



XXIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo

Suelos... Huellas del pasado, desafíos del futuro

San Fernando del Valle de Catamarca,
Prov. de Catamarca, Argentina
21 al 24 de mayo de 2024



Influencia de la freática sobre el rendimiento de trigo en la Región Sur de Córdoba

Allovatti, Sofía^{1*}; Feresin, Patricio¹; Canale, A.²; Videla Mensegue, H.³

¹ AER INTA La Carlota; ² AER INTA Rio Cuarto; ³ AER INTA Laboulaye; * J. Ross 46, (2670) La Carlota, Prov. de Córdoba, allovatti.sofia@inta.gob.ar

RESUMEN El beneficio de la capa freática está condicionado a la oscilación de la profundidad de la misma, por lo cual, es altamente importante comprender la relación entre la profundidad de la capa freática, el crecimiento del cultivo y las condiciones meteorológicas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de la capa freática en el rendimiento de trigo durante cuatro campañas en la región sur de Córdoba. El área de estudio fue en cercanías de la ciudad de La Carlota. Los datos de campo fueron obtenidos de ensayos comparativos de rendimiento de variedades de trigo realizados durante cuatro ciclos agrícolas 2020 a 2023. Se determinó las características del suelo y se midió el contenido hídrico gravimétrico del suelo hasta 2 m a la siembra, macollaje, floración y madurez fisiológica. También se registró trimestralmente profundidad de la capa freática la mediante un pozo de observación instalado en el sitio de ensayo. En el año 2020, la profundidad de la capa freática fue 2.48 m, donde comienza su ascenso, registrando en el 2021 y 2022 una profundidad de 2.30 y 1.78 m, respectivamente; para descender nuevamente a 2,73 m durante el 2023. Los rendimientos promedios obtenidos fueron de 2699, 7657, 4995 y 3992 Kg ha⁻¹ para los años 2020, 2021, 2022 y 2023; respectivamente. La capa freática aportó al rendimiento de trigo entre un 30 y 55% con niveles freáticos entre 1.78 y 2.30 m, respectivamente; aun en años donde las precipitaciones fueron inferiores al promedio histórico.

PALABRAS CLAVE: dinámica freática, rendimiento, trigo.

INTRODUCCION

El agua es uno de los principales factores limitantes del crecimiento de los cultivos en ambientes subhúmedos a semiáridos (Sadras et al., 2015). La existencia de una capa freática poco profunda puede ser una fuente importante de agua para los requerimientos hídricos de los cultivos (Videla-Mensegue et al., 2015; 2024; Vitantonio-Mazzini et al., 2021; Di Mauro et al., 2018). En trigo, el período crítico es el momento donde el rendimiento del cultivo se ve más afectado ante alguna limitación (Sadras et al., 2015). En consecuencia, resulta importante mantener un adecuado equilibrio durante el crecimiento particularmente en términos de uso de agua antes y después de la antesis (Fischer, 1979).

La evaluación del impacto de la capa freática sobre los requerimientos hídricos y rendimiento de los cultivos es una tarea compleja. Algunos trabajos evaluaron la relación capa freática cultivo usando lisímetros (Kanget et al., 2001; Kahlown et al., 2005; Muller et al., 2005), empleando modelos de simulación de cultivos (Videla-Mensegue et al., 2015; Marcos et al., 2018) y métodos indirectos a través de rendimiento alcanzable en función del agua disponible (Rizzo et al., 2018). Varios trabajos coinciden en afirmar que una profundidad de 1,2 a 2,0 m es óptima para obtener un alto aporte de la capa freática a los requerimientos de agua para el crecimiento en biomasa en maíz, girasol, trigo y sorgo. Kahlown et al. (2005) indica que la profundidad óptima de la capa freática para alcanzar un máximo rendimiento es de 1,5 m para trigo.

