

BOLETÍN AGROMETEOROLÓGICO MENSUAL

DICIEMBRE 2024

Volumen XII
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
Cam Córdoba Fradinger

*Dirección Servicios Sectoriales
Servicio Meteorológico Nacional*

 <https://www.smn.gob.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	5

2

Temperatura

2.1	Temperatura media 1ra década	7
2.2	Temperatura media 2da década	8
2.3	Temperatura media 3da década	9
2.4	Heladas	11
2.5	Grados día	13
2.6	Mapas de temperatura	14
2.7	Índice de temperatura y humedad	14

3

Precipitación

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

4

Índices satelitales

4.1	Índice normalizado de vegetación	21
4.2	Anomalía del índice normalizado de vegetación	22
4.3	Humedad del suelo	23

5

Pronóstico de rendimiento - ProRindes

5.1	Pronóstico de rendimientos para los cultivos de maíz y soja (fecha de inicio: 29/12/2024)	25
-----	--	----

	Definición y abreviaturas de parámetros empleados	26
	Anexo: informe técnico sobre ProRindes	28

1.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS Y AGROMETEOROLÓGICOS GENERALES DE DICIEMBRE 2024.

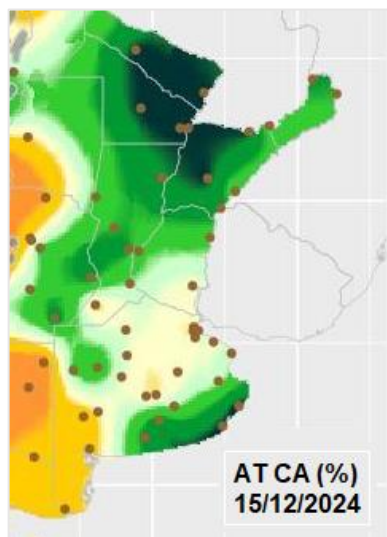
La cosecha de cebada tiene un buen ritmo de avance y sin inconvenientes, finalizando la trilla en el norte de Buenos Aires. Los rindes a nivel provincial promedian unos 37 qq/ha. Finalizó la cosecha de cebada en Córdoba (rendimientos promedios entre 15 y 31 qq/ha) y en el norte de La Pampa.

En cuanto al trigo, se da por finalizada la cosecha en el norte de Buenos Aires, con rindes muy buenos, en promedio entre 40 y 45 qq/ha. También se están obteniendo muy buenos rendimientos en la región centro-este bonaerense. Finalizó la recolección en Entre Ríos, estimándose un rinde promedio de 32 qq/ha.

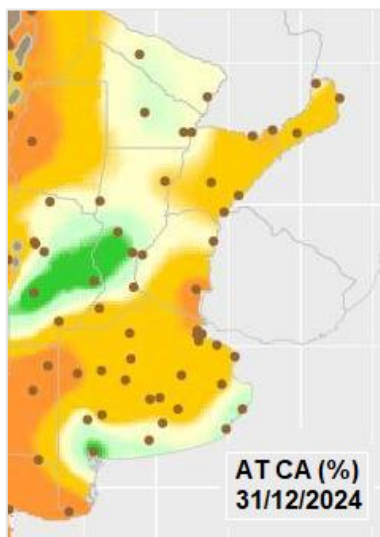
Progresan el cultivo de girasol, los lotes sembrados más temprano están en los inicios de fase reproductiva, tanto en Buenos Aires como en Córdoba. En Entre Ríos se encuentra en la etapa reproductiva, desde floración hasta llenado de granos. En Santa Fe comenzó la cosecha en el noreste, mientras que en el resto de la provincia se halla desde fase vegetativa hasta llenado de granos.

En el norte de Buenos Aires, los maíces de siembra temprana se encuentran mayormente en fase de floración, los lotes más avanzados se hallan en inicio de la etapa de llenado de granos. En el sur de la provincia, están en etapa vegetativa. La siembra de los maíces tardíos está finalizando, viéndose algunos lotes ya emergidos, en buenas condiciones. En Córdoba continúa la siembra del maíz tardío y de segunda, la cual está próxima a finalizar. Los maíces tempranos se hallan en fase vegetativa y los más avanzados en etapa de floración. En Entre Ríos, el cultivo de primera se encuentra en un muy buen estado, por otra parte avanza la siembra de maíz de segunda. En Santa Fe, el maíz temprano se halla en etapa de formación de granos y los más adelantados, en etapas de llenado de granos. Prosigue la siembra del maíz tardío con buena humedad edáfica.

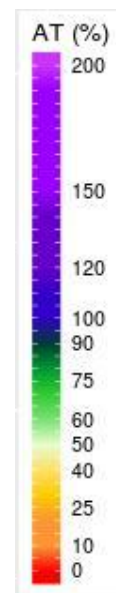
Con respecto a la soja, en Buenos Aires el cultivo de primera presenta buen estado general, con los primeros lotes sembrados ingresando a etapas reproductivas. Avanza la siembra de soja de segunda en función de la trilla de cultivos de invierno. En Córdoba, la soja de primera está implantada en su totalidad y avanza la siembra de la soja de segunda. En Entre Ríos la soja de primera presenta un buen estado general, mientras que avanza la siembra de soja de segunda. En La Pampa y Santa Fe la soja de primera se encuentra en etapa vegetativa y prosigue la siembra de soja de segunda.



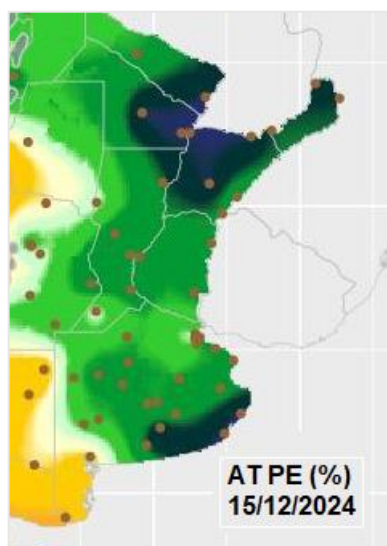
Porcentaje de agua total en la capa arable el día 15 de diciembre de 2024



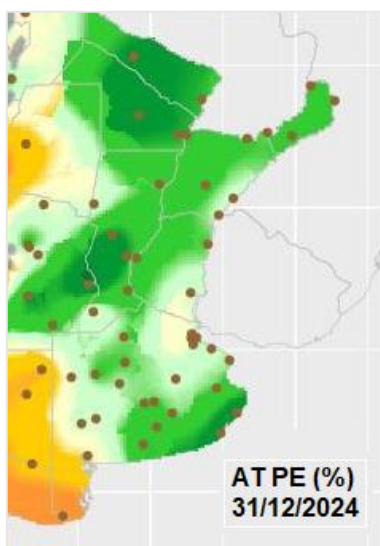
Porcentaje de agua total en la capa arable el día 31 de diciembre de 2024



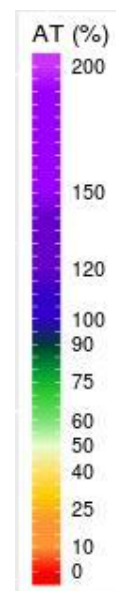
Capa arable (primeros 10 cm)



Porcentaje de agua total en el perfil del suelo el día 15 de diciembre de 2024



Porcentaje de agua total en el perfil del suelo el día 31 de diciembre de 2024

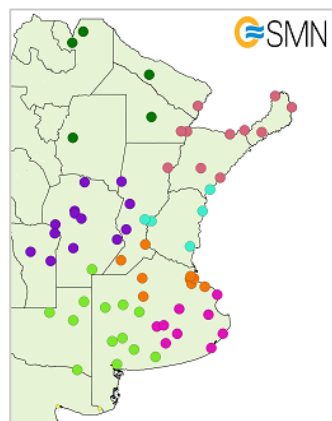


Perfil (profundidad 1m)

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:

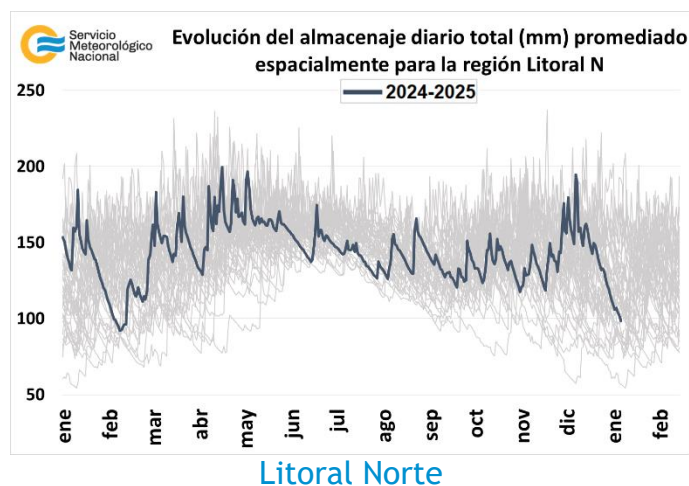
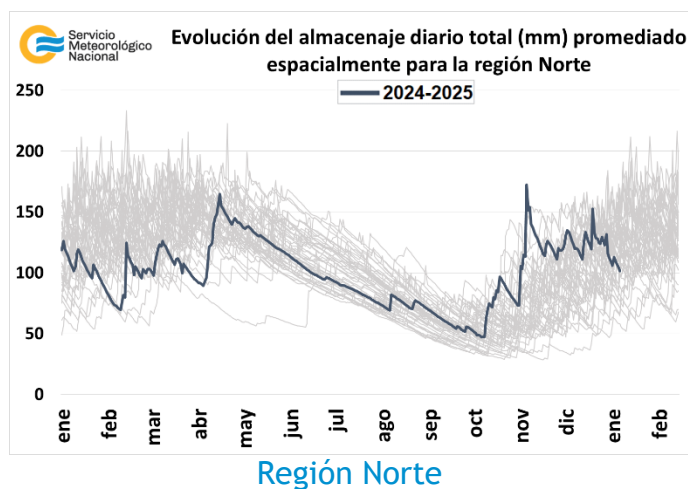


- Norte
- Central
- Litoral Norte
- Litoral Sur
- Zona Núcleo
- Pampeana Sudeste
- Pampeana Sudoeste

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

En la región Norte ocurrieron precipitaciones lo largo del mes, las más abundantes se observaron en la segunda década. Esto produjo un aumento en el contenido de agua en el suelo, manteniéndose con buen nivel de humedad.

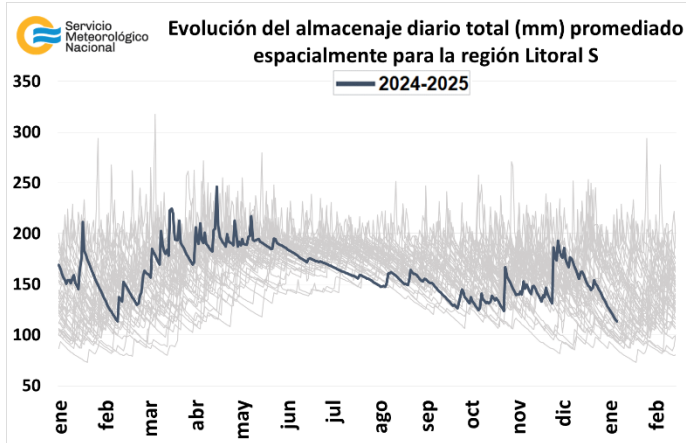
Tanto la región norte del Litoral como el sector sur, iniciaron diciembre con un alto contenido de agua en el suelo, asociado a las abundantes precipitaciones recibidas. Con el transcurso del mes las lluvias fueron en detrimento y los suelos fueron perdiendo humedad.



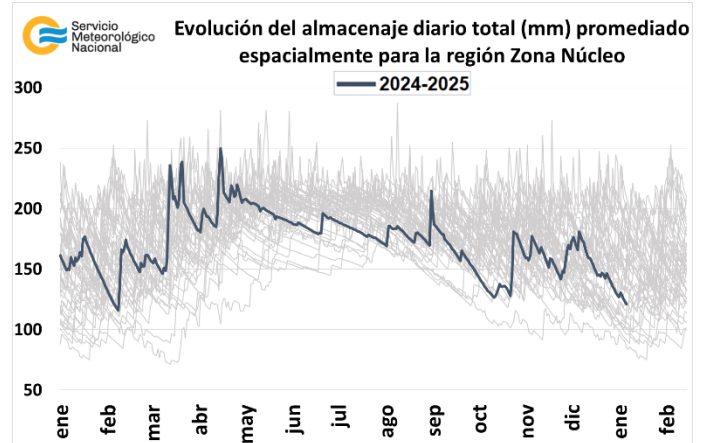
La zona núcleo presentó un buen contenido de humedad en el suelo al comienzo de diciembre, que luego fue disminuyendo debido a las escasas precipitaciones.

El sudeste de la región Pampeana inició el mes con un alto almacenaje de agua en el suelo, que fue disminuyendo acorde a las precipitaciones. De todas formas se mantuvo con buenas condiciones hídricas en todo el mes.

