

## Condiciones ambientales y humedad edáfica durante el crecimiento del cultivo de trigo en 2022

Gomez, Dionisio<sup>1</sup>; Andreucci, Alvaro<sup>1</sup>; Donaire, Guillermo<sup>1</sup>; Alberione, Enrique<sup>1</sup>; Massa, Julia<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EEA INTA Marcos Juárez, <sup>2</sup> IPEM 277

[alberione.enrique@inta.gob.ar](mailto:alberione.enrique@inta.gob.ar)

### Introducción

El cultivo de trigo en la región está expuesto en gran parte de su ciclo de crecimiento a estreses de tipo abiótico (bajas y altas temperaturas y reducción de la disponibilidad hídrica en el suelo). Cuando se acumulan eventos de estrés el impacto sobre el rendimiento de grano puede ser mayor. El estrés por frío causa modificaciones morfológicas, fisiológicas, bioquímicas y moleculares. Al principio y final del invierno/comienzo de primavera las plantas de trigo pueden ser menos resistentes a frío, lo cual favorece el daño. Si el efecto de heladas es temprano puede afectar la germinación y el establecimiento de plantulas ocasionando baja emergencia y reducción en el stand y la densidad de plantas (Hassan *et al.*, 2021). En fases vegetativas causa clorosis y marchitez, y también puede llevar a necrosis de tejidos e inhibición del crecimiento y reducción del área foliar siendo más crítico cuando se reduce la actividad fotosintética resultando en un desbalance fuente-destino (Hassan *et al.*, 2021 citado de Paul and Foyer, 2001; Liu L. *et al.*, 2019; Liu Y. *et al.*, 2019).

En iniciación floral (etapa de encañado) las temperaturas mínimas y máximas toleradas por el cultivo de trigo van desde 7 a 18°C en variedades primaverales y 0 a 7°C en invernales, siendo la temperatura óptima para esta etapa de crecimiento de 4 a 10°C (Hassan *et al.*, 2021 citado de Arhens and Loomis, 1963, Tirione and Metzger, 1970; Evans 1975). En general las pérdidas de rendimiento inducidas por estrés por frío se caracterizan por un reducido número de tallos productivos y tallos más cortos, menor biomasa y área foliar y reducción de la capacidad fotosintética lo que lleva finalmente a un menor número de espigas y granos por espiga y menor longitud de espigas (Hass *et al.*, 2021 citado de Valluru *et al.*, 2012; Li *et al.*, 2015). La actividad fotosintética se ve afectada de forma distinta según la sensibilidad de los cultivares; se ve más resentida en cultivares sensibles a estrés por frío que los tolerantes (Hassan *et al.*, 2021 citado de Yamori *et al.*, 2009).

Además de los daños que el frío provoca al tejido foliar, cuando esta exposición es prologada, resulta en un retraso de crecimiento causado por una reducción significativa en la ramificación y superficie de la raíz y disminución del área raíz/macollos interrumpiendo la normal absorción de agua y nutrientes (Hassan *et al.*, 2021 citado de Hussain *et al.*, 2018). No obstante conviene aclarar que los mayores daños provocados por frío se dan en fases reproductivas (proximo a floración), provocando aborto de flores, infertilidad del polen que deriva en una fertilización reducida y finalmente producción e espigas deformes con mal cuajado de frutos (Hassan *et al.*, 2021 citado de Thakur *et al.*, 2010)

A su vez las condiciones de frío provocan estrés por sequía que reducen el oxígeno molecular y produce especies reactivas de oxígeno (ROS) que causan daños

severos al aparato fotosintético además de afectar la turgencia celular (Hassan *et al.*, 2021 citado de Basu *et al.*, 2016).

Por su parte la condición de sequía reduce la conductividad hidráulica de la raíz, limita el crecimiento de la raíz y afecta la turgencia de la hoja lo que provoca el inevitable marchitamiento de las hojas. Hay una relación directa entre la asimilación de nutrientes (macro y micronutrientes) con la temperatura del suelo y la humedad disponible del suelo. Además se ven afectadas las actividades enzimáticas y metabólicas en las plantas (Hassan *et al.*, 2021).