Organizado por:



AACCS
ASOCIACION ARGENTINA
CIENCIA DEL SUELO



UNCA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE
CATAMARCA



FCA



INTA Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

En síntesis, el beneficio de la capa freática estaría condicionado a la oscilación de la profundidad de la misma, por lo cual, es altamente importante comprender la relación entre la profundidad de la capa freática, el crecimiento del cultivo y las condiciones meteorológicas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de la capa freática en el rendimiento de trigo durante cuatro campañas en la región sur de Córdoba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Los ensayos se ubicaron a 10 km al sur de la ciudad de La Carlota. Climáticamente, esta región se caracteriza por un régimen de precipitaciones con mayor concentración estival (régimen de tipo monzónico) y clima templado sin gran amplitud térmica anual. El suelo es de textura franco arenosa (Haplustol éntico), con una capacidad de uso IIIsc (INTA, 1993), caracterizado por su representatividad geográfica con lomas eólicas suavemente onduladas y pendientes que no superan el 1% con drenaje excesivo. Las principales limitantes de este suelo están dadas por la moderada retención de humedad, condiciones climáticas y susceptibilidad a la erosión eólica.

Mediciones de campo

Se utilizaron los datos obtenidos de ensayos comparativos de rendimiento de variedades de trigo realizados durante cuatro ciclos agrícolas publicados por Anselmi y Feresin (2020, 2021, 2022, 2023). El diseño experimental utilizado fue en franjas con dos repeticiones, en cada ensayo se testearon entre 10 a 14 variedades de trigo de ciclo largo a intermedio-largo. La fecha de siembra fue entre el 27 de mayo al 2 de junio, con una densidad de siembra de 125 kg ha⁻¹ y una fertilización nitrogenada y fosforada para evitar limitaciones de nutrientes. En cada ciclo agrícola se determinó el rendimiento en grano.

Las precipitaciones (Pp) fueron registradas con una estación meteorológica automática cercana al sitio. Se determinó las características del suelo de acuerdo a materia orgánica, pH, fósforo, azufre y nitrógeno de nitratos analizados químicamente y se ajustó la fertilización a los requerimientos del cultivo.

Además, se midió el contenido hídrico gravimétrico del suelo hasta 200 cm, en estratos de 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100, 100-120, 120-140, 140-160, 160-180 y 180-200 cm, a la siembra, macollaje, floración y madurez fisiológica. También se registró la profundidad de la capa freática mediante un pozo de observación instalado en el sitio de ensayo.

Procesamiento de los datos

El contenido de agua gravimétrico fue transformado a agua acumulada en el perfil considerando el espesor, la densidad aparente, la capacidad a campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PMP) de cada capa. Se consideró un valor promedio de densidad aparente, CC y PMP de 1,3, 0.19 y 0.11 cm³ cm⁻³; respectivamente. El aporte de la capa freática al rendimiento de trigo fue calculado como la diferencia entre el rendimiento limitado por agua y el rendimiento logrado. El rendimiento limitado por agua fue estimado por el producto del agua disponible (agua acumulada en el perfil al inicio + lluvia acumulada durante el ciclo del cultivo) y la eficiencia de uso del agua (11.8 kg mm⁻¹, Videla Mensegue et al., 2018).

RESULTADOS Y DISCUSION

Precipitaciones y profundidad de napa

En la Tabla 1 se presentan los registros de precipitaciones mensuales históricas y las ocurridas en los años 2020, 2021, 2022 y 2023 agrupadas en intervalos que van de enero a

mayo y de junio a agosto. Las precipitaciones sucedidas fueron inferiores a la media histórica a excepción de los años 2021 y 2022 en el intervalo de enero-mayo. Los meses restantes fueron analizados en forma individual debido a que en el transcurso de los mismos ocurre el período crítico del cultivo donde se definen los componentes del rendimiento. Estos presentaron registros por debajo de la media histórica a excepción de los meses de septiembre y noviembre del año 2021 donde fueron superiores.

Tabla 1: Datos meteorológicos promedio de precipitaciones mensuales históricas desde el año 1934 al 2023 y las registradas en los años 2020, 2021, 2022 y 2023.

Pp. (mm) /años	Histórico	2020	2021	2022	2023
Enero-Mayo	429	379	499	501	347
Junio-Agosto	57	10	0	25	26
Septiembre	41	23	75	5	26
Octubre	96	93	74	63	76
Noviembre	106	50	155	67	89
TOTAL	729	555	803	661	564

La dinámica de la profundidad de la napa se visualiza en la Figura 1, mostrando baja variación durante el año 2020 oscilando entre los 2,30 a 2,60 m. A partir de este momento, comenzó el ascenso hasta el 1,50 m en febrero del año 2022 para descender nuevamente a los valores registrados más bajos de 2,75 m durante el 2023.