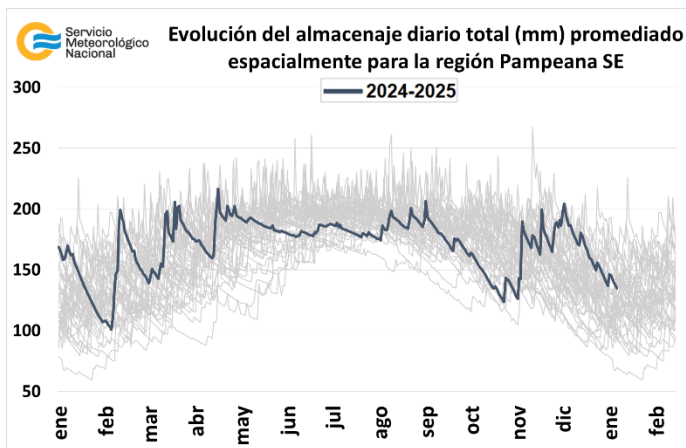
En el sudoeste de la pradera Pampeana las precipitaciones ocurridas fueron escasas para esta época del año y la humedad en el suelo fue mermando.



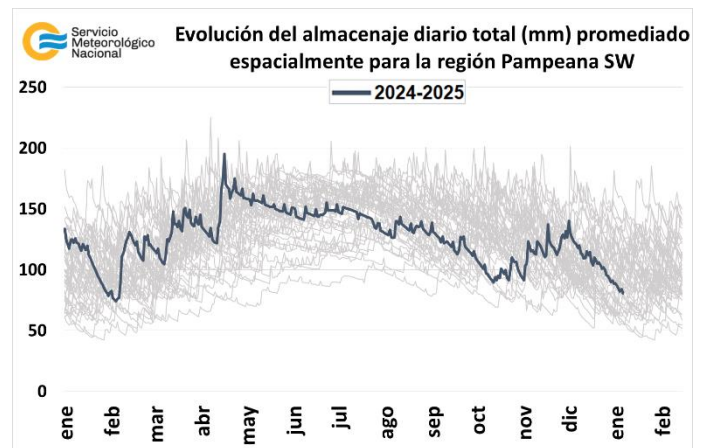
Litoral Sur



Zona Núcleo

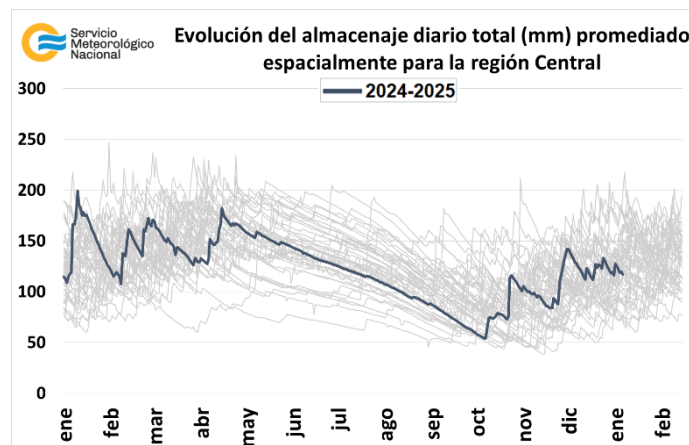


Pampeana sudeste



Pampeana sudoeste

En la región Central las precipitaciones registradas fueron beneficiosas y recargaron de humedad los suelos. Las condiciones hídricas edáficas van de regulares a óptimas, según la zona.

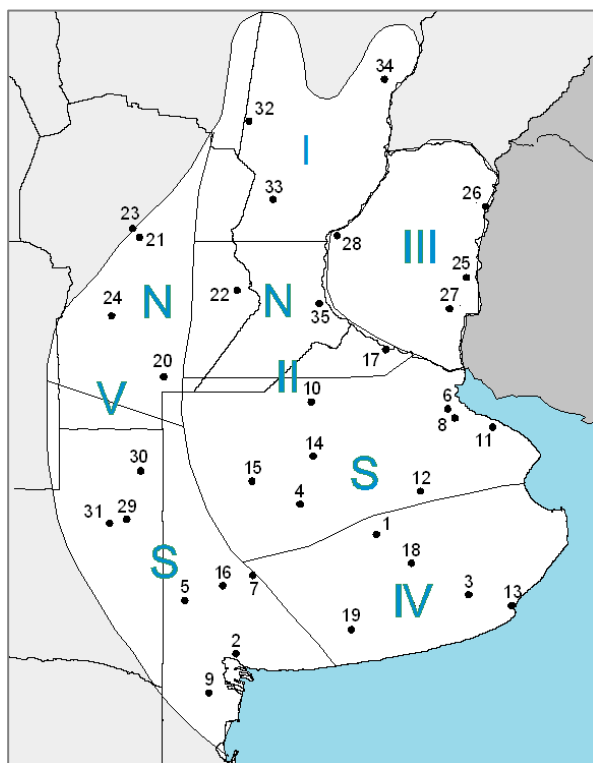


Región Central

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) 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: inició la cosecha de girasol en el sector noreste, en el resto de la región se encuentra en la etapa de llenado de granos, con buen estado general. Avanza a buen ritmo la siembra de soja.

REGIÓN II NORTE: el girasol se encuentra en diferentes etapas fenológicas: desde final de fase vegetativa hasta llenado de granos. Se realizan aplicaciones para el control de malezas e insectos, así como también fertilizaciones. No se registran enfermedades. Prosigue la siembra del maíz tardío, con buena humedad edáfica. Pese a la ausencia de chicharrita, la superficie cubierta es menor respecto de las últimas campañas. Los lotes vienen emergiendo sin mayores inconvenientes. La soja de primera se encuentra mayormente en etapa vegetativa, con los primeros lotes sembrados ya en inicios de la fase de floración, en buen estado general. Se ha informado la presencia de isoca medidora, Megascelis, grillo topo y caracoles.

Respecto a la soja de segunda, la siembra se encuentra muy avanzada, y en algunos casos la falta de piso por las abundantes lluvias impide el normal avance. Se realizan controles de malezas por abundante presencia de yuyo colorado.

REGIÓN II SUR: finalizó la cosecha de cebada. El maíz de siembra temprana se encuentra mayormente en estado de floración, los lotes más avanzados comienzan la etapa de llenado de granos. En general, el estado del cultivo es muy bueno, evolucionando en forma óptima gracias al aporte de precipitaciones de los últimos meses. En las zonas con menores registros de lluvia y con maíces en plena floración, el agua en el perfil por el momento es adecuada pero la situación del cultivo puede verse comprometida si no ocurren lluvias que permitan mantener el agua en el perfil del suelo.

La siembra de los maíces tardíos está finalizando, observándose algunos lotes ya emergidos en buenas condiciones.

La soja de primera presenta buen estado general, con los primeros lotes sembrados ya ingresando a etapas reproductivas. El avance en la siembra de soja de segunda se encuentra en función de la trilla de cultivos de cosecha fina que avanza con buen ritmo dadas las buenas condiciones climáticas.

REGIÓN III: el girasol presenta muy buen estado general, favorecido por la frecuente ocurrencia de precipitaciones en la última semana del mes, en su mayoría se encuentra en la etapa de llenado de granos.

Los lotes de maíz de primera se encuentran en un muy buen estado, favorecidos por las lluvias ocurridas desde el mes de octubre. El cultivo atraviesa etapas críticas para la definición del rendimiento con buena disponibilidad de agua en el perfil del suelo, permitiendo pasar este periodo en óptimas condiciones. Avanza la siembra de maíz de segunda, en la medida que se recuperan los suelos debido a las interrupciones por lluvias. La soja de primera presenta buen estado general y avanza la siembra de soja de segunda. En el sector oeste, prácticamente se encuentra finalizada y se realizan resiembras de aquellos lotes afectados por las abundantes precipitaciones.

REGIÓN IV: la trilla de cebada se vio ralentizada por las frecuentes lluvias y los excesos de humedad en el suelo y en el cultivo. Los rendimientos se hallan entre 30 y 65 qq/ha.

Comenzó la cosecha de trigo, los rendimientos se encuentran entre los 40 y los 65 qq/ha. El girasol se encuentra implantado en su totalidad y atraviesa diferentes estados fenológicos, dependiendo de la fecha de siembra, con los más adelantados ya ingresando en etapas reproductivas. El maíz transita la etapa vegetativa, en buenas condiciones.

REGIÓN V NORTE: aún quedan lotes de trigo por cosechar en el sur de esta región.

El girasol se encuentra en diferentes estadíos fenológicos, con los primeros lotes implantados en inicios de la etapa reproductiva. En el extremo sur de esta región hay presencia de oruga bolillera y se vigila para determinar si se realizan controles. En términos generales, el cultivo evoluciona normalmente, y se mantiene en buenas condiciones.

Prosigue la siembra de los maíces tardíos y de segunda, la cual está próxima a finalizar. Los maíces tempranos se hallan en fase vegetativa y los más avanzados en etapa de floración. El cultivo presenta un buen desarrollo y no hay presencia de chicharrita.

Las sojas de primera están implantadas en su totalidad. Avanza la siembra de la soja de segunda, cuya implantación se ve retrasada debido a las precipitaciones ocurridas. El estado general del cultivo es bueno, con buenas emergencias y lográndose adecuados stands de plantas. No se reportan inconvenientes sanitarios ni presencia de plagas, se vigila la presencia de oruga bolillera en el sur de esta región.

REGIÓN V SUR: en el sector oeste de esta región prosigue la trilla de cebada, ya que las lluvias registradas fueron escasas. Los rendimientos varían entre 10 y 35 qq/ha. Avanza la cosecha de trigo, los rendimientos son muy dispares, entre 8 y 30 qq/ha. La calidad de los granos está dando buenos valores de peso hectolítrico y proteína. Los lotes implantados con girasol presentan buen estado general y evolucionan favorablemente. La soja de primera se encuentra en etapa vegetativa. Respecto a la soja de segunda, prosigue la siembra a medida que se desarrolla la cosecha de los cultivos de invierno y que la humedad edáfica lo permite.

2. INFORME DE TEMPERATURA

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

2.1 PRIMERA DÉCADA

Las temperaturas máximas se mantuvieron por debajo de los valores promedio en todo el país, presentando anomalías negativas más acentuadas en el centro-este de la Patagonia y en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Asimismo, las temperaturas mínimas medias presentaron desvíos negativos en casi todo el territorio nacional, a excepción del extremo noreste del país, donde se observaron anomalías levemente positivas. Sin embargo, no se registraron heladas meteorológicas a lo largo de toda la década.

**DÉCADA 1
DICIEMBRE 2024**

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	22.8	29.4	10	10.3	4.0	8	16.5	18.7	-2.2
Bahia Blanca	Buenos Aires	26.4	34.1	10	9.2	2.8	8	17.8	20.5	-2.7
Balcarce	Buenos Aires	22.9	31.1	10	9.5	4.4	8	16.2	18.2	-2.0
Bolívar	Buenos Aires	24.5	30.1	10	11.0	5.5	3	17.7	20.1	-2.4
Bordenave	Buenos Aires	27.6	34.6	10	9.6	3.8	3	18.6	19.9	-1.3
Castelar	Buenos Aires	25.7	32.4	5	12.0	6.2	3	18.9	21.2	-2.3
Coronel Suarez	Buenos Aires	24.7	31.4	10	8.0	3.2	8	16.4	18.8	-2.4
Ezeiza	Buenos Aires	25.3	32.5	5	12.2	6.5	3	18.7	21.6	-2.9
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	24.8	31.4	9	9.4	4.5	2	17.1	19.7	-2.6
Junín	Buenos Aires	26.6	32.7	5	11.7	6.0	3	19.2	21.2	-2.0
La Plata	Buenos Aires	24.2	31.7	5	11.1	5.6	9	17.6	20.5	-2.9
Las Flores	Buenos Aires	23.9	30.5	10	11.3	6.3	3	17.6	20.0	-2.4
Mar Del Plata	Buenos Aires	21.2	28.2	10	9.1	2.8	8	15.2	17.5	-2.3
Nueve de Julio	Buenos Aires	26.3	31.4	10	11.0	6.2	3	18.7	21.2	-2.5
Pehuajó	Buenos Aires	25.9	31.0	10	12.1	6.6	2	19.0	20.8	-1.8
Pigüé	Buenos Aires	24.7	31.0	10	8.8	3.6	3	16.8	18.9	-2.1
San Pedro	Buenos Aires	27.0	32.7	5	12.6	6.4	3	19.8	21.9	-2.2
Tandil	Buenos Aires	22.3	30.0	10	7.8	2.4	8	15.1	18.0	-3.0
Tres Arroyos	Buenos Aires	23.8	30.3	4	9.7	2.7	8	16.7	18.8	-2.1
Laboulaye	Córdoba	27.6	33.2	5	13.1	7.9	3	20.4	21.5	-1.1
Marcos Juárez	Córdoba	27.1	33.8	5	12.7	10.5	2	19.9	22.2	-2.3
Pilar	Córdoba	27.8	34.8	5	14.9	11.6	3	21.4	22.4	-1.1
Río Cuarto	Córdoba	28.0	33.9	5	13.9	9.2	2	21.0	21.6	-0.6
C. del Uruguay	Entre Ríos	27.3	33.1	5	12.7	7.9	8	20.0	22.1	-2.1
Concordia	Entre Ríos	27.5	34.1	1	14.7	10.9	3	21.1	23.2	-2.1
Gualedaychú	Entre Ríos	26.8	32.7	5	13.1	7.9	3	19.9	22.5	-2.6
Paraná	Entre Ríos	27.5	32.6	5	15.0	11.3	3	21.2	22.9	-1.7
Anguil	La Pampa	29.2	35.7	10	11.3	5.1	2	20.2	20.6	-0.4
General Pico	La Pampa	27.9	34.0	10	12.8	5.5	2	20.4	21.9	-1.6
Santa Rosa	La Pampa	28.5	36.2	10	12.0	5.7	2	20.3	21.4	-1.1
Ceres	Santa Fe	29.1	34.9	5	16.5	10.3	4	22.8	23.6	-0.8
Reconquista	Santa Fe	28.9	36.1	1	17.6	13.1	3	23.2	24.3	-1.1
Rosario	Santa Fe	27.4	33.1	5	13.4	8.6	3	20.4	22.7	-2.3

2.2 SEGUNDA DÉCADA

Las temperaturas máximas mostraron registros marcadamente cálidos en todo el oeste y el sur del territorio y algo más frías que lo normal en el noreste y parte de la costa atlántica. Las mínimas presentaron un patrón de anomalías similar, aunque más moderado, y con el núcleo negativo amplificado hacia el centro del país.