Una de las estrategias de manejo frente al estrés por frío, es la elección de variedades menos sensibles. De hecho también hay una estrecha relación entre las plantas tolerantes a la sequía y las plantas tolerantes a la congelación. Las variedades tolerantes tienen una mayor capacidad para tolerar estrés por frío subóptimo. Por otra parte existe también una relación inversa entre la precocidad de una variedad y la resistencia a las heladas ([www.fao.org](http://www.fao.org)).

Las condiciones ambientales presentes pueden compararse a otras observadas en años recientes (2020). La combinación de estrés térmico (heladas) e hídrico (sequía) marcaron el comportamiento de las variedades; se diferenciaron en sensibles y tolerantes a frío en pasto (Fraschina *et al.*, 2021).

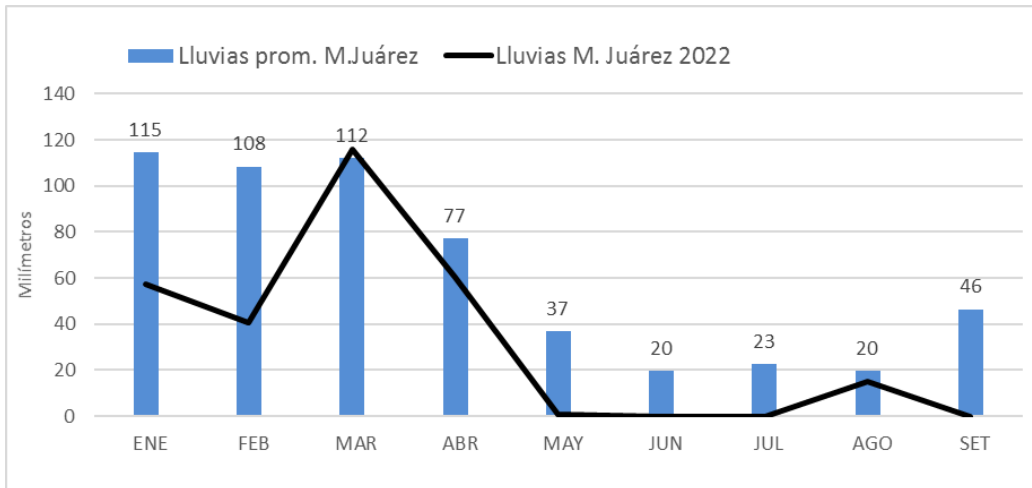
En un futuro informe se presentarán resultados de evaluación sobre el comportamiento de variedades difundidas y nuevas presentes en la actual campaña.

