

Disponibilidad hídrica en lotes de trigo de la Pampa Arenosa: análisis de ajuste de la relación agua y productividad

Mirian Barraco¹; Horacio Videla Mensegue²; Cristian Álvarez³; Walter Miranda¹; Mauro Rampo¹; Alvaro Pereyro⁴; Alejandra Macchiavello⁵; Malena Ferro⁶; Graciela Varillas⁷

¹INTA EEA General Villegas, ² AER INTA Laboulaye, ³ AER INTA General Pico; ⁴ AER INTA Pehuajó; ⁵ AER INTA General Villegas; ⁶ AER INTA Lincoln; ⁷ OIT INTA Salliqueló

Palabras claves: trigo, agua en el suelo, napa, precipitaciones

1.Introducción

El rendimiento potencial del cultivo de trigo depende primariamente de la radiación y la temperatura (Passioura, 2002). Sin embargo, en regiones subhúmedas como el noroeste de Buenos Aires, sudeste de Córdoba y noreste de La Pampa este rendimiento se encuentra fuertemente limitado por la disponibilidad de agua durante el ciclo de producción.

Las lluvias de invierno son en promedio deficitarias para que se expresen los rendimientos potenciales de las variedades actualmente disponibles en el mercado. A su vez, es importante considerar la distribución de las lluvias durante el ciclo, ya que comúnmente, desde encañazón (fines de septiembre-principio de octubre) las precipitaciones resultan escasas en la mayoría de los años. A modo de ejemplo, tomando una serie histórica de 40 años de precipitaciones, para la localidad de General Villegas se observa que sólo un 35 % de los años las precipitaciones durante el ciclo del cultivo alcanzan los 350 mm, lo que representa aproximadamente el 80% de los requerimientos de agua del cultivo. En consecuencia resulta significativa la contribución del agua almacenada en el suelo con anterioridad a la siembra del cultivo.

La cantidad de agua almacenada depende de la capacidad de retención de los suelos (CRA), de las lluvias previas y factores de manejo tales como el cultivo antecesor, cobertura del suelo, manejo de los barbechos, entre otros. En esta región predominan suelos de textura franco, franco arenosas a arenosa francos con moderada CRA y en algunos casos limitados por la presencia de capas subsuperficiales arcillosas o mantos de tosca a profundidades variables que condicionan el espesor de suelo a explorar por los cultivos. La CRA puede variar entre 60 y 120 mm de agua por metro de suelo para suelos con 85 y 50% de arena, respectivamente. En este sentido, conocer la cantidad de agua almacenada en el perfil de suelo a la siembra, la profundidad y calidad de la capa freática pueden ser un valioso indicador para estimar el rendimiento del trigo (Videla Mensegue et al., 2021a).

Los objetivos de este trabajo fueron: a) evaluar la cantidad de agua almacenada en los suelos en la región noroeste de Buenos Aires, sudeste de Córdoba y noreste de La Pampa en la presente campaña y b) analizar el rendimiento esperado para el trigo en función de posibles escenarios de precipitación para la región de estudio.

Metodología

2.1. Área de estudio

El área en estudio comprende el Sur de Córdoba (Departamentos Presidente Roque Saenz Peña y General Roca), Departamentos Chapaleufú y Maracó en La Pampa y Partidos de General Villegas, Lincoln, Carlos Tejedor, Rivadavia, Trenque Lauquen, Pehuajó, Hipólito Irigoyen, Salliqueló y Pellegrini en la Pcia de Buenos Aires (Figura 1).