DÉCADA 2

DICIEMBRE 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	30.5	19	13.8	7.7	16	21.1	20.2	0.9
Bahia Blanca	Buenos Aires	29.9	33.3	17	14.2	10.8	16	22.1	21.9	0.1
Balcarce	Buenos Aires	26.8	30.5	19	14.2	9.2	16	20.5	19.4	1.1
Bolívar	Buenos Aires	28.5	32.1	19	14.6	11.0	16	21.5	21.0	0.5
Bordenave	Buenos Aires	31.4	33.9	13	16.1	12.8	12	23.7	21.0	2.7
Castelar	Buenos Aires	29.1	32.4	12	17.5	12.1	16	23.3	22.4	0.9
Coronel Suarez	Buenos Aires	28.8	32.3	19	13.9	8.7	16	21.3	20.2	1.1
Ezeiza	Buenos Aires	29.1	32.7	12	17.3	9.5	16	23.2	22.6	0.6
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	28.2	33.8	18	13.9	11.8	12	21.0	20.8	0.2
Junín	Buenos Aires	30.2	34.3	12	14.9	12.0	16	22.6	22.1	0.5
La Plata	Buenos Aires	27.4	29.9	12	16.0	9.4	16	21.7	21.5	0.2
Las Flores	Buenos Aires	28.0	31.5	12	15.9	11.0	16	21.9	21.1	0.8
Mar Del Plata	Buenos Aires	23.3	29.3	19	14.6	12.2	15	19.0	18.6	0.4
Nueve de Julio	Buenos Aires	29.7	33.4	19	14.9	12.0	16	22.3	22.2	0.1
Pehuajó	Buenos Aires	29.1	33.1	19	15.4	12.1	16	22.3	21.8	0.5
Pigüé	Buenos Aires	28.8	31.5	19	14.9	11.3	16	21.9	20.3	1.6
San Pedro	Buenos Aires	30.8	33.0	12	16.8	10.7	16	23.8	23.0	0.7
Tandil	Buenos Aires	27.3	29.9	19	13.6	8.3	15	20.5	19.3	1.2
Tres Arroyos	Buenos Aires	27.4	31.5	19	14.2	8.5	16	20.8	20.1	0.7
Laboulaye	Córdoba	31.1	35.4	12	16.1	13.0	16	23.6	22.5	1.1
Marcos Juárez	Córdoba	30.0	33.6	12	15.4	13.0	14	22.7	22.9	-0.2
Pilar	Córdoba	31.3	35.4	12	16.7	14.6	19	24.0	23.4	0.6
Río Cuarto	Córdoba	31.6	34.7	12	15.9	12.2	13	23.8	22.7	1.1
C. del Uruguay	Entre Ríos	29.9	32.5	12	17.0	13.6	16	23.4	23.3	0.2
Concordia	Entre Ríos	30.2	32.9	12	18.2	16.0	17	24.2	24.1	0.1
Gualedaychú	Entre Ríos	29.3	32.0	12	17.5	12.9	16	23.4	23.3	0.1
Paraná	Entre Ríos	29.9	33.3	12	16.9	15.2	16	23.4	23.7	-0.3
Anguil	La Pampa	32.8	35.7	13	14.3	11.3	14	23.6	22.1	1.5
General Pico	La Pampa	31.2	34.5	11	15.9	11.5	13	23.6	22.9	0.7
Santa Rosa	La Pampa	31.6	34.2	13	15.7	12.4	13	23.6	22.7	0.9
Ceres	Santa Fe	31.5	34.9	12	17.9	15.6	19	24.7	24.6	0.1
Reconquista	Santa Fe	30.7	34.6	12	18.9	17.3	16	24.8	25.2	-0.4
Rosario	Santa Fe	30.6	32.8	12	16.6	15.1	15	23.6	23.5	0.1

2.3 TERCERA DÉCADA

Las temperaturas máximas estuvieron por encima de la normal en todo el oeste del país y el sur patagónico, siendo esta región la que presentó los mayores apartamientos positivos respecto de la media; y por debajo de la normal en el este del territorio. Las mínimas mostraron un área mayor de desvíos negativos en el este y centro del país, restringiéndose los positivos al oeste y sur de la Patagonia.

DÉCADA 3
DICIEMBRE 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		TEMPERATURA MÁXIMA			TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MEDIA		
Localidad	Provincia	MED	ABS	DIA	MED	ABS	DIA	MED	PRO	DN
Azul	Buenos Aires	26.8	30.0	30	12.5	7.2	21	19.6	21.8	-2.2
Bahia Blanca	Buenos Aires	30.2	36.7	27	13.7	9.5	26	21.9	23.6	-1.7
Balcarce	Buenos Aires	25.4	28.7	30	12.4	8.2	21	18.9	21.2	-2.3
Bolívar	Buenos Aires	27.9	32.1	28	13.3	9.0	26	20.6	22.3	-1.7
Bordenave	Buenos Aires	32.0	35.8	27	14.1	6.3	25	23.1	22.6	0.4
Castelar	Buenos Aires	27.7	32.0	31	15.7	12.1	22	21.7	23.7	-2.0
Coronel Suarez	Buenos Aires	29.1	33.2	28	12.3	7.0	25	20.7	21.4	-0.7
Ezeiza	Buenos Aires	28.4	32.7	31	15.1	12.0	21	21.7	24.0	-2.3
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	28.1	34.2	27	13.5	8.7	21	20.8	22.4	-1.6
Junín	Buenos Aires	28.9	32.1	23	13.7	10.6	22	21.3	23.1	-1.8
La Plata	Buenos Aires	26.5	30.1	31	13.9	8.3	21	20.2	22.7	-2.5
Las Flores	Buenos Aires	26.7	30.5	30	13.3	8.2	21	20.0	22.5	-2.5
Mar Del Plata	Buenos Aires	22.3	28.4	31	12.7	7.1	21	17.5	20.1	-2.6
Nueve de Julio	Buenos Aires	29.2	32.4	23	13.2	10.2	26	21.2	23.3	-2.1
Pehuajó	Buenos Aires	29.0	33.3	28	14.0	9.4	25	21.5	23.1	-1.6
Pigüé	Buenos Aires	28.9	32.5	27	13.5	7.3	25	21.2	21.7	-0.5
San Pedro	Buenos Aires	30.2	34.3	31	14.3	10.2	22	22.3	23.9	-1.6
Tandil	Buenos Aires	26.2	29.1	22	11.4	5.0	21	18.8	21.0	-2.2
Tres Arroyos	Buenos Aires	26.7	31.2	27	13.2	7.2	21	20.0	21.8	-1.8
Laboulaye	Córdoba	29.3	32.9	30	15.8	11.9	26	22.6	23.2	-0.6
Marcos Juárez	Córdoba	28.5	33.5	31	14.5	11.6	22	21.5	23.6	-2.1
Pilar	Córdoba	29.7	33.7	31	16.8	14.6	21	23.3	24.1	-0.8
Río Cuarto	Córdoba	30.3	33.1	29	14.9	11.2	31	22.6	23.3	-0.7
C. del Uruguay	Entre Ríos	29.4	35.7	31	13.4	9.5	22	21.4	24.2	-2.9
Concordia	Entre Ríos	29.0	34.2	31	15.5	12.2	25	22.3	25.2	-2.9
Guaquaychú	Entre Ríos	28.7	34.6	31	15.1	11.7	22	21.9	24.6	-2.7
Paraná	Entre Ríos	29.4	34.1	31	16.2	12.4	22	22.8	24.7	-1.9
Anguil	La Pampa	33.5	36.8	23	14.9	8.5	25	24.2	23.2	1.0
General Pico	La Pampa	30.9	34.0	28	16.1	11.6	26	23.5	24.1	-0.6
Santa Rosa	La Pampa	32.8	35.6	30	15.8	11.8	26	24.3	24.0	0.3
Ceres	Santa Fe	31.0	36.3	31	16.9	14.6	23	23.9	25.4	-1.5
Reconquista	Santa Fe	30.5	35.2	31	17.4	14.4	27	24.0	26.1	-2.1
Rosario	Santa Fe	29.4	33.7	31	15.4	11.6	26	22.4	24.5	-2.1

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

PRIMERA HELADA HASTA EL 15 DE JULIO DE 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Primera helada 2024	FMPH	Primera helada 2024	FMPH	Primera helada 2023
Azul	Buenos Aires	11/04	25/03	03/05	29/04	11/04
Bahia Blanca	Buenos Aires	24/04	13/04	14/05	11/05	X
Balcarce	Buenos Aires	28/04	03/05	26/05	05/06	SD
Bolívar	Buenos Aires	03/05	09/04	13/05	17/05	X
Bordenave	Buenos Aires	21/03	19/03	03/05	07/05	SD
Castelar	Buenos Aires	03/05	03/05	25/05	04/06	SD
Coronel Suarez	Buenos Aires	24/04	18/03	03/05	24/04	X
Ezeiza	Buenos Aires	03/05	06/05	25/05	08/06	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	SD	10/04	SD	09/05	SD
Junín	Buenos Aires	28/04	25/04	14/05	21/05	24/04
La Plata	Buenos Aires	03/05	11/05	19/05	11/06	X
Las Flores	Buenos Aires	13/05	15/04	25/05	17/05	X
Mar Del Plata	Buenos Aires	28/04	16/04	03/05	22/05	28/04
Nueve de Julio	Buenos Aires	03/05	08/05	14/05	05/06	X
Pehuajó	Buenos Aires	03/05	25/04	14/05	23/05	X
Pigüé	Buenos Aires	24/04	26/03	03/05	27/04	24/04
San Pedro	Buenos Aires	17/06	04/05	29/06	10/06	SD
Tandil	Buenos Aires	22/03	08/03	03/05	30/04	28/04
Tres Arroyos	Buenos Aires	02/05	20/04	03/05	21/05	X
Laboulaye	Córdoba	03/05	01/05	09/05	27/05	X
Manfredi	Córdoba	03/05	13/04	09/05	07/05	SD
Marcos Juárez	Córdoba	03/05	30/04	09/05	27/05	X
Pilar	Córdoba	09/05	07/05	14/05	03/06	14/05
Río Cuarto	Córdoba	09/05	10/05	26/05	05/06	X
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	03/05	18/05	26/05	15/06	SD
Concordia	Entre Ríos	15/05	21/05	30/06	14/06	X
Gualedaychú	Entre Ríos	15/05	14/05	26/05	11/06	X
Paraná	Entre Ríos	25/05	11/06	09/07	27/06	X
Anguil	La Pampa	21/03	27/03	03/05	24/04	SD
General Pico	La Pampa	24/04	23/04	14/05	17/05	X
Santa Rosa	La Pampa	24/04	14/04	03/05	11/05	X
Ceres	Santa Fe	15/05	22/05	26/05	17/06	X
Rafaela	Santa Fe	09/05	06/05	27/05	05/06	SD
Reconquista	Santa Fe	25/05	12/06	09/07	27/06	X
Rosario	Santa Fe	03/05	07/05	15/05	02/06	X

Referencias correspondientes a la tabla de fechas de primera helada

Primera helada 2024: fecha en que se registró por primera vez una temperatura mínima inferior a 3°C o 0°C. Se considera primera helada o helada temprana a aquella registrada antes del 15 de julio.

Tmin<3°C: temperatura mínima registrada en el abrigo meteorológico inferior a 3°C.

Tmin<0°C: temperatura mínima registrada en el abrigo meteorológico inferior a 0°C

FMPH: fecha media de primera helada calculada en el período 1991-2020.

Tmi5suelo<0°C: temperatura mínima a 5cm del suelo registrada fuera del abrigo meteorológico, inferior a 0°C. Los datos pertenecen solamente a la red del SMN.

x: la estación no realiza medición de temperatura mínima a 5cm del suelo.