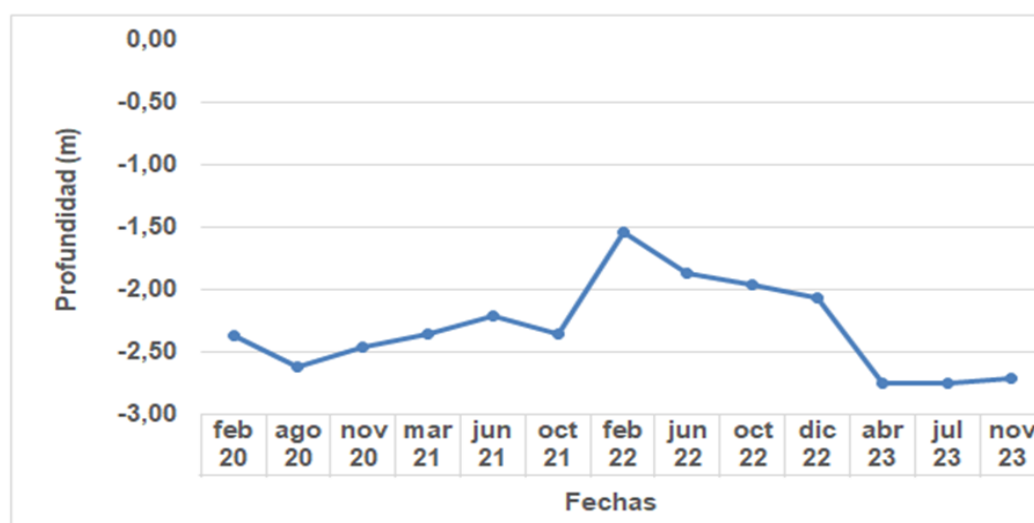


Figura 1: Profundidad de la capa freática correspondientes a las campañas agrícolas 2020, 2021, 2022 y 2023.

Rendimiento

A partir de los rendimientos de los ensayos de variedades comerciales para las cuatro campañas, se calculó el promedio anual y error estándar que se presentan en la Figura 2, obteniendo el año 2020 el menor rendimiento con 2699 Kg ha⁻¹, destacándose el año 2021 por una productividad que supera la media departamental con 7657-kg ha⁻¹. El rinde del año 2022 y 2023 fueron de 4995 y 3992 kg ha⁻¹, respectivamente.

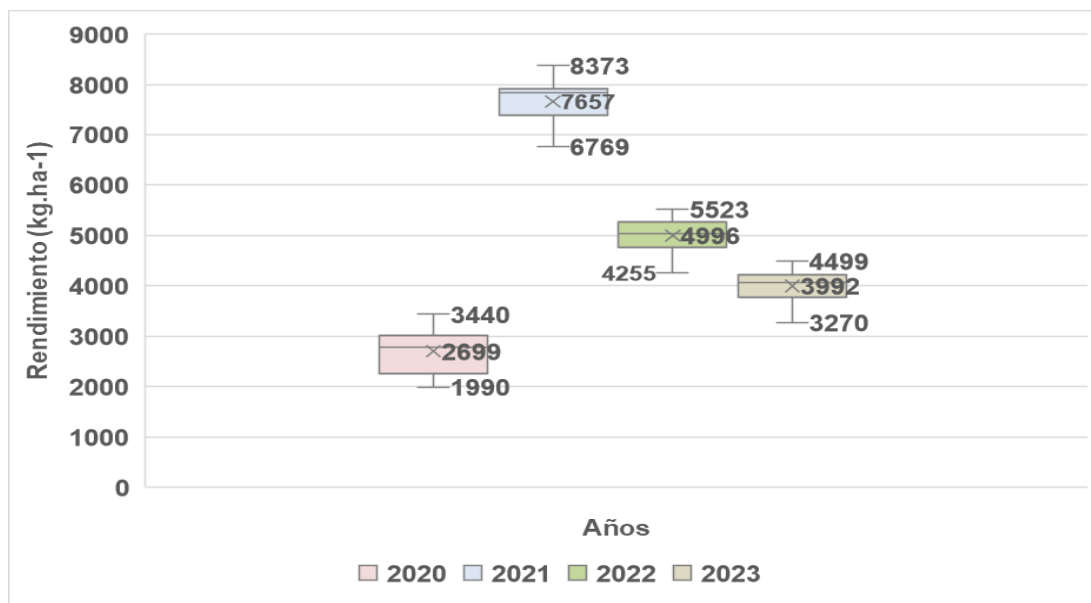


Figura 2: Rendimientos promedios y error estándar de cultivares de trigo correspondientes a las campañas agrícolas 2020, 2021, 2022 y 2023.