## **Caracterización del ambiente (condiciones meteorológicas) en sudeste de Córdoba**

### **Periodo informado enero - septiembre**

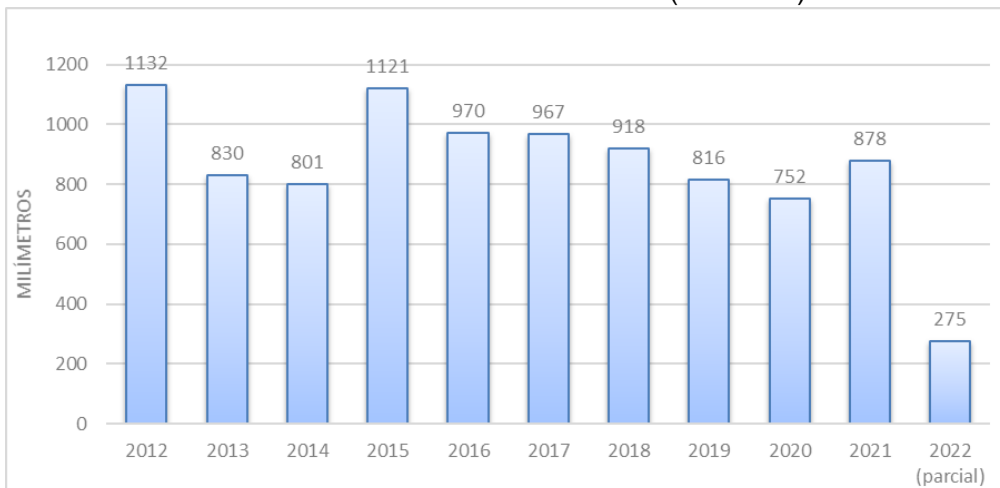
#### **Precipitaciones**

Comparando los registros pluviométricos mensuales del corriente año con los de la serie histórica se observaron hasta el momento diferencias muy apreciables. Los registros mensuales han resultado ser hasta comienzos del mes de septiembre menores a los registros mensuales en serie histórica, con la única excepción del mes de marzo. En todos los meses se registraron valores por debajo de la media. En el bimestre enero-febrero los registros se ubicaron muy por debajo de la media histórica (52% y 37% menos respectivamente). Durante abril las lluvias fueron menores a su media histórica mensual. En mayo, junio y julio no se registraron precipitaciones y en agosto se produjeron algunas lluvias en la zona, registrándose en Marcos Juárez 15 mm. Durante la primer quincena de septiembre no hubo registros de precipitaciones. Luego ocurrieron algunas que hasta el momento del presente informe acumulan un milimetraje variable en la región (25 mm en Marcos Juárez) (Gráfico 1).



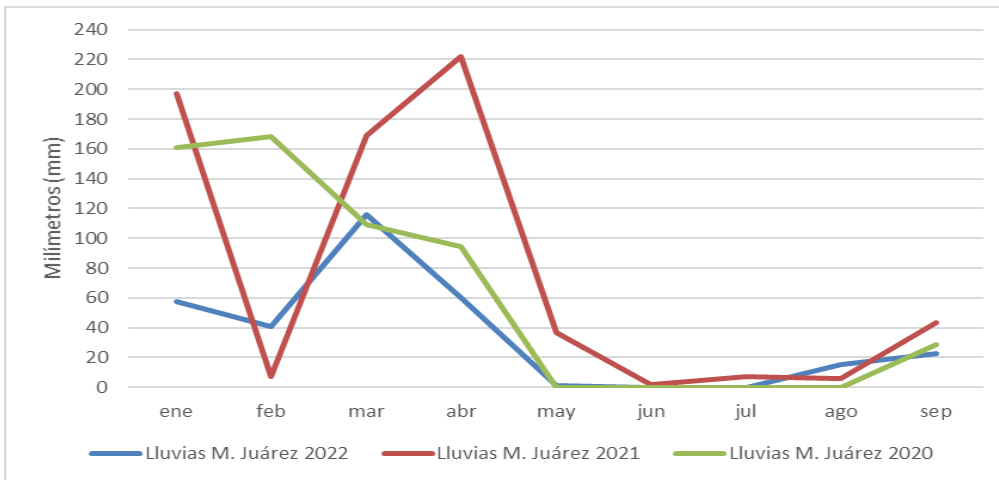
**Gráfico 1. Lluvias en Marcos Juárez 2022 vs Lluvias históricas**

Los escasos registros pluviométricos parciales acumulados en el presente año lo ubican como el de menos lluvias de la década 2012-2022 (Gráfico 2).



**Gráfico 2. Lluvias acumuladas anuales de la última década (2012-2022) en Marcos Juárez**

Comparando los registros de lluvias de las últimas tres campañas y analizando puntualmente en cada una de éstas, en el periodo enero-septiembre se observa que en el corriente año fueron mayores a los dos últimos en los meses de enero, marzo y levemente superior en el mes de agosto (Gráfico 3).