ÚLTIMA HELADA DICIEMBRE 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		Tmin<3°C		Tmin<0°C		Tmi5suelo<0°C
Localidad	Provincia	Última helada 2024	FMUH	Última helada 2024	FMUH	Última helada 2024
Azul	Buenos Aires	13/10	14/11	03/10	05/10	03/10
Bahia Blanca	Buenos Aires	08/12	03/11	03/10	29/09	08/12
Balcarce	Buenos Aires	03/10	26/10	26/08	14/09	SD
Bolívar	Buenos Aires	03/10	19/10	05/09	16/09	-
Bordenave	Buenos Aires	07/11	07/11	02/10	05/10	SD
Castelar	Buenos Aires	05/09	30/09	26/08	25/08	SD
Coronel Suárez	Buenos Aires	18/11	23/11	03/10	18/10	-
Ezeiza	Buenos Aires	03/10	26/09	26/08	30/08	X
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	03/10	08/11	-	30/09	SD
Junín	Buenos Aires	12/09	02/10	25/08	09/09	03/10
La Plata	Buenos Aires	03/10	06/10	26/08	25/08	-
Las Flores	Buenos Aires	03/10	20/10	25/08	14/09	X
Mar Del Plata	Buenos Aires	08/12	10/11	17/09	05/10	13/10
Nueve de Julio	Buenos Aires	05/09	21/09	23/08	28/08	X
Pehuajó	Buenos Aires	03/10	04/10	05/09	14/09	X
Pigüé	Buenos Aires	03/10	12/11	05/09	13/10	03/12
San Pedro	Buenos Aires	03/10	23/09	25/08	30/08	SD
Tandil	Buenos Aires	08/12	25/11	26/10	18/10	-
Tres Arroyos	Buenos Aires	08/12	26/10	08/09	25/09	X
Laboulaye	Córdoba	03/10	02/10	12/09	08/09	24/09
Manfredi	Córdoba	SD	13/10	-	24/09	SD
Marcos Juárez	Córdoba	27/09	30/09	26/08	07/09	-
Pilar	Córdoba	05/09	17/09	25/08	29/08	01/09
Río Cuarto	Córdoba	07/09	20/09	26/08	30/08	X
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	15/09	29/09	27/08	20/08	X
Concordia	Entre Ríos	05/09	14/09	-	14/08	05/09
Gualeguaychú	Entre Ríos	05/09	21/09	12/08	22/08	X
Paraná	Entre Ríos	26/08	02/09	-	03/08	X
Anguil	La Pampa	03/10	31/10	03/10	03/10	SD
General Pico	La Pampa	26/09	11/10	25/08	12/09	X
Santa Rosa	La Pampa	03/10	18/10	26/09	20/09	26/09
Ceres	Santa Fe	27/08	14/09	11/08	23/08	27/08
Rafaela	Santa Fe	SD	19/09	SD	30/08	SD
Reconquista	Santa Fe	25/08	28/08	-	08/08	X
Rosario	Santa Fe	25/08	24/09	25/08	29/08	X

Referencias correspondientes a la tabla de fechas de última helada

Última helada 2024: fecha en que se registró por última vez una temperatura mínima inferior a 3°C o 0°C. Se considera última helada o helada tardía a aquella registrada después del 15 de julio.

Tmin<3°C: temperatura mínima registrada en el abrigo meteorológico inferior a 3°C.

Tmin<0°C: temperatura mínima registrada en el abrigo meteorológico inferior a 0°C

FMUH: fecha media de última helada calculada en el período 1991-2020.

Tmi5suelo<0°C: temperatura mínima a 5cm del suelo registrada fuera del abrigo meteorológico, inferior a 0°C. Los datos pertenecen solamente a la red del SMN.

x: la estación no realiza medición de temperatura mínima a 5cm del suelo.

2.5 GRADOS DÍA

DICIEMBRE 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		GRADOS DÍAS Acumulados desde el 1 de octubre				Días con Tmáx>30°C
		BASE 10		BASE 13		
Localidad	Provincia	Mes	Acum	Mes	Acum	
Azul	Buenos Aires	282.8	713.9	190.0	447.7	1
Bahia Blanca	Buenos Aires	329.6	855.3	239.0	587.8	16
Balcarce	Buenos Aires	264.7	721.7	172.0	457.0	2
Bolívar	Buenos Aires	309.8	800.8	216.8	531.5	8
Bordenave	Buenos Aires	367.1	913.2	275.1	643.6	19
Castelar	Buenos Aires	350.8	996.7	257.8	721.3	6
Coronel Suarez	Buenos Aires	295.0	710.1	203.8	447.6	10
Ezeiza	Buenos Aires	348.3	970.4	255.3	696.2	7
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	300.2	817.3	209.9	551.9	8
Junín	Buenos Aires	341.9	938.7	248.9	662.9	12
La Plata	Buenos Aires	305.4	853.4	212.4	580.2	2
Las Flores	Buenos Aires	304.9	837.9	211.9	566.4	4
Mar Del Plata	Buenos Aires	224.2	599.6	134.4	343.4	0
Nueve de Julio	Buenos Aires	333.1	916.0	240.1	640.0	11
Pehuajó	Buenos Aires	339.0	913.8	246.0	640.0	11
Pigüé	Buenos Aires	310.0	753.8	219.5	491.6	10
San Pedro	Buenos Aires	370.4	1028.1	277.4	753.3	15
Tandil	Buenos Aires	251.6	643.9	161.7	383.8	0
Tres Arroyos	Buenos Aires	284.9	753.4	192.3	490.2	6
Laboulaye	Córdoba	377.8	1027.1	284.8	751.1	15
Marcos Juárez	Córdoba	352.0	1034.8	259.0	758.8	12
Pilar	Córdoba	399.5	1101.6	306.5	825.6	17
Río Cuarto	Córdoba	386.0	1065.5	293.0	789.5	17
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	359.1	1028.6	266.1	753.4	12
Concordia	Entre Ríos	387.7	1106.7	294.7	830.7	11
Gualeguaychú	Entre Ríos	364.1	1046.5	271.1	771.2	10
Paraná	Entre Ríos	387.2	1127.3	294.2	851.3	12
Anguil	La Pampa	394.0	960.6	301.0	691.0	21
General Pico	La Pampa	387.4	1016.8	294.4	741.1	16
Santa Rosa	La Pampa	395.8	982.3	302.8	707.4	19
Ceres	Santa Fe	428.8	1227.8	335.8	951.8	18
Reconquista	Santa Fe	433.4	1257.4	340.4	981.4	15
Rosario	Santa Fe	375.9	1054.1	282.9	778.1	11

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

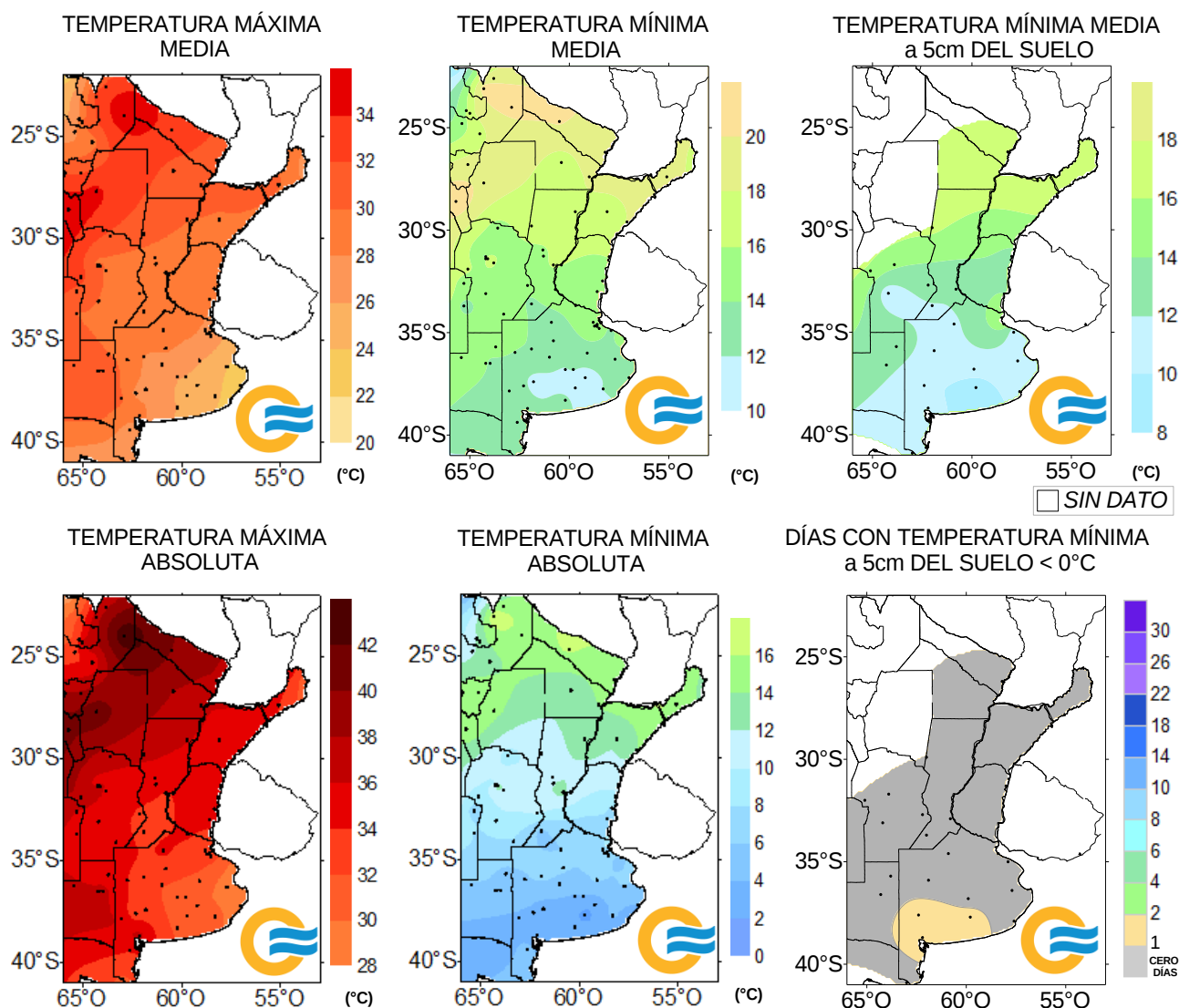
MES: grados día acumulados en el mes

TMáx: temperatura máxima (°C)

Acum: grados día acumulados desde el 1 de octubre

2.6 MAPAS DE TEMPERATURA

DICIEMBRE 2024



2.7 MONITOREO DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH)

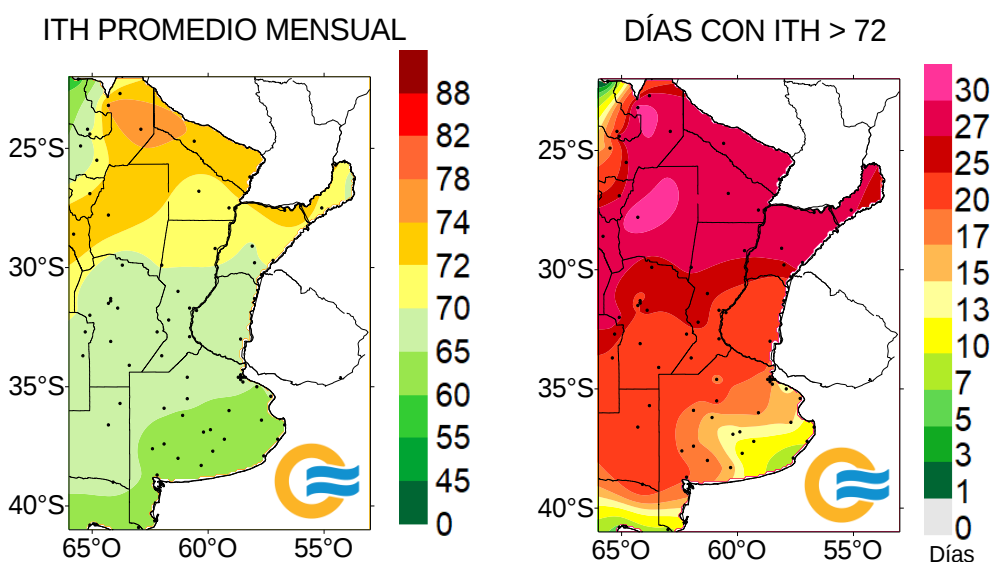
El ITH* es un índice biometeorológico que permite cuantificar el estrés calórico a través de la temperatura y la humedad del aire. Este índice puede ser utilizado para el ganado vacuno, caprino, etc. En particular lo aplicamos a las vacas lecheras, donde se ha establecido que la zona de confort térmico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

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

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

En el norte de la zona productiva de secano el índice de temperatura y humedad superó el umbral de 72 en más de 27 días, principalmente en las horas de máxima radiación. Dadas las temperaturas, que en promedio, fueron anómalamente frías para esta época del año, predominaron condiciones de confort térmico para el ganado.

DICIEMBRE 2024



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

3. INFORME DE PRECIPITACIÓN

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

3.1 PRIMERA DÉCADA

Al comienzo del mes dos frentes fríos se desplazaron en simultáneo, uno por el sur de la franja central y otro por el centro-norte y noreste del país, dejando precipitaciones a su paso. Entre los días 4 y 7 un sistema frontal cuasi estacionario afectó a la región central con precipitaciones de gran milimetraje, y luego continuó su desplazamiento hacia el norte y noreste del territorio. Las localidades que presentaron las lluvias más abundantes fueron: Bernardo de Irigoyen (300 mm); Posadas (294 mm); Ituzaingó (208 mm), Iguazú (167 mm); Oberá (111 mm), Resistencia (115.9 mm) y Corrientes (84.5 mm). En el este de la región central también se observaron importantes lluvias en Rosario (100 mm); Gualaguaychú (43 mm); La Plata (45 mm) y Dolores (50.9 mm).

Sobre la región patagónica se registró el pasaje de un sistema frontal en el inicio del mes y un segundo pulso a mitad del período analizado, que dejó precipitaciones en Puerto Madryn (28 mm); Trelew (25.1 mm); Comodoro Rivadavia (31.3 mm); Paso de Indios (25 mm); Esquel (27 mm) y Perito Moreno (19 mm). En el oeste de la franja central, en las regiones de Cuyo, NOA y en el norte del país, si bien registraron algunas lluvias a lo largo de la década las mismas resultaron inferiores o muy inferiores a los valores promedio.

