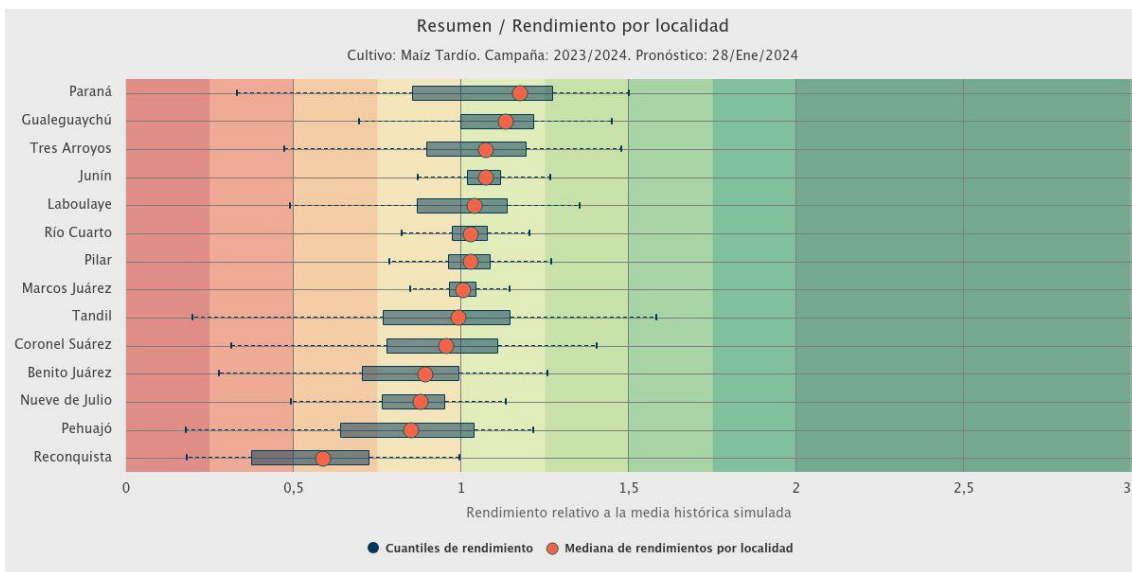
ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO



5. PRONÓSTICOS DE RENDIMIENTOS SIMULADOS - ProRindes

ProRindes es una herramienta para estimar el rendimiento de soja, maíz, trigo y cebada en varias localidades de la región Pampeana y a lo largo de toda una campaña agrícola. En este momento del año se simula el rendimiento de maíz y soja tardíos. En este boletín se presenta el pronóstico obtenido el día 20/01/2024 (se puede ver la actualización semanal en: <https://prorindes.smn.gov.ar/>).

En los siguientes gráficos se muestra el pronóstico de rendimiento por localidad para el maíz y la soja de siembra tardía en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. Para el maíz, las perspectivas de rinde son en torno o superiores a los valores promedio, a excepción de las localidades ubicadas en la región I. Para la soja, se estiman menores rendimientos en algunas localidades de las regiones IV y V.



DEFINICIÓN Y ABREVIATURA DE PARÁMETROS EMPLEADOS

TEMPERATURA

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

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

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

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

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

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

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

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

GRADOS DIAS

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

GD: Temperatura media diaria - Temperatura base

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

PRECIPITACIONES

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

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

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

PRECIPITACIÓN ESTIMADA IMERG_ER

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

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

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

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

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

Más información:

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

NDVI (índice de vegetación normalizado)

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

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

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

HUMEDAD DEL SUELO

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

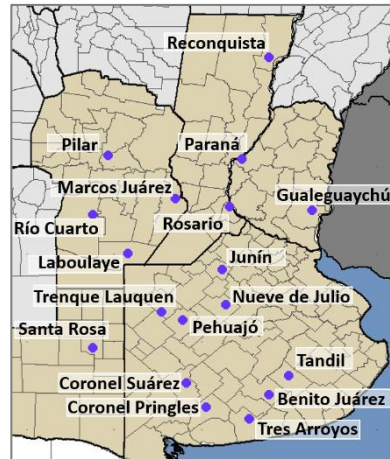
La resolución temporal del satélite es de 3 días, por lo que se obtiene un mapa integrado para la región Argentina con dicha frecuencia, tanto para las pasadas descendentes (6 am – hora local), como las ascendentes (6 pm – hora local). De esta forma, si los datos son óptimos se consideran, para el promedio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