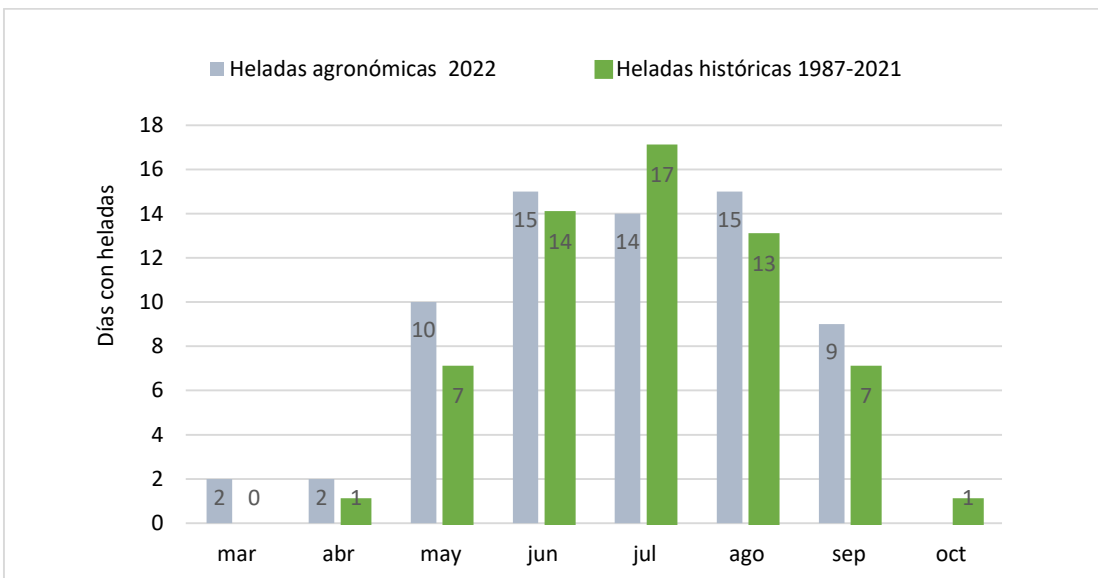


**Gráfico 3. Precipitaciones acumuladas (enero-septiembre) en los años 2020, 2021 y 2022 en Marcos Juárez**

### Heladas

En cuanto a días con heladas, el presente año resultó diferente a otros debido a la anticipación observada en el mes de marzo, momento en que se registraron dos eventos de heladas tempranas los días 30 y 31. Durante el trimestre abril-mayo-junio se registró un mayor número de días con eventos comparado con el promedio histórico; en julio fue menor y en agosto y septiembre se registraron más días con heladas. Lo ocurrido en estos tres meses diferencia a este año de otros.

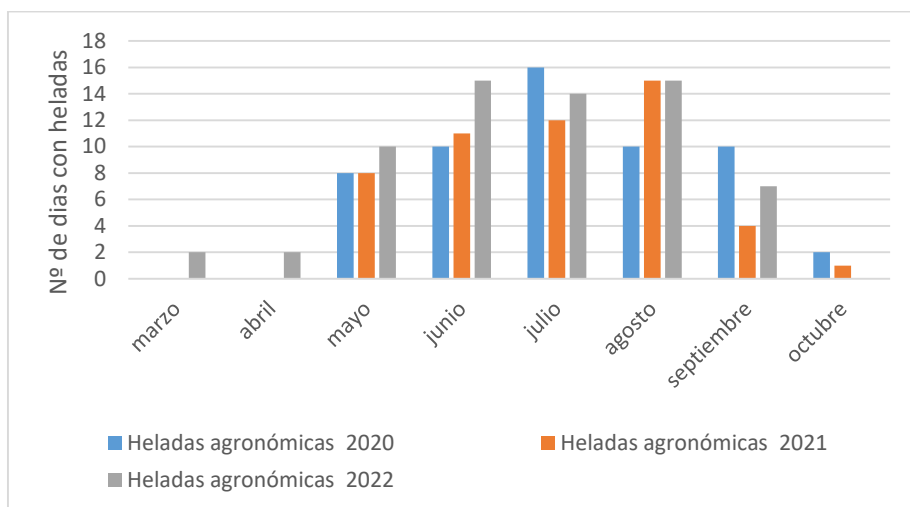
Hasta la primera quincena de septiembre, el acumulado parcial de días con heladas agronómicas sumó 62 días, siendo superior a la media anual de la serie histórica (1987-2021) con registro máximo de 60 días. (Gráfico 4).