DÉCADA 1 DICIEMBRE 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	12.0	-10.5	2	7.0	1
Bahia Blanca	Buenos Aires	6.9	-19.4	1	5.0	6
Balcarce	Buenos Aires	25.6	1.2	2	21.8	1
Bolívar	Buenos Aires	19.0	-6.7	2	10.0	1
Bordenave	Buenos Aires	1.8	-42.2	1	1.5	10
Castelar	Buenos Aires	13.6	-9.1	2	8.5	5
Coronel Suarez	Buenos Aires	1.1	-23.4	0	-	-
Ezeiza	Buenos Aires	33.0	9.9	2	27.0	1
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	14.2	-7.2	2	12.0	6
Junín	Buenos Aires	21.0	-5.7	2	11.0	5
La Plata	Buenos Aires	45.0	19.8	2	37.0	1
Las Flores	Buenos Aires	35.0	10.4	2	25.0	1
Mar Del Plata	Buenos Aires	26.0	-4.8	4	17.0	1
Nueve de Julio	Buenos Aires	11.0	-17.7	2	6.0	5
Pehuajó	Buenos Aires	11.0	-21.3	2	7.0	5
Pigüé	Buenos Aires	1.0	-29.1	0	-	-
San Pedro	Buenos Aires	16.4	-13.8	2	14.3	5
Tandil	Buenos Aires	17.5	-6.2	3	12.0	1
Tres Arroyos	Buenos Aires	42.5	15.3	3	31.0	9
Laboulaye	Córdoba	8.0	-19.3	2	6.0	5
Marcos Juárez	Córdoba	30.0	-3.9	1	30.0	5
Pilar	Córdoba	3.0	-32.7	1	3.0	7
Río Cuarto	Córdoba	0.0	-29.8	0	-	-
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	85.6	51.7	2	71.3	5
Concordia	Entre Ríos	36.0	4.4	3	17.0	5
Guaquaychú	Entre Ríos	43.0	13.4	3	35.0	5
Paraná	Entre Ríos	15.0	-23.8	2	12.0	5
Anguil	La Pampa	0.6	-40.6	0	-	-
General Pico	La Pampa	13.0	-30.5	2	7.0	8
Santa Rosa	La Pampa	0.0	-40.5	0	-	-
Ceres	Santa Fe	4.1	-35.6	1	4.0	8
Reconquista	Santa Fe	20.2	-17.2	2	16.0	1
Rosario	Santa Fe	100.0	72.8	1	100.0	5

Se observó un aumento de la cantidad de agua almacenada en el suelo en el extremo noreste del país y de forma aislada en el sudeste de Santa Fe, a partir de las precipitaciones registradas. En el resto de la región productiva a secano las lluvias resultaron deficitarias. En la provincia de Buenos Aires, Entre Ríos, sur de Santa Fe y este de Córdoba el suelo presentó condiciones de humedad regulares, buenas u óptimas, mientras que en el extremo noreste del país se observan excedentes hídricos, según el modelo de balance hídrico analizado.

3.2 SEGUNDA DÉCADA

En esta década, el anticiclón posicionado en el Pacífico este favoreció el predominio de condiciones estables en el oeste de Argentina, mientras que el flujo desde el norte alcanzó latitudes medias, restringiendo la masa de aire frío al sur patagónico. Hacia la mitad del periodo se desarrollaron algunos sistemas frontales que dieron lugar a las precipitaciones más importantes registradas, que resultaron significativamente superiores a las normales en el norte del país y en el centro-sur de Córdoba. Las anomalías negativas de lluvia se observaron principalmente en la región Litoral y el centro de la provincia de Buenos Aires. Cuyo y la Patagonia registraron montos de lluvia cercanos al promedio.

El modelo de balance hídrico mostró un desecamiento en la franja este de la región productiva de secano, especialmente intenso en Misiones y norte de Corrientes; en el NOA y en el oeste y sur patagónicos, y recargas significativas en las estaciones de Formosa, Chaco y Córdoba que registraron las precipitaciones más abundantes del periodo, mientras que el resto del territorio no tuvo cambios apreciables en sus reservas hídricas.

DÉCADA 2

DICIEMBRE 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	0.4	-32.8	0	-	-
Bahia Blanca	Buenos Aires	17.1	-2.3	1	17.0	11
Balcarce	Buenos Aires	79.4	50.4	2	54.8	12
Bolívar	Buenos Aires	11.0	-31.2	1	11.0	12
Bordenave	Buenos Aires	5.3	-27.2	2	3.3	11
Castelar	Buenos Aires	4.5	-34.2	1	3.5	13
Coronel Suarez	Buenos Aires	2.0	-28.1	1	2.0	14
Ezeiza	Buenos Aires	1.0	-34.6	0	-	-
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	1.5	-11.4	1	1.5	11
Junín	Buenos Aires	25.6	-16.7	3	18.0	19
La Plata	Buenos Aires	1.0	-34.8	0	-	-
Las Flores	Buenos Aires	1.1	-21.1	0	-	-
Mar Del Plata	Buenos Aires	75.2	47.8	2	65.0	12
Nueve de Julio	Buenos Aires	10.8	-24.8	1	10.0	12
Pehuajó	Buenos Aires	32.4	-6.9	4	13.0	12
Pigüé	Buenos Aires	2.0	-24.7	1	2.0	11
San Pedro	Buenos Aires	2.6	-44.6	2	1.3	18
Tandil	Buenos Aires	16.0	-10.1	2	12.0	12
Tres Arroyos	Buenos Aires	4.0	-19.6	1	4.0	18
Laboulaye	Córdoba	100.0	46.4	2	56.0	17
Marcos Juárez	Córdoba	75.0	26.5	3	36.0	20
Pilar	Córdoba	74.0	37.3	4	36.0	12
Río Cuarto	Córdoba	103.0	56.5	4	54.0	20
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	10.4	-28.1	3	5.8	15
Concordia	Entre Ríos	14.7	-48.1	2	12.0	12
Gualedaychú	Entre Ríos	0.7	-61.3	0	-	-
Paraná	Entre Ríos	26.9	-37.6	3	13.0	12
Anguil	La Pampa	5.5	-17.3	2	3.5	17
General Pico	La Pampa	37.0	4.1	2	28.0	17
Santa Rosa	La Pampa	21.0	-4.8	2	19.0	17
Ceres	Santa Fe	36.0	-12.4	2	27.0	12
Reconquista	Santa Fe	50.0	-20.4	2	44.0	12
Rosario	Santa Fe	37.0	-16.4	2	28.0	20

3.3 TERCERA DÉCADA

La distribución de lluvias fue dispar a lo largo del país. Los montos de precipitación arrojaron desvíos negativos en el NOA, NEA, la Mesopotamia, Santiago del Estero, Santa Fe, centro y sur de Córdoba, centro y norte de Buenos Aires, La Pampa, San Luis, Mendoza y noroeste patagónico; y desvíos positivos en el norte de Cuyo, noroeste de Córdoba, sur de Buenos Aires y sur de la Patagonia.

Se registró un récord decádico de precipitación acumulada (24,1 mm) en Puerto Deseado, según el período 1981-2010, y zonas de lluvias muy inferiores al promedio en localidades del NOA y centro del Litoral.

DÉCADA 3 DICIEMBRE 2024

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PRECIPITACIÓN				
Localidad	Provincia	PD	DN	DLLu	MAX	DIA
Azul	Buenos Aires	31.2	11.6	1	30.0	23
Bahia Blanca	Buenos Aires	38.3	19.3	2	26.0	29
Balcarce	Buenos Aires	30.8	4.9	2	27.8	31
Bolívar	Buenos Aires	25.0	-10.9	3	14.0	23
Bordenave	Buenos Aires	16.3	-9.1	1	15.5	30
Castelar	Buenos Aires	4.0	-32.5	1	4.0	23
Coronel Suarez	Buenos Aires	8.0	-20.5	1	8.0	30
Ezeiza	Buenos Aires	3.0	-37.8	1	3.0	23
Hilario Ascasubi	Buenos Aires	3.0	-8.3	1	2.5	22
Junín	Buenos Aires	11.0	-41.0	1	11.0	23
La Plata	Buenos Aires	5.0	-27.7	1	5.0	23
Las Flores	Buenos Aires	7.0	-17.8	1	7.0	23
Mar Del Plata	Buenos Aires	23.0	-3.7	2	18.0	31
Nueve de Julio	Buenos Aires	36.0	-8.9	3	21.0	23
Pehuajó	Buenos Aires	19.2	-18.3	1	19.0	23
Pigüé	Buenos Aires	22.0	-8.5	1	22.0	30
San Pedro	Buenos Aires	0.8	-33.8	0	-	-
Tandil	Buenos Aires	28.0	3.9	2	18.0	31
Tres Arroyos	Buenos Aires	47.2	19.5	3	27.0	31
Laboulaye	Córdoba	10.8	-45.7	2	5.0	30
Marcos Juárez	Córdoba	36.0	-30.2	3	25.0	23
Pilar	Córdoba	51.0	5.0	2	30.0	31
Río Cuarto	Córdoba	39.0	-12.3	4	18.0	29
Concepción del Uruguay	Entre Ríos	4.3	-39.9	1	4.3	21
Concordia	Entre Ríos	19.0	-38.5	1	19.0	21
Gualedaychú	Entre Ríos	1.0	-47.6	0	-	-
Paraná	Entre Ríos	20.1	-28.6	2	17.0	21
Anguil	La Pampa	2.1	-24.4	0	-	-
General Pico	La Pampa	4.0	-39.8	1	2.0	21
Santa Rosa	La Pampa	3.5	-26.3	1	2.0	29
Ceres	Santa Fe	35.0	-17.7	2	24.0	23
Reconquista	Santa Fe	5.0	-50.0	2	3.0	23
Rosario	Santa Fe	8.4	-38.9	2	6.0	21

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

PD: precipitación (mm) total de la década

DN: desvío de la precipitación (mm) promedio 1991-2020

MAX: precipitación máxima (mm) registrada en 24 horas

DLLu: días con precipitación > 1 mm

DN: desvío del promedio

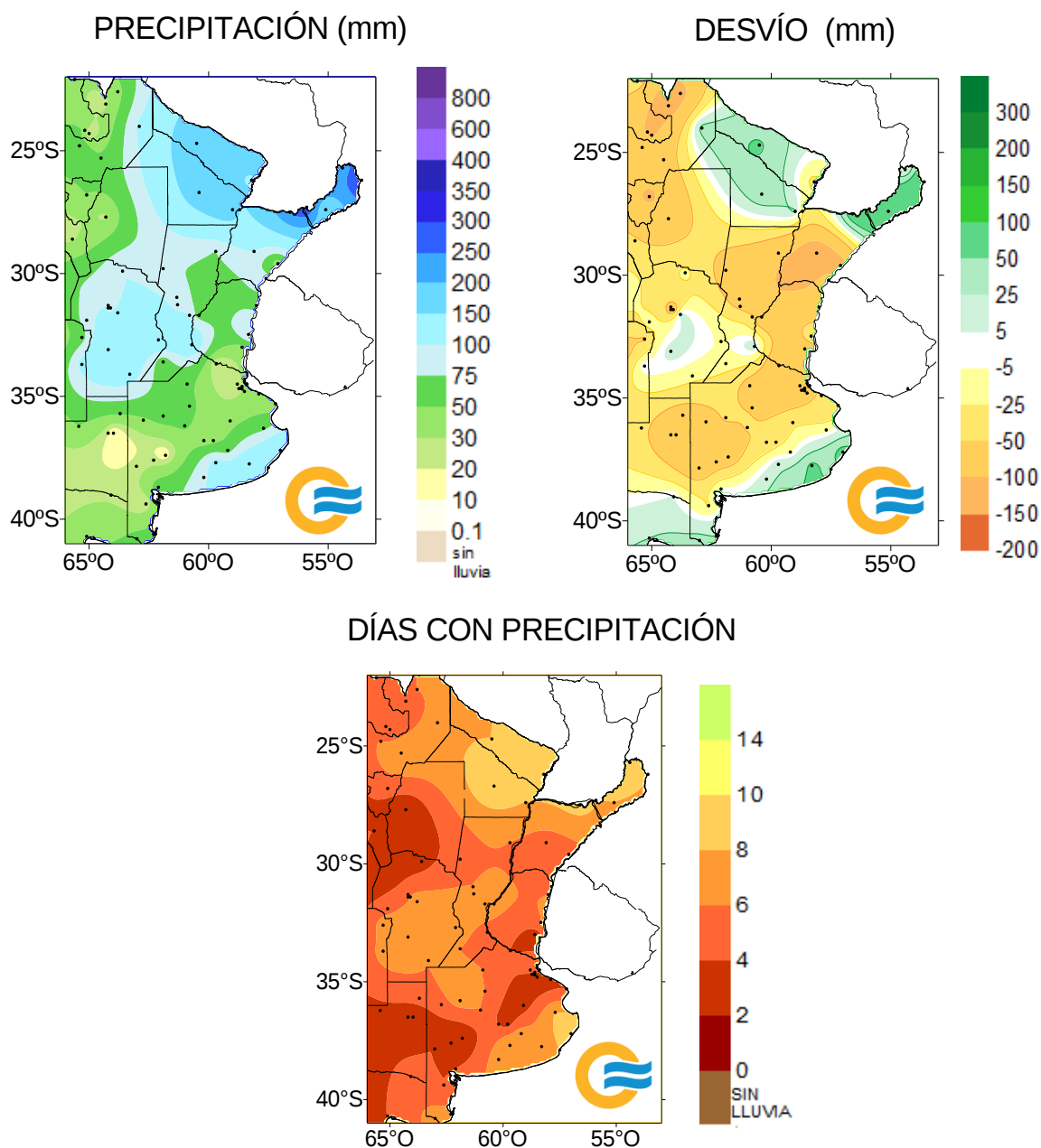
DÍA: fecha en que se observó la precipitación máxima diaria

Además, la frecuencia de días con precipitación estuvo entre 4 y sin días con lluvia, por lo que se dieron anomalías negativas en gran parte del norte y centro del territorio, y algunas positivas en áreas de la Patagonia y sur de Buenos Aires.