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

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

PRORINDES

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



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

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

El pronóstico se actualiza semanalmente en:

<https://prorindes.smn.gob.ar/>

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

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

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

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

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

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

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

Introducción

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

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

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

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

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

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

1. Aspectos técnicos y operativos del sistema ProRindeS

1.1 Principales componentes del sistema ProRindeS

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

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

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

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

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



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

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

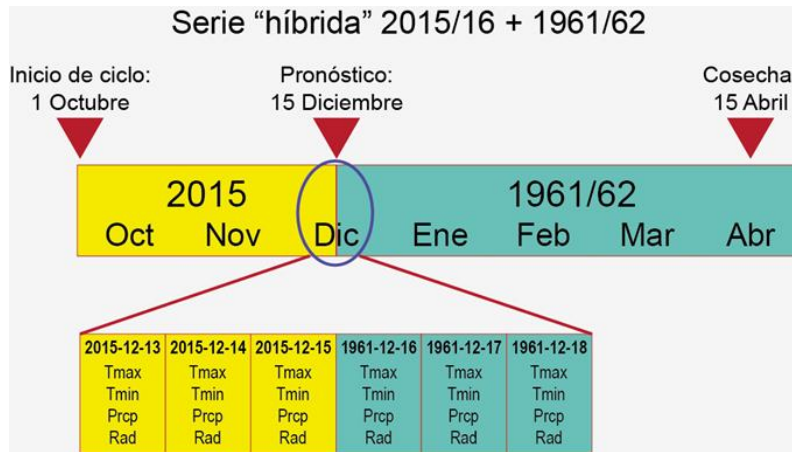


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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

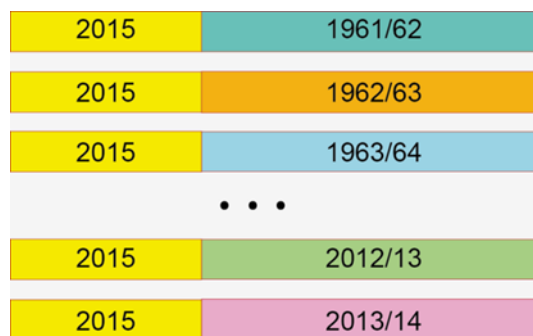


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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