**Gráfico 4. Número de días con heladas hasta septiembre de 2022 vs. registro histórico**

Comparando los registros de días con heladas de las últimas tres campañas (año 2020 similar al actual) se observa que en los meses de marzo, abril mayo y junio el registro de heladas agronómicas durante el año 2022 fue superior a los registros de los

dos años precedentes. En tanto, en julio, agosto y septiembre los registros de heladas fueron inferiores o iguales a 2020 pero superiores a 2021 (Gráfico 5).



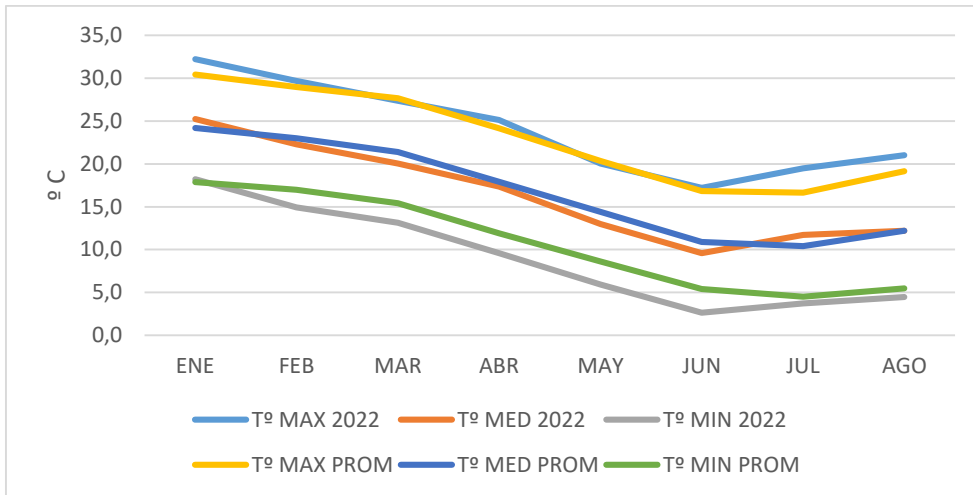
**Gráfico 5. Comparativo N° de días con heladas años 2020, 2021 Y 2022.**

En el cuadro 1 se muestra el registro diario mensual con eventos de heladas agronómicas (temperaturas < a 0°C) medido a 5 cm de la superficie del suelo y además el número de días con heladas registrado desde marzo hasta septiembre de 2022, comparado con igual período de la serie histórica.

**Cuadro 1. Días con heladas e intensidad**

Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	--	--	--		0,0		-1,4				--	--	
2	--	--	--				-5,0	-0,2	-2,0		--	--	
3	--	--	--		0,0	-1,0	-4,0		-3,0		--	--	
4	--	--	--	-1,9		-1,2					--	--	
5	--	--	--			-1,0	-5,4	-4,4	-2,3		--	--	
6	--	--	--		-2,0		-6,0		-1,3		--	--	
7	--	--	--				-5,0	-1,0			--	--	
8	--	--	--				-6,0				--	--	
9	--	--	--					-1,0	-2,4		--	--	
10	--	--	--			-7		-1,5	-4,0		--	--	
11	--	--	--			-5					--	--	
12	--	--	--				-8,0				--	--	
13	--	--	--						-2,3		--	--	
14	--	--	--				-4,0				--	--	
15	--	--	--			0					--	--	
16	--	--	--		-3,2			-2,0			--	--	
17	--	--	--				-6,0				--	--	
18	--	--	--		-3,9	-1,6	-2,0	-6,8			--	--	
19	--	--	--		-2,0	-6,0	-3,0	-6,0			--	--	
20	--	--						-1,0			--	--	
21	--	--				-4,0		-1,0			--	--	
22	--	--			-1,0		-2,0	-2,2	-2,8		--	--	
23	--	--				-8,0		-1,8	-0,2		--	--	
24	--	--				-3,0					--	--	
25	--	--				-2,0					--	--	
26	--	--			-2,4	-4,0					--	--	
27	--	--				0,0					--	--	
28	--	--						-6,8			--	--	
29	--	--		-2,1			-4,1	-4,6			--	--	
30	--	--	-2,2		-8,6	-3,2		-1,5			--	--	
31	--		-1,1		-5,0						--	--	
<b>Nº días con Heladas agronómicas 2022</b>	--	--	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>9</b>		--	--	<b>65</b>
<b>Nº días con Heladas históricas 1987-2021</b>			<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>