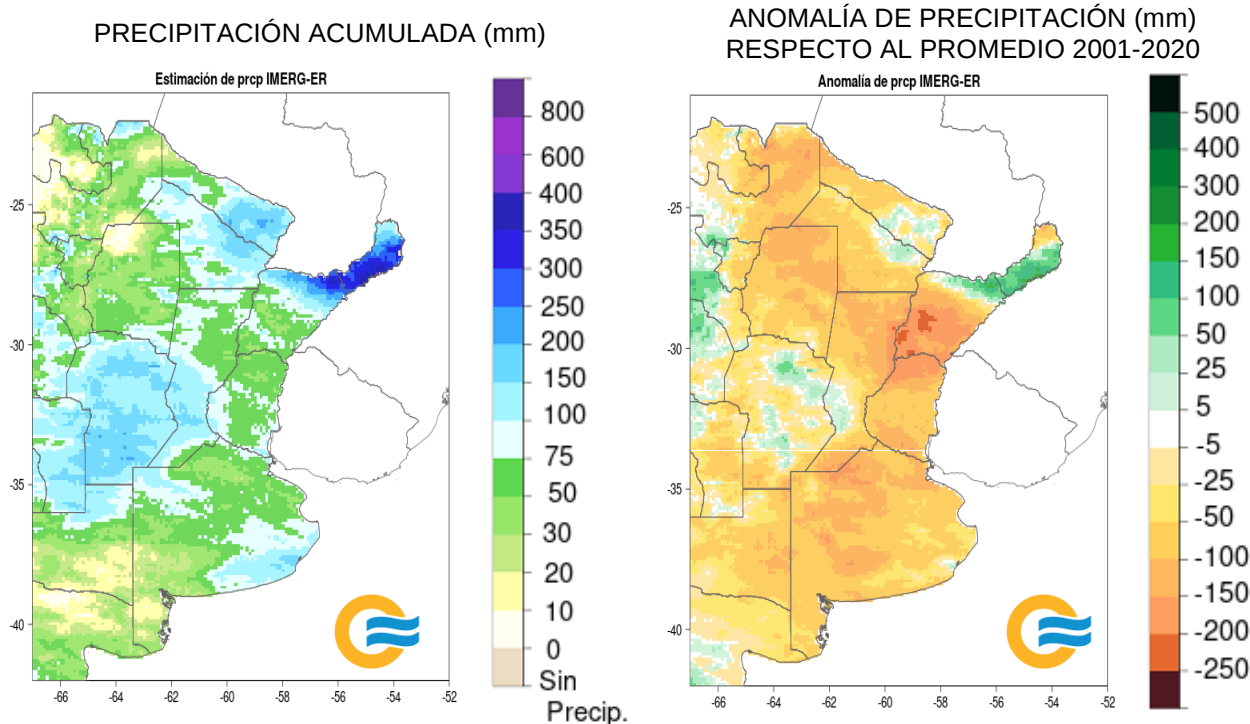
Los aportes de agua fueron deficitarios en gran parte del territorio, lo que produjo un marcado secamiento de los suelos en el norte del país, el Litoral y gran parte de la zona núcleo. Por lo tanto, las condiciones hídricas de los suelos en la zona de secano son desiguales y van de sequía a óptimas, según el modelo balance hídrico mostrado.

3.4 MAPAS DE PRECIPITACIÓN

DICIEMBRE 2024



PRECIPITACIÓN ESTIMADA CON SENSORES REMOTOS - IMERG_ER DICIEMBRE 2024



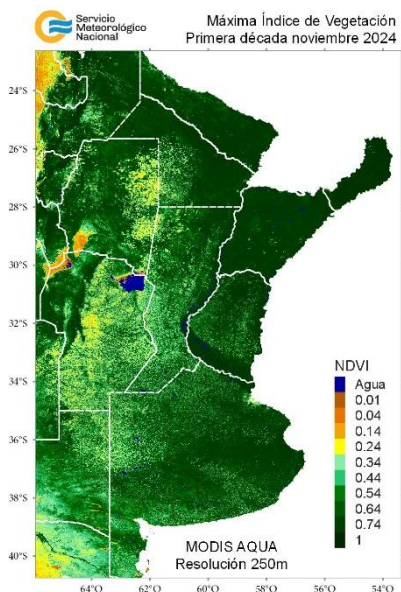
4. ÍNDICES SATELITALES

4.1. ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

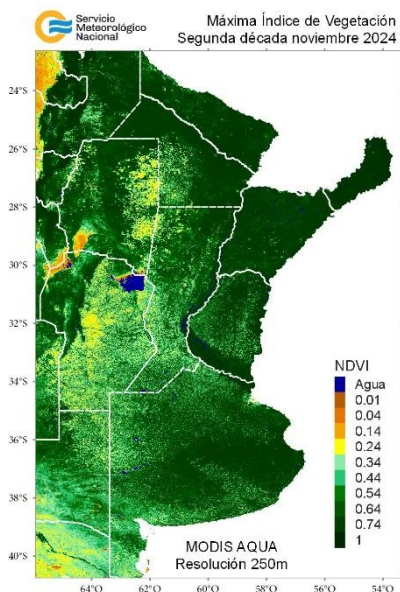
A continuación se muestran los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de noviembre y diciembre de 2024. Este índice se encuentra estrechamente relacionado con el desarrollo de la vegetación y las condiciones climáticas. Con el avance de las décadas se nota un aumento de la actividad fotosintética en gran parte de la zona de cultivos de secano, en parte asociado a los cultivos de verano que se encuentran en etapa vegetativa y en las primeras fases reproductivas. Por otra parte, en el sur de Buenos Aires se observa una leve disminución ya que están realizando las labores de cosecha de los cereales de invierno.

NOVIEMBRE 2024

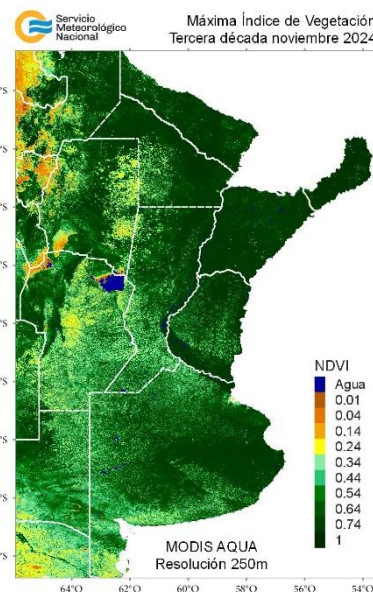
DÉCADA 1



DÉCADA 2

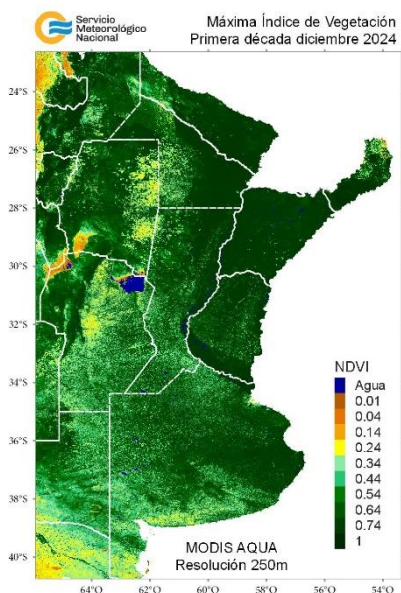


DÉCADA 3

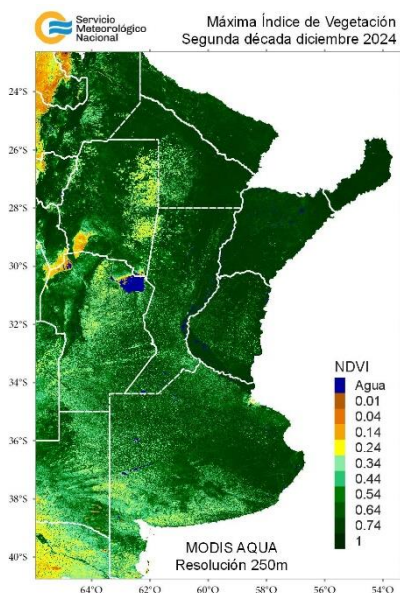


DICIEMBRE 2024

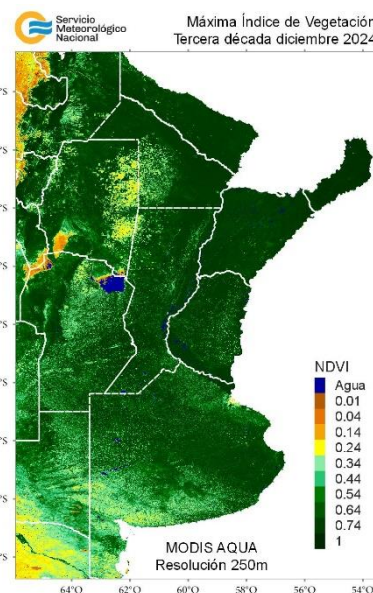
DÉCADA 1



DÉCADA 2



DÉCADA 3



4.2. ANOMALÍA DEL ÍNDICE NORMALIZADO DE VEGETACIÓN

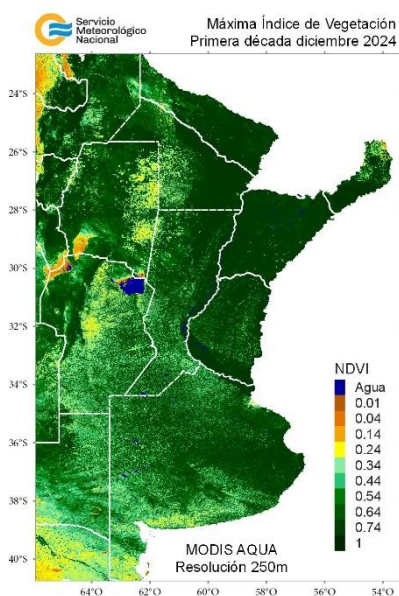
En los siguientes mapas se presenta los campos de índice NDVI (índice Normalizado de Vegetación) máximo para cada década de diciembre de 2024 y su anomalía respecto al promedio 2003-2023 (período de referencia). El mapa de anomalía del índice de vegetación es la resultante de la diferencia entre las décadas del mes actual finalizado y el periodo de referencia.

Los tonos marrones corresponden a un índice de vegetación menor con respecto al periodo de referencia, los tonos verdes corresponden a un índice de vegetación mayor con respecto al periodo de referencia y el blanco que se mantienen iguales o muy poca variación respecto al periodo de referencia.

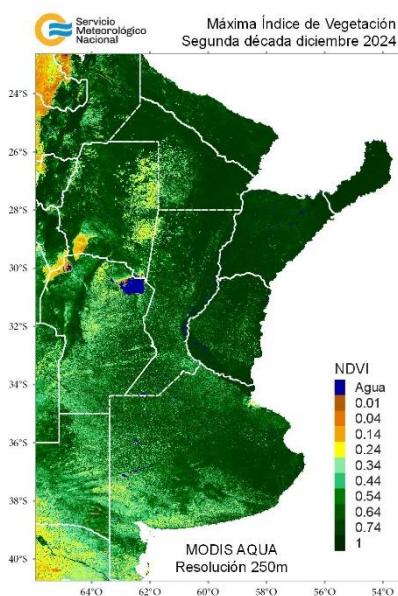
En la mayoría de la zona de cultivos de secano la anomalía es positiva; los desvíos negativos respecto a los 20 años previos se registran en parte de Santiago del Estero y Chaco.