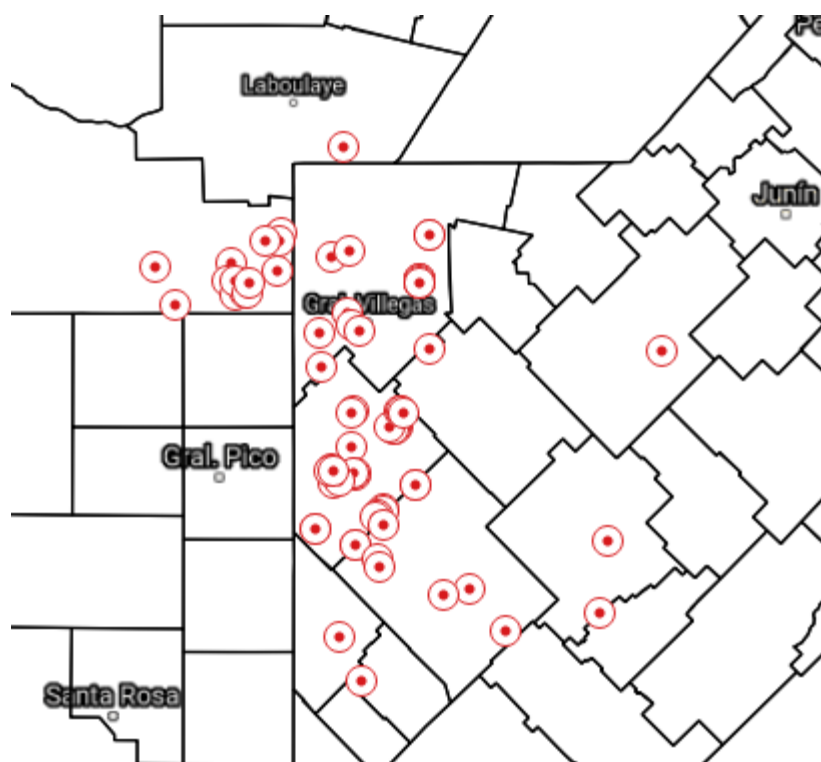


Figura 1. Ubicación geográfica de los perfiles de suelo relevados

2.2. Relevamiento de agua almacenada en el perfil de suelo

Entre el 10 de mayo y el 7 de junio se realizaron muestreos de suelos en 83 lotes destinados a la siembra de trigo. En todos los casos se extrajeron muestras con barreno hasta los 140 cm en capas de 20 cm que se llevaron a estufa hasta peso constante. Los contenidos de agua (expresados en %) se transformaron en lámina de agua disponible en mm (AD) considerando el espesor, la densidad aparente y el punto de marchitez permanente de cada capa. Debido al amplio rango textural de los sitios (contenidos de arena que variaron entre 37 a 82 %) los contenidos de AD se relacionaron con la CRA de los suelos. En toda la región se registraron precipitaciones durante el período de muestreo, de entre 50 y 90 mm (20 a 22 de mayo) por lo que la información fue dividida en 2 grupos (antes y después del evento de precipitaciones).

2.3. Estimación de rendimiento en función del agua disponible (lluvia + napa)

La relación entre el rendimiento de trigo y la cantidad de agua disponible, ya sea por lluvia o aporte de la capa freática, son bien documentados en la bibliografía. El rendimiento esperado limitado por la disponibilidad de agua se estimó a partir de modelos de regresión múltiple ajustados para la región (Videla Mensegue et al., 2021b). Estos modelos estiman el rinde a partir del agua útil acumulada en el suelo hasta 140 cm, la lluvia del período crítico del cultivo (octubre) y la profundidad de la capa freática al momento de la siembra. Se realizó un análisis de sensibilidad del rendimiento de trigo a partir de escenarios de lluvia del período crítico (30 a 180 mm) y un nivel freático (1 a 5 m). Los valores de agua útil acumulada en el suelo a la siembra considerados son los presentados en 2.2. Además, para cada región de estudio, se calculó el rendimiento esperado en función de la lluvia del período crítico promedio, máxima (30% más que el promedio) y mínima (50% menos que el promedio), profundidad de la capa freática actual, y agua útil acumulada promedio, máxima y mínima (Tabla 1).

Tabla 1. Escenarios empleados para la estimación de rendimiento de trigo limitado por agua en la zona Norte (Laboulaye-Villegas), Centro (América-Roosevelt) y Sur (Pehuajo-Trenque Lauquen). Lluvia = lluvia del período crítico (Octubre), NF = nivel freático, AD = agua disponible en el perfil de suelo a 140 cm.

	Norte	Centro	Sur
Lluvia promedio (mm)	91	95	116
Lluvia mínima (mm)	46	47	58
Lluvia máxima (mm)	118	123	151
NF (cm)	280	300	200
AD promedio (mm)	109	151	212
AD mínima (mm)	64	93	115
AD máxima (mm)	142	179	280