Observando los registros de temperaturas mensuales máximas, medias y mínimas comparadas con los valores mensuales de la serie histórica, se aprecia que la temperatura máxima mensual resultó ser superior en los meses de enero, febrero, abril, julio y agosto. Contrariamente, las temperaturas mínimas mensuales marcaron una importante diferencia con los registros mensuales históricos: desde febrero hasta agosto los registros resultaron menores en el comparativo. Esto hizo que los registros medios mensuales se comportaran casi idénticamente en este periodo siendo inferiores a los registros medios mensuales históricos. Las temperaturas mínimas ‘traccionaron’ hacia abajo a las medias (Gráfico 6).



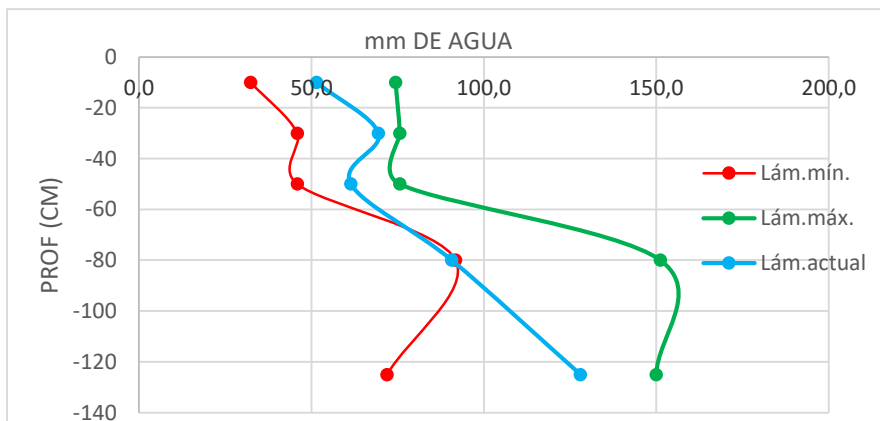
**Gráfico 6. Temperaturas mensuales máximas, medias y mínimas vs. registros históricos**

### Condiciones edáficas - Agua en el suelo según cultivo antecesor

Con la necesidad de conocer el estado hídrico del suelo con cultivos de trigo implantados, se hicieron determinaciones de disponibilidad de agua útil (DAU) en la tercera década del mes de julio (27/07), en 5 estratos del suelo, obteniéndose el acumulado en 4 situaciones distintas: RET sobre maíz con variedades implantadas de ciclo corto y ciclo largo (figuras 1 y 2 y cuadros 2 y 3) y RET sobre rastrojo de soja con variedades implantadas de ciclo corto y ciclo largo (figuras 3 y 4 y cuadros 4 y 5).