DICIEMBRE 2024

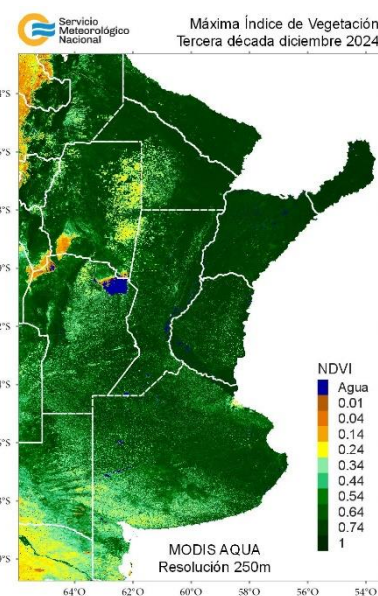
DÉCADA 1



DÉCADA 2

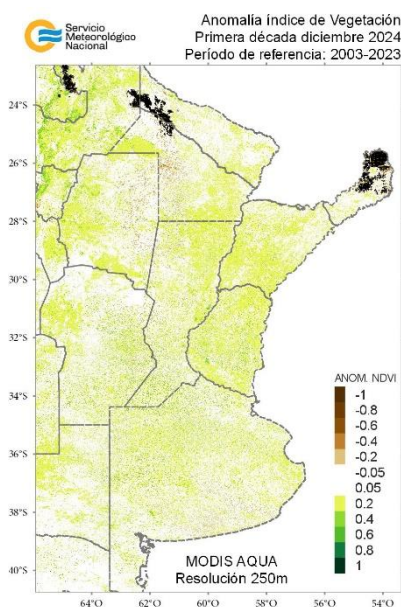


DÉCADA 3

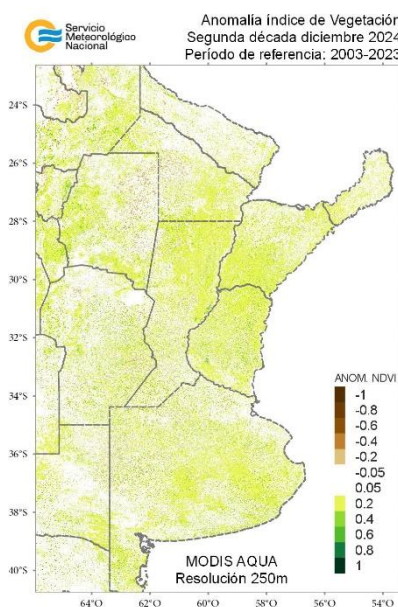


ANOMALÍA DICIEMBRE 2003-2023

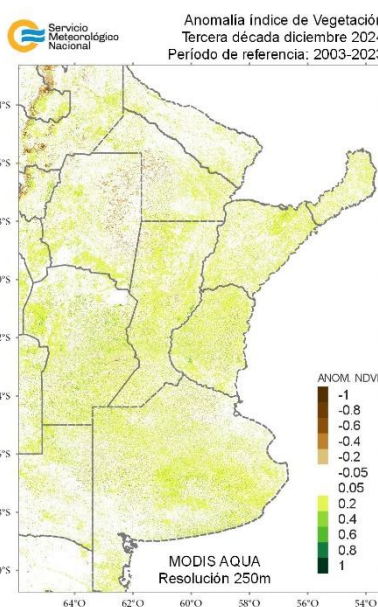
DÉCADA 1



DÉCADA 2



DÉCADA 3



4.3. HUMEDAD DEL SUELO

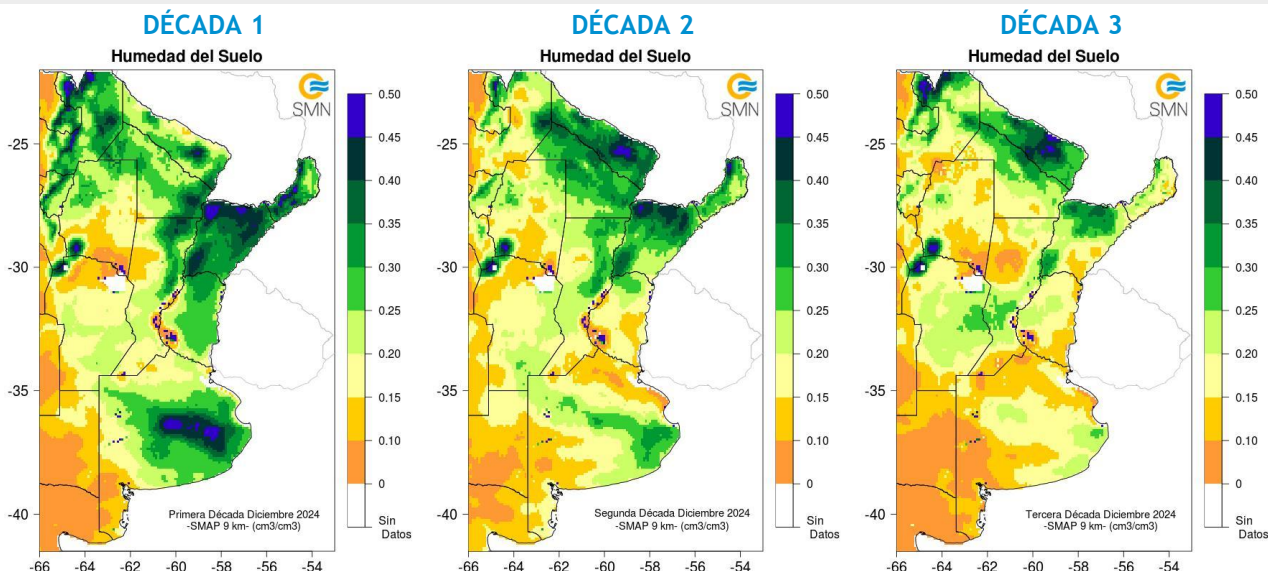
Los mapas de humedad del suelo son promedios decádicos (10 días), realizado a partir de la información satelital proveniente del sensor de Humedad del Suelo Activo Pasivo (SMAP, por sus siglas en inglés). Una misión de la NASA que tiene por objetivo estimar la humedad del suelo, a una profundidad de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

Los valores de la estimación son una representación de la humedad volumétrica del suelo (m^3/m^3), es decir, la relación entre el volumen de agua y el volumen total del suelo (considerando la fase sólida, líquida y gaseosa presente en el suelo).

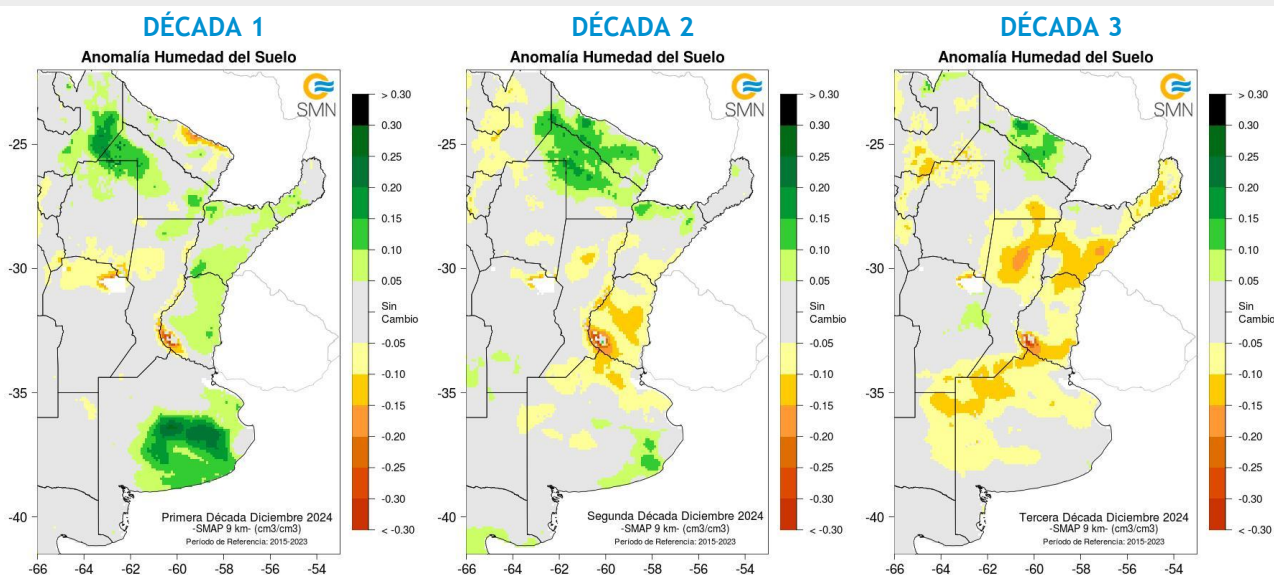
Con el objetivo de conocer las tendencias en el comportamiento de la humedad del suelo para el periodo actual, se realiza el cálculo de las diferencias entre el periodo 2024 respecto al periodo 2015-2023, para cada década.

En la mayor parte de la región productora de cultivos de secano los suelos presentaron buena humedad en la primera década, por lo menos en los primeros centímetros, que luego fue en detrimento, acorde a las precipitaciones ocurridas. Comparando con el contenido de agua promedio 2015-2023, se mantuvieron las anomalías positivas en el noreste del territorio, mientras que en la región Pampeana predominaron desvíos positivos en la primera década y negativos en la segunda y tercera.

DICIEMBRE 2024 HUMEDAD DEL SUELO



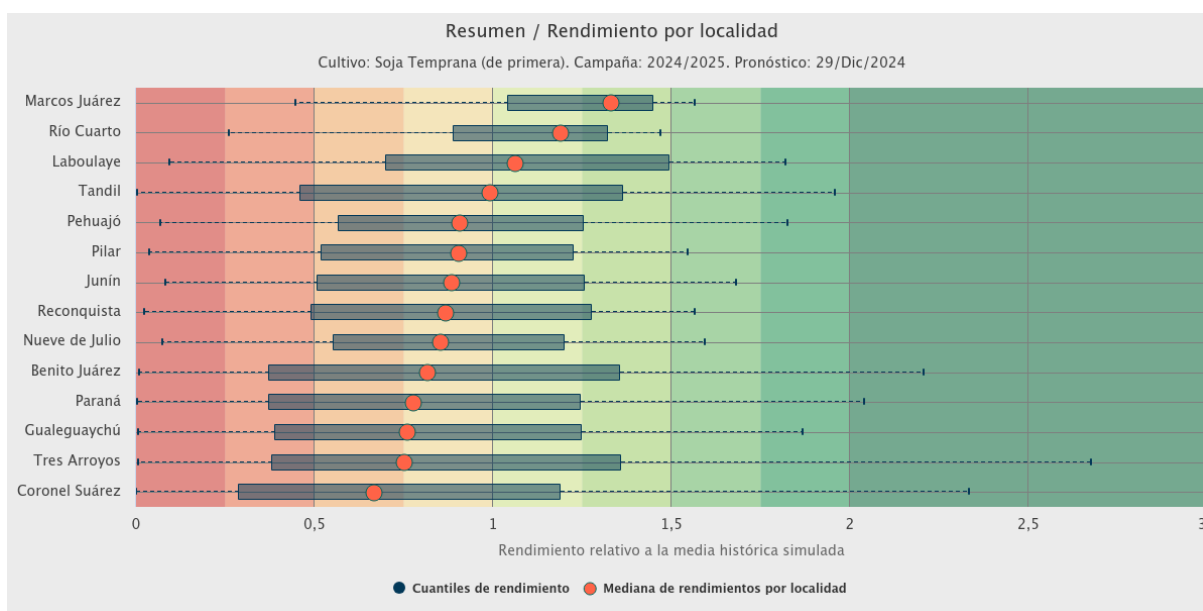
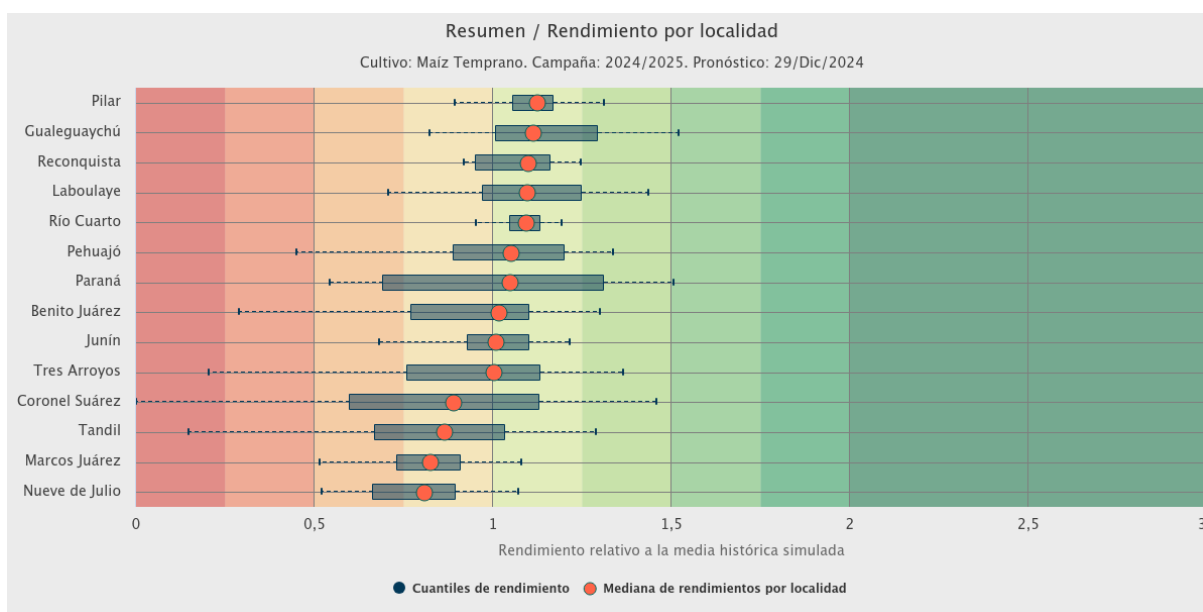
ANOMALÍA DE LA HUMEDAD DEL SUELO



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 tempranos. En este boletín se presenta el pronóstico obtenido el día 29/12/2024 (se puede ver la actualización semanal en: <https://prorindes.smn.gob.ar/>).

En las siguientes figuras se muestra el pronóstico de rendimiento por localidad para el maíz y la soja de primera ocupación en formato de box plot, relativo al valor medio histórico simulado. Se observan perspectivas de rinde por encima de los valores promedio para el maíz temprano en la mayor parte de las localidades. En el caso de la soja de primera, los pronósticos de mayor rendimiento se estiman en el norte de la región pampeana.



DEFINICIÓN Y ABREVIATURA DE PARÁMETROS EMPLEADOS

TEMPERATURA

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

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

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

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

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

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

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

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

GRADOS DIAS

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

GD: Temperatura media diaria - Temperatura base

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

PRECIPITACIONES

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

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

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

PRECIPITACIÓN ESTIMADA IMERG_ER

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

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

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

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

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

Más información:

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

NDVI (índice de vegetación normalizado)

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

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

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

La **anomalía del índice de vegetación** es la resultante de la diferencia entre las décadas del mes actual y el promedio del periodo 2003-2023 para cada década específica del mismo mes de análisis.