Aporte de la capa freática al rendimiento

En la Tabla 2 se describe el consumo y eficiencia de uso del agua, los rindes alcanzables y logrados, y el aporte de la capa freática al rendimiento de trigo (Figura 2). El agua disponible para el cultivo varió entre 215 a 370 mm mientras que el rendimiento alcanzable osciló entre 2541 a 4364 kg ha⁻¹. El rendimiento logrado varió entre 2700 a 7657 kg ha⁻¹. En tres de los cuatro años evaluados, el rendimiento logrado fue mayor al rendimiento alcanzable lo cual supone que la influencia de agua de la capa freática favoreció a incrementar el rendimiento entre 6 a 55% (Tabla 2).

Tabla 2: Componentes del balance hídrico, eficiencia de uso del agua (EUA), rendimiento alcanzable limitado por agua y logrado y aporte de la capa freática al rendimiento.

Campaña	Agua inicio	Pp	Agua disponible	EUA	Rinde alcanzable	Rinde Prom	Dif rinde	NF medio	Aporte napa
	mm			kg mm ⁻¹	kg ha ⁻¹			cm	%
2020	64	151	215	11,8	2541	2700	-159	248	6%
2021	68	227	295	11,8	3476	7657	-4181	230	55%
2022	170	127	296	11,8	3494	4995	-1501	178	30%
2023	197	173	370	11,8	4364	3992	372	273	-9%

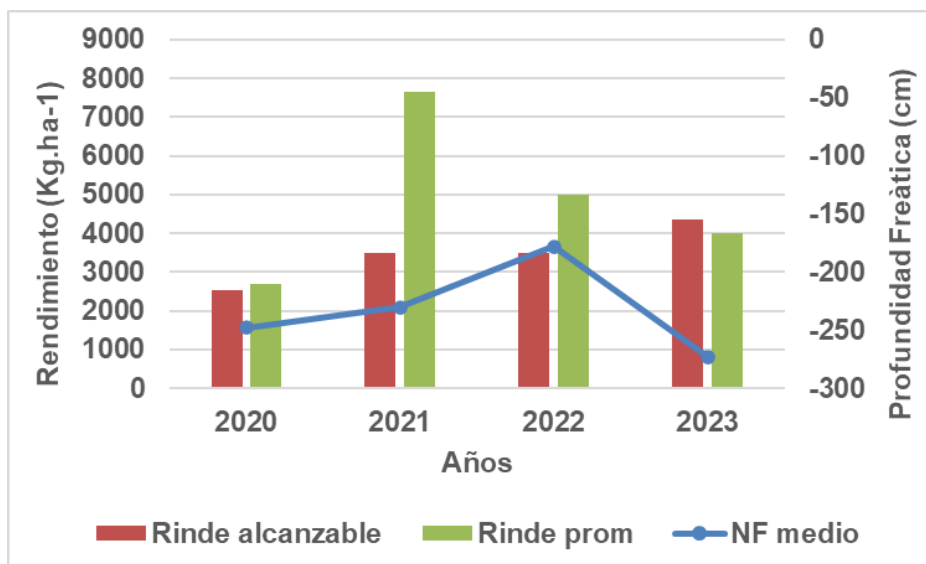


Figura 3. Rendimiento alcanzable limitado por agua, rendimiento promedio de los ensayos y profundidad de la capa freática para los cuatro ciclos agrícolas.

Es importante reconocer que la influencia de la capa freática sobre los cultivos está mediada por el transporte capilar que permite desplazar agua hasta más de un metro por encima del nivel freático (Nosetto, 2011). Numerosas investigaciones afirman que los ambientes con napas entre 0,5 y 1,8 m aseguran la provisión de agua durante prácticamente todo el ciclo del cultivo de invierno. Este dato reviste mayor importancia si se tiene en cuenta que, en el caso de trigo para la región centro, un 70 % del rendimiento lo explica el agua almacenada en el suelo, (Nosetto et al., 2009). La banda óptima de utilización de la napa freática en suelos sin impedimentos físicos oscila entre 1.40 a 2.40 m para el maíz, entre 1.20 a 2.20 m para la soja y entre 0.70 a 1.65 m para el trigo.