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

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

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

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

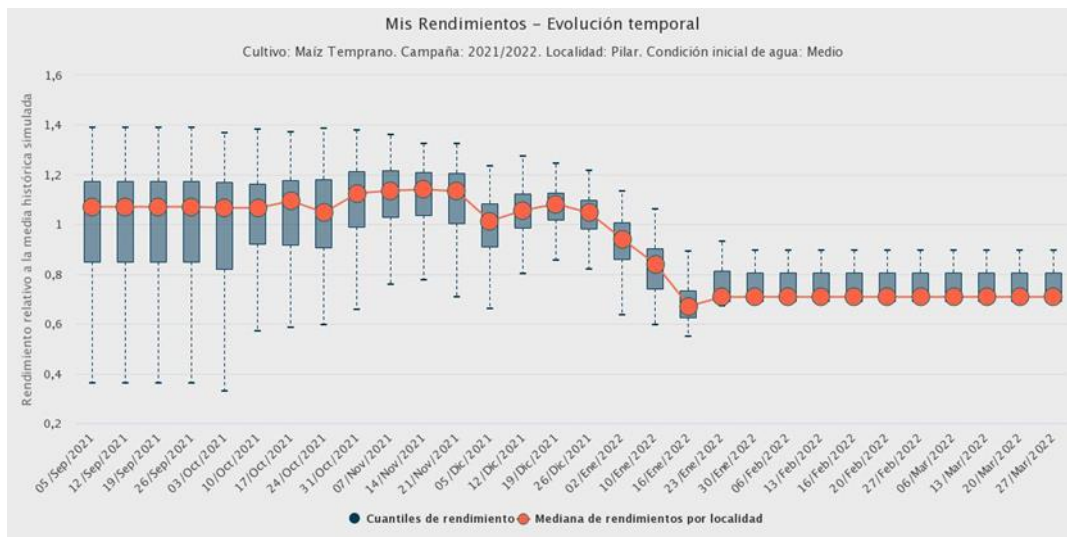


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

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

1.2 Validaciones y limitaciones

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

Los modelos de simulación utilizados por ProRindeS (los modelos CERES y CROPGRO en la suite DSSAT) capturan la influencia de muchos factores que influyen sobre el rendimiento simulado, pero también hay otros factores o procesos que no son capturados por estos modelos, mostrando **limitaciones**. La interpretación de los resultados pronosticados debe hacerse con cuidado y considerando qué factores han tenido un rol en la evolución real de los cultivos en una determinada zona. Por ejemplo, las simulaciones de rendimientos no reproducen los efectos de plagas, malezas y enfermedades (los modelos asumen que el cultivo se mantiene libre de estos factores). En años o localidades donde ha habido fuerte incidencia de estos factores, el rendimiento real probablemente sea menor que el rendimiento simulado por ProRindeS. Otro factor que los modelos no capturan es la presencia de exceso de agua (anegamiento o encharcado). Si estos excesos existen, los rendimientos reales probablemente sean inferiores a los simulados. A la inversa, los efectos beneficiosos de una napa freática accesible a las raíces de un cultivo no serán reflejados por las simulaciones si faltan lluvias. En este caso, sin embargo, los rendimientos simulados serán algo menores que los reales (si la falta de lluvia es el único factor de estrés), ya que el subsidio de agua aportado por la napa no se ve reflejado por los modelos. De la misma manera, la presencia de excesos de agua (anegamiento o encharcado) no es capturada por los modelos, por lo que nuevamente los rendimientos reales probablemente sean inferiores a los simulados. Tampoco se tienen en cuenta fenómenos climáticos extremos como las heladas.

2. Resultados de Investigación producto de Vinculación con el sector académico.

1. Introducción

En la última década, más del 90% del trigo argentino se cultiva en una amplia región que va de los 23° a 40° de latitud a los 57° a 67° de longitud, en donde más del 80% se cosecha en la región pampeana (Abbate *et al.*, 2017). En dicha región, se lleva a cabo una producción en secano, por lo cual, el almacenaje de agua en el suelo se ve afectado por la escasez y exceso de precipitaciones. Debido a lo extenso de esta región, la precipitación varía tanto estacional como espacialmente (Pántano *et al.*, 2017). La señal de los eventos El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en las

precipitaciones mensuales en la región de estudio presentan una variabilidad regional. En términos generales las precipitaciones mensuales tienden a estar por encima (debajo) de los valores normales en los eventos El Niño (La Niña), impactando en el almacenamiento de agua en el suelo (Penalba *et al.*, 2019).