HUMEDAD DEL SUELO

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

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

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

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

PRORINDES

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Introducción

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

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

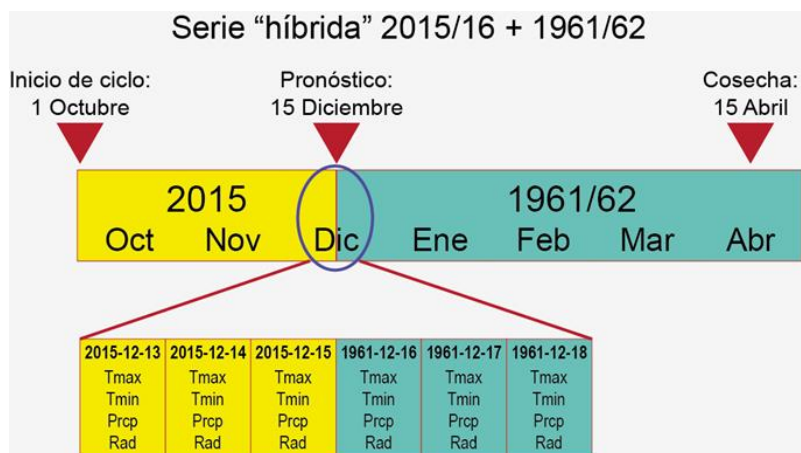


Figura 2: Construcción de una serie híbrida en base a datos observados y datos climáticos históricos. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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).

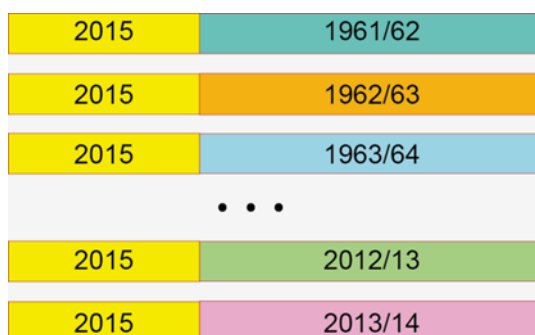


Figura 3: Múltiples series híbridas para una fecha de pronóstico determinada. (<https://prorindes.smn.gob.ar/>)

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.

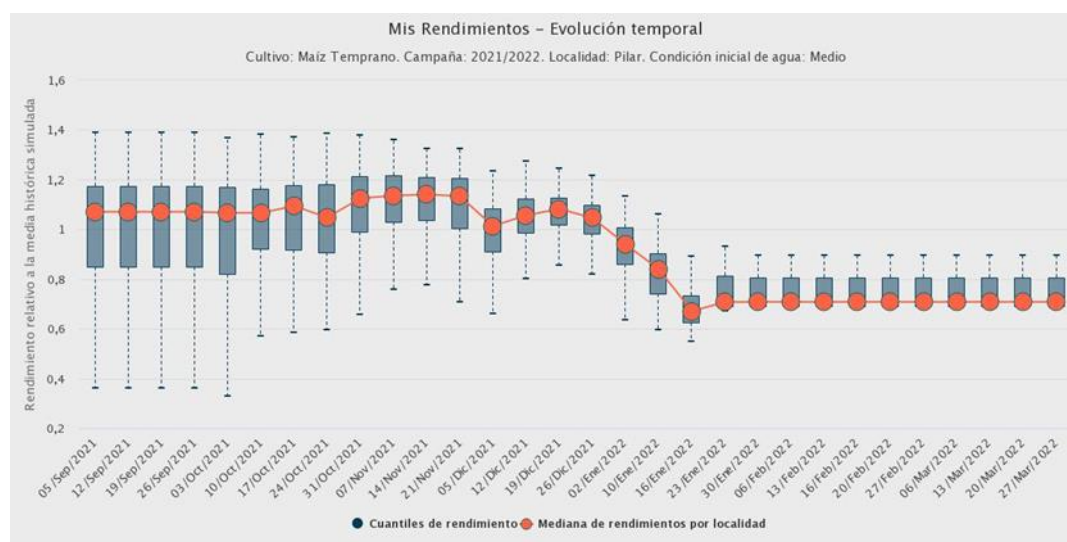


Figura 4: Evolución de los pronósticos de rendimiento para el maíz de siembra temprana en la localidad de Pilar, con una condición inicial de agua media y para los diferentes suelos tipificados en la localidad, durante la campaña agrícola 2021/2022.

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.gob.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.

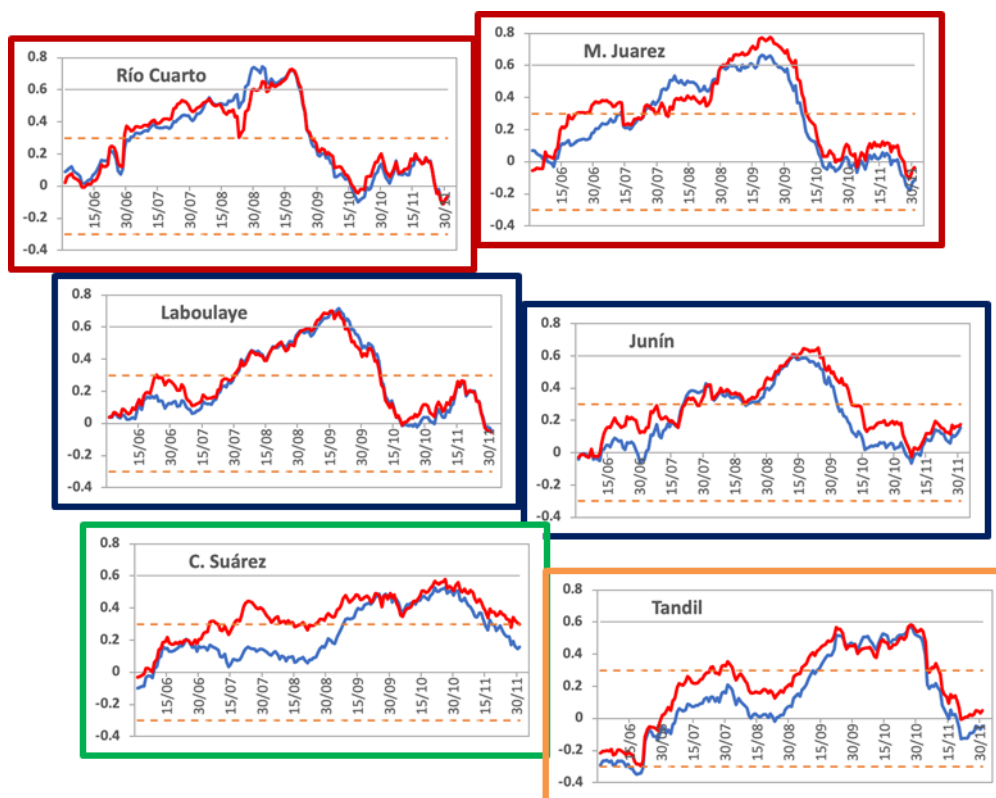


Figura 5: Series de coeficiente de correlación entre precipitación acumulada en ventanas móviles de 30 días y el rendimiento medio con bajo (línea roja) y alto (línea azul) contenido de agua inicial. Las líneas punteadas indican los umbrales de significancia.

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.

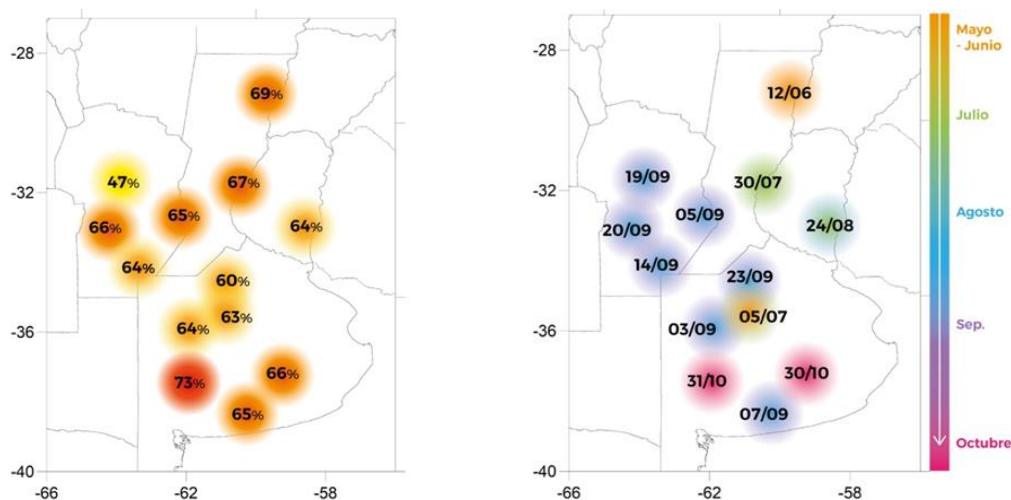


Figura 6: Máxima Probabilidad de bajos rendimientos asociados a escasas precipitaciones, en ventana de 30 días (izquierda) y fechas (indicando el final de la ventana de 30 días) en la cual estas probabilidades máximas ocurren (derecha).

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 desfasaje 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).

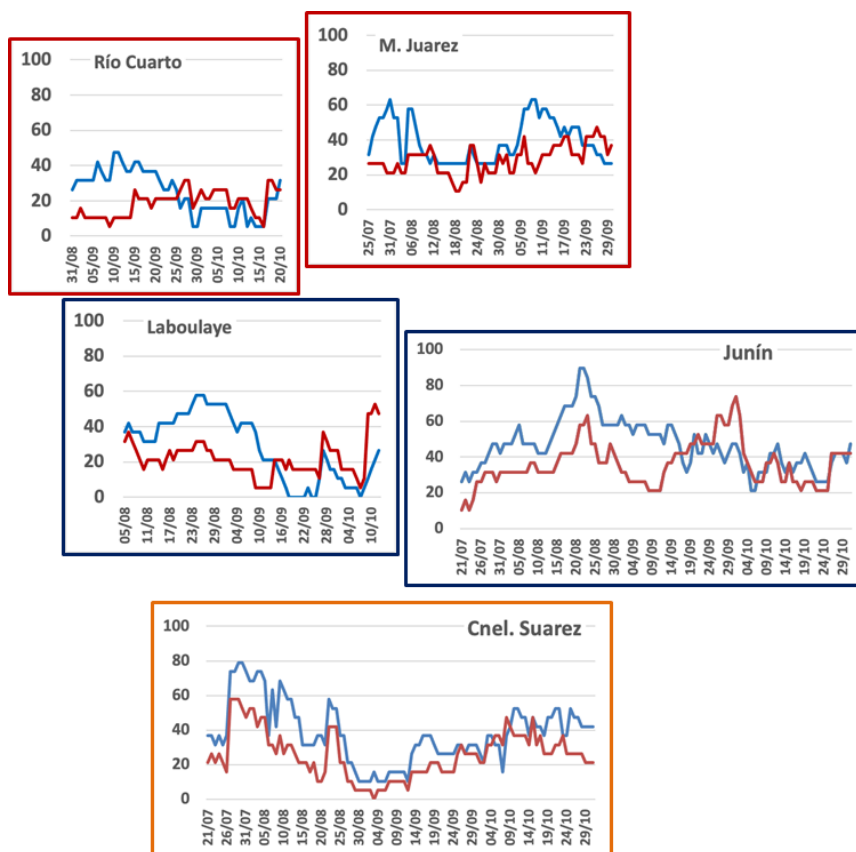


Figura 7: Probabilidad de tener bajos rendimientos (menores al percentil 33) con escasas precipitaciones en 30 días (menores al percentil 33) en eventos El Niño (curva roja); La Niña (curva azul). Utilizando simulaciones con bajo contenido de agua inicial.

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.

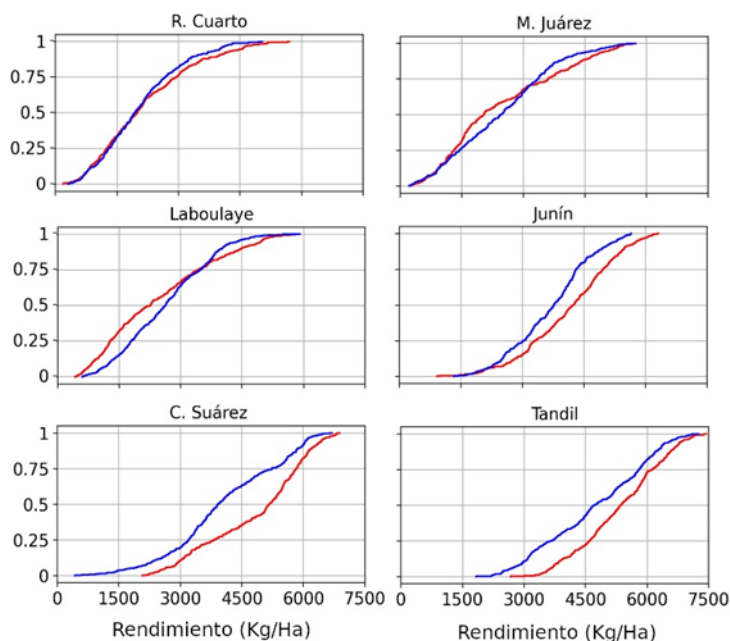


Figura 8: Función de distribución acumulada de los rendimientos con bajos contenidos de agua inicial en años El Niño (curva roja) y años La Niña (curva azul).

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, impotancia como alimento y consumo. Manual de trigo. Instituto Internacional de Nutrición de Plantas, Programa Latinoamérica Cono Sur.*

Bonhaure. 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.*



Servicio
Meteorológico
Nacional
Argentina



Ministerio
de Defensa
República Argentina

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

www.smn.gob.ar