Este análisis en la zona de La Carlota pone de manifiesto que el rango óptimo de aprovechamiento de la capa freática para tener respuestas en el rendimiento de trigo se encuentra entre el 1,78 y los 2,30 m. El aporte de la misma está determinado por el contenido hídrico del perfil producto de las precipitaciones ocurridas en el transcurso del año.

CONCLUSIONES

Este estudio contribuyó a generar información sobre el aporte de la capa freática al rendimiento del cultivo de trigo para la zona de La Carlota, demostrando que con niveles freáticos entre 1,78 y 2,30 m el aporte al rinde fue de 30 y 55% respectivamente, aun, en años donde las precipitaciones son inferiores al promedio histórico.

BIBLIOGRAFIA

- Bolatti, P., (2019, 12 de abril). Trigo: las napas recargadas aseguran agua para la campaña. *Argentina.gob.ar*
<https://www.argentina.gob.ar/noticias/trigo-las-napas-recargadas-aseguran-agua-para-la-campana>.
- Di Mauro, G., Cipriotti, P.A., Gallo, S. y Rotundo, J. L., (2018). *Environmental and management variables explain soybean yield gap variability in Central Argentina*. Eur. J. Agron. 99, 186–194.
- Kahlown M. A., Ashraf M. y Zia-ul-Haq. (2005). *Effect of shallow groundwater table on crop water requirements and crop yields*. Agricultural Water Management, 76(1): 24-35.
- Mueller L., Behrendt A., Schalitz G. y Schindler U. (2005). *Above ground biomass and water use efficiency of crops at shallow water tables in a temperate climate*. Agricultural Water Management 75:117–136.

- Nosetto, M. D., Jobbágy, E. G., Sznaider, G. A. y Jackson, R. B. (2009). *Reciprocal influence between crops and shallow ground water in sandy landscapes of the Inland Pampas*. Field Crop Research, 113: 138-148
- Sadras, V., Cassman K.K.G, Grassini, P., Hall J. A., Bastiaanssen, W.G.M., Laborte, A., AE, M., Sileshi, G. y Steduto, P. (2015). *Yield gap analysis of field crops: Methods and case studies*. T1. SN - 978-92-5-108813-5. 2015/01/01
- Videla Mensegue, H.; Barraco, M.; Álvarez, C.; Miranda, W.; Rampo, M.; Pereyro, A.; Macchiavello, A.; Ferro, M. y Varillas, G. (2021a). *Estimación del rendimiento de trigo en función del agua disponible y la profundidad de napa*. IX Congreso Nacional de Trigo. Calidad y sustentabilidad. Tres Arroyos, Argentina.
- Videla Mensegue, H.; Degioanni A. y Cisneros, J. (2015). *Estimating shallow water table contribution to soybean water use in argentina*. European Scientific J. 11 (14) 23-40. ISSN: 1857-7881.
- Videla Mensegue, H.; Alberione, E.; Anselmi, H.; Druetta, R.; Feresin, P.; Genero, M.; Masino, A.; Molino, J.; Pagnan, F.; Pietrantonio, J.; Mir, L.; Chialvo, E.; Candela, R.; Cordes, D.; Moretto, M.; Ferreyra, L.; Mazzini, P.; González, A. y R. Rotondaro (2021a). *Efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada sobre el rinde, eficiencias de uso y calidad de trigo en la campaña 2020*. Trigo, Actualización Técnica Online 2021. INTA EEA Marcos Juárez. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_trigo_academainta_camp2020mj.pdf
- Vitantonio-Mazzini, L., Gomez, D., Di Mauro, G., Gambín, B.L., Iglesias, R., Jobbágy, E. y Borrás, L (2021). *Sowing date, genotype choice, and water environment control soybean yields in central Argentina*. Crop Sci. 212, 82–94. <https://doi.org/10.1002/csc2.20315>.
- Plan Mapa de Suelos, 1993. INTA y Ministerio de Agricultura de la Provincia de Córdoba.