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

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

2.2 Materiales y Métodos

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

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

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

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

2.3. Resultados y Discusión

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

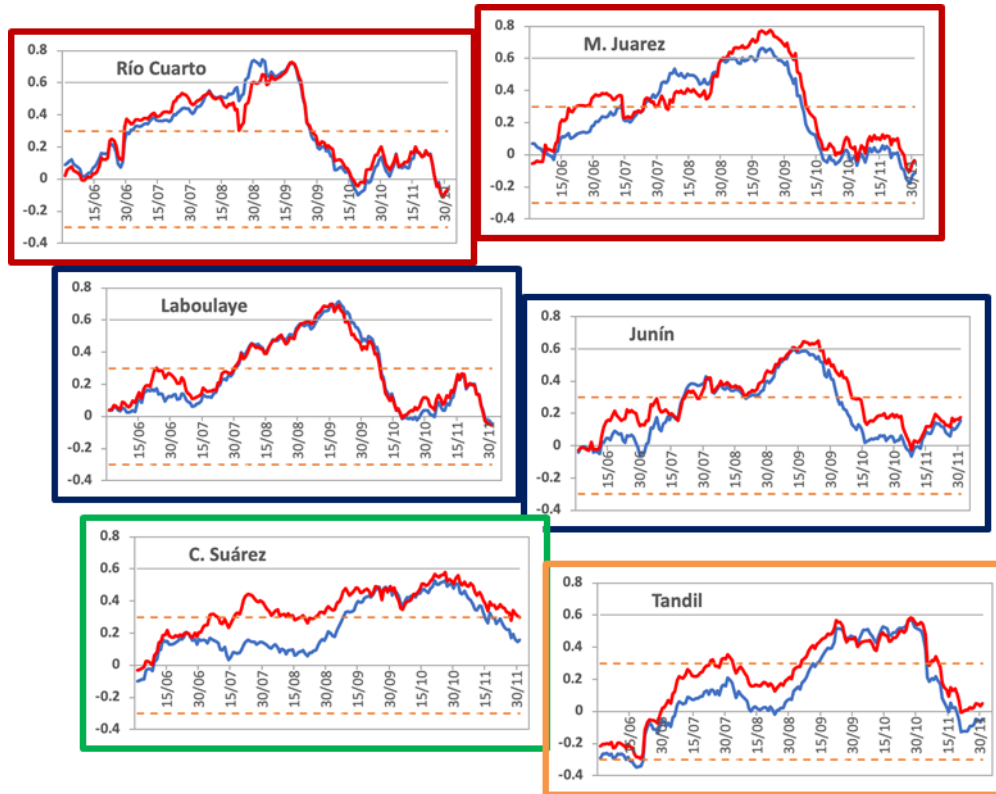


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

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

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

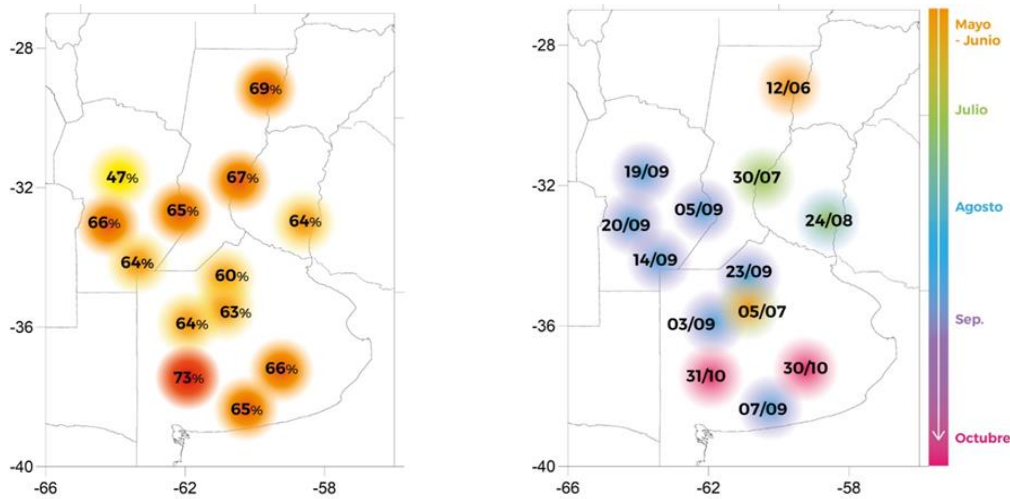


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

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

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

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

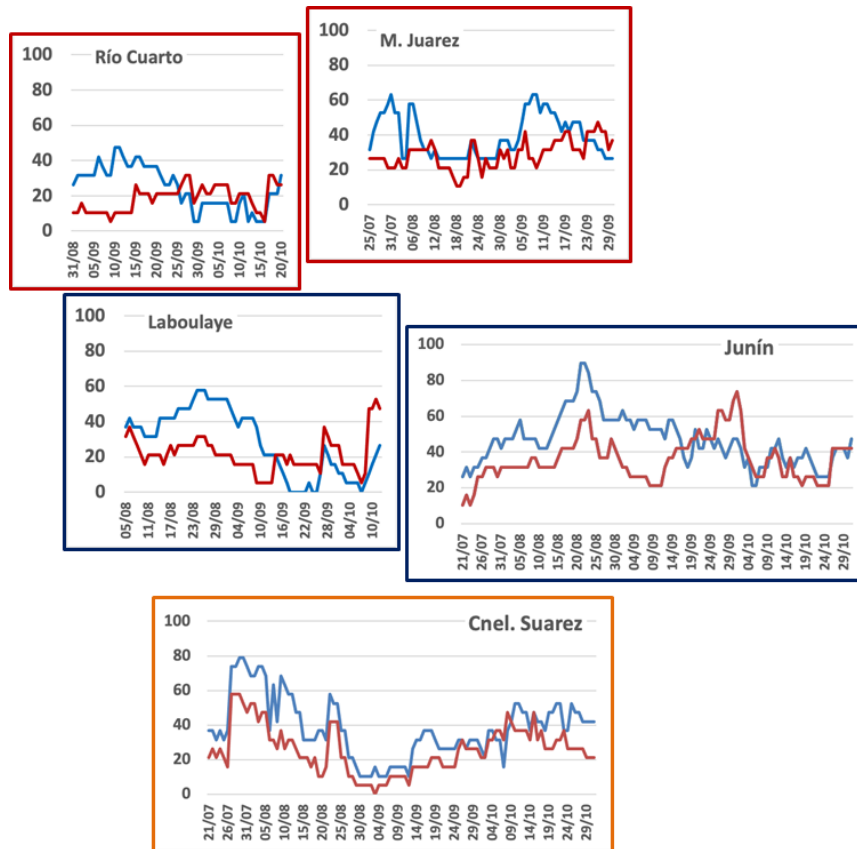


Figura 7: Probabilidad de tener bajos rendimientos (menores al percentil 33) con escasas precipitaciones en 30 días (menores al percentil 33) en eventos El Niño (curva roja); La Niña (curva azul). Utilizando simulaciones con bajo contenido de agua inicial.