#### RET Ciclo Corto sobre rastrojo de maíz

**Figura 1. Contenido de agua en el perfil del suelo**

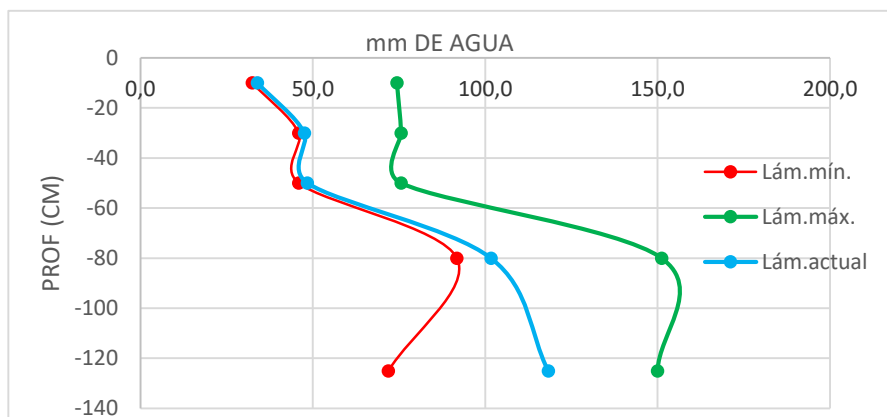


**Cuadro 2. Disponibilidad de agua útil**

Profundidad (cm)	DAU (mm)
-10	19,1
-30	23,5
-50	15,5
-80	-1,1
-125	56,1
<b>Total</b>	<b>113,1</b>

### RET Ciclo Largo sobre rastrojo de maíz

Figura 2. Contenido de agua en el perfil del suelo

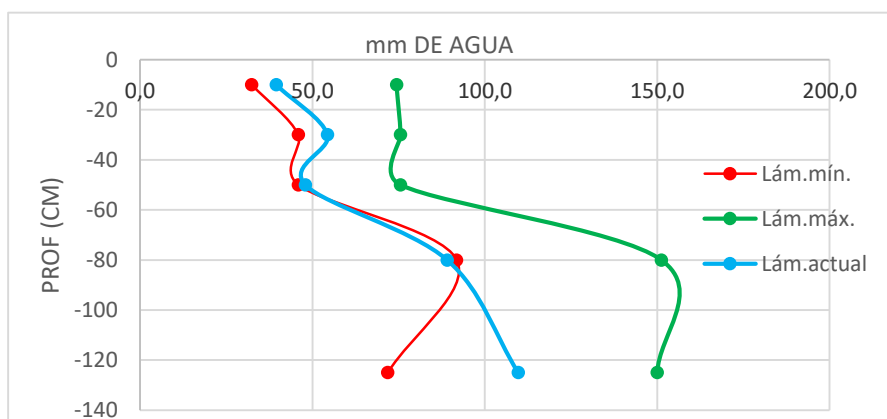


Cuadro 3. Disponibilidad de agua útil

Profundidad (cm)	DAU (mm)
-10	1,5
-30	1,6
-50	2,5
-80	9,9
-125	46,4
<b>Total</b>	<b>61,99</b>

### RET Ciclo Corto sobre rastrojo de soja

Figura 3. Contenido de agua en el perfil del suelo

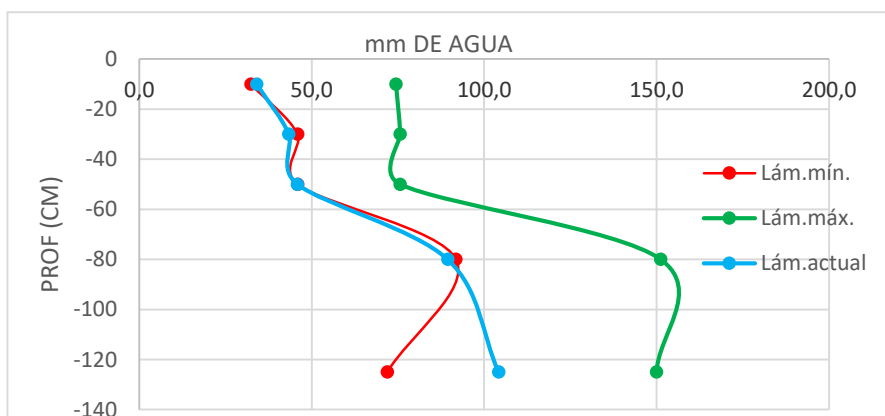


Cuadro 4. Disponibilidad de agua útil

Profundidad (cm)	DAU (mm)
-10	7,1
-30	8,5
-50	2,1
-80	-2,7
-125	37,8
<b>Total</b>	<b>52,78</b>

### RET Ciclo Largo sobre rastrojo de soja

Figura 4. Contenido de agua en el perfil de suelo



Cuadro 5. Disponibilidad de agua útil

Profundidad (cm)	DAU (mm)
-10	1,6
-30	-2,6
-50	0,0
-80	-2,4
-125	32,3
<b>Total</b>	<b>29,02</b>



La disponibilidad de agua observada en las dos situaciones distintas según cultivo antecesor, indicó que sobre maíz hubo mayor disponibilidad de humedad comparado con el rastrojo de soja. Si se comparan los registros de DAU sobre ambos rastrojos con cultivo de trigo de ciclo largo implantado (52 días desde la emergencia), sobre maíz había disponible 62 mm mientras que en soja sólo 29 mm, la mitad de lo medido en maíz (Cuadros 2,3,4 y 5). La segunda diferencia apreciable se observó a nivel de ciclos de crecimiento. Las variedades de ciclo largo, hasta ese momento tuvieron mayor consumo de agua comparado con las de ciclo corto, explicado por su permanencia en el lote (anticipación de siembra). En ambas situaciones las curvas de lámina actual (consumo) de las variedades de ciclo largo, se acercaron estrechamente a la lámina mínima (profundidad 0-80 cm).

Sobre rastrojo de maíz la diferencia de DAU medido en ensayo de ciclos cortos (menor consumo) y ensayo de ciclos largos (mayor consumo) fue de 51,11 mm, en tanto que sobre rastrojo de soja esta diferencia fue de 23,76 mm.

Los valores de DAU totales en cada condición revelan la escasez de agua aprovechable para los cultivos hasta ese momento. De aquí en adelante las condiciones ambientales y edáficas fueron responsables de daños causados por estrés en los cultivos.

## Conclusión

La combinación de estrés térmico e hídrico ha provocado daños diversos en los cultivos dependiendo de varios factores. Entre los más importantes se cuentan la elección de las variedades sembradas y el manejo de los lotes, siendo especialmente importante el nivel de fertilidad y fertilización como atenuación de los daños.

En general hasta antes de las lluvias se observó distintos daños provocados por estrés abiótico. En variedades más sensibles a frío se observó como daño máximo mortandad de plántulas y como consecuencia reducido stand. En cambio en aquellas con comportamiento intermedio lo común es observar pérdidas de área foliar por muerte de hojas (estratos basales) y tallos secundarios. Un daño muy generalizado en la mayoría de las variedades es la manifestación de clorosis y 'quemado' de hojas por deshidratación.

La alternancia térmica entre temperaturas máximas y mínimas parece haber sido el causal de un acelerado deterioro del área foliar.

Los pronósticos de largo plazo para el trimestre octubre-noviembre-diciembre no se presentan alentadores en materia de precipitaciones acumuladas esperadas.

## Bibliografía

Andreucci A. 2022. Registro y análisis de datos agrometeorológicos EEA INTA Marcos Juárez. Área Suelo y Protección Vegetal.

El daño producido por las heladas: fisiología y temperaturas crítica [www.fao.org/3/y7223s/y7223s05.pdf](http://www.fao.org/3/y7223s/y7223s05.pdf)

Fraschina, J; Donaire, G; Gómez, D.; Bainotti, C.; Alberione, E.; Salines, N.; Mir, L; Chialvo, E.. 2021. Evaluación de cultivares de trigo sobre rastrojo de maíz. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/10473>

Hassan Muhammad A. .; Xiang Chen ; Farooq Muhammad ; Muhammad Noor ; Yan Zhang ; Hui Xu .; Yuanyuan Ke .; Bruon Attiogbe K. ; Lele Zhang y Jincai Li ..2021. Systems Approach to Understanding the Biology of Cold Stress Responses in Plants. Cold Stress in Wheat: Plant Acclimation Responses and Management Strategies. Plant Sci., Sec. Plant Abiotic Stress <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2021.676884/full>.