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

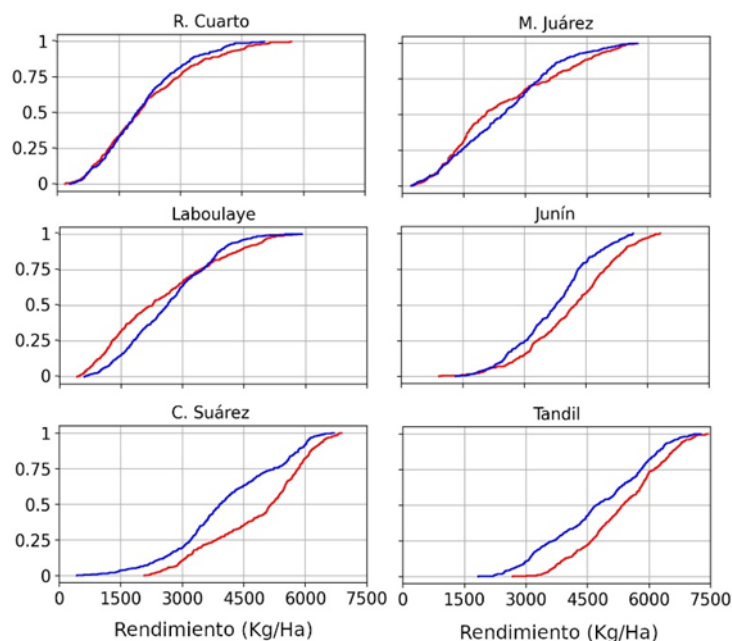


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

2.4. Conclusiones

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

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

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

2.5. Agradecimientos

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

Bibliografía

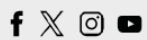
- Abbate P. E.; Cardós M. J.; Campaña L. E. 2017. *El trigo, su difusión, importancia como alimento y consumo. Manual de trigo. Instituto Internacional de Nutrición de Plantas, Programa Latinoamérica Cono Sur.*
- Bonhauere. D. y Koda. V. (2018). *ProRindeS documentación. Proyecto ProRindeS PY, Universidad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



Ministerio de Defensa
Argentina

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

www.smn.gob.ar



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