Resultados

3.1. Agua almacenada en el perfil de suelo

En los 70 perfiles que se muestrearon antes del evento de lluvias mencionado se observó que los contenidos de AD hasta los 140 cm variaron entre 38 y 354 mm, con un valor medio de 149 mm (Figura 2). Un tercio de los lotes presentaban una disponibilidad hídrica menor a los 120 mm, un tercio contenidos entre 120 y 165 mm y el tercio restante superaban los 165 mm. Si se considera la ubicación geográfica de los lotes, la menor disponibilidad hídrica se observó en el Norte del área relevada (Partido de General Villegas, Sur de Córdoba y Noreste de La Pampa), contenidos intermedios para lotes aledaños a las Localidad de América y Roosevelt; y mayores contenidos hacia el Sur (Partidos de Trenque Lauquen, Pehuajó, Salliqueló y Pellegrini) y en Lincoln, (Tabla 2). Dentro de cada zona se observó una gran variabilidad entre lotes (coeficientes de variación medios a altos) lo que se debe fundamentalmente a las diferencias entre ambientes (topografía o suelos con diferente CRA), o influencia o no de la napa. En los

13 perfiles muestreados de fines de mayo en adelante se observó una mejora en los contenidos de AD con un valor promedio de 167 mm y un rango de variación entre 77 y 304 mm, (Figura 2). De manera coincidente los perfiles que no se recargaron (es decir que no alcanzaron contenidos iguales o superiores a su CRA) corresponden al Partido de General Villegas y Sur de Córdoba como consecuencia de menores precipitaciones ocurridas hacia finales del verano.

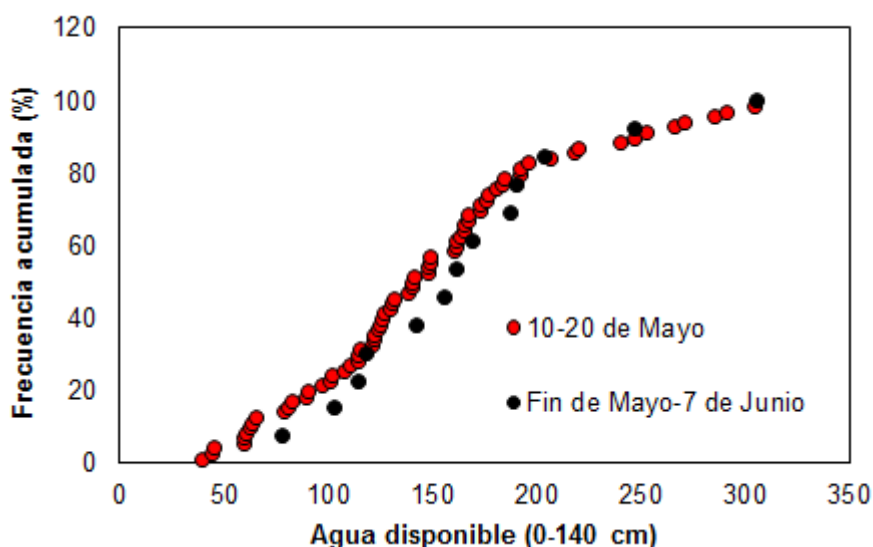


Figura 2. Distribución de frecuencia de lotes en función del contenido de agua disponible en el suelo hasta los 140 cm de espesor. El color de los círculos indica el período de muestreo de los lotes

Tabla 2. Contenidos de Agua Disponible hasta los 140 cm de profundidad en lotes muestreados entre el 10 y 20 de mayo de 2021. n=cantidad de lotes relevados, media=valor promedio, CV=coeficiente de variación, P25, P50 y P75 indica la cantidad de mm acumulados en el 25, 50 y 75 % de los lotes muestreados.

Zona	n	Media	CV	P(25)	P(50)	P(75)
Sur Cba- Norte LP	12	125	36	64	124	159
Gral Villegas	9	94	40	63	90	126
América	25	153	28	125	148	175
Roosevelt	12	149	63	61	123	183
Lertora-Trenque	8	205	36	122	172	270
Lincoln	1	253				
Salazar	1	192				
Salliqueló-Pellegrini	2	200	64	109	109	291

Un 37% de los lotes mostraron contenidos de AD que superaban la CRA de los suelos, lo que evidenciaba un potencial aporte de napa para los cultivos o la presencia de capas de tosca mas o menos compactas que generan falsas napas pero solo en 15 lotes relevados (18% del total) se observó una importante cantidad de mm acumulados por debajo del metro de profundidad.

En estos relevamientos, es interesante además analizar como es la distribución vertical del agua en el perfil. Algunos estudios muestran que si el contenido de AD en alguna capa subsuperficial es inferior al 30% de su CRA las raíces no se desarrollan e impide en muchos casos el aprovechamiento del agua almacenada en capas más profundas. En la Figura 3 se presentan 5 perfiles contrastantes. El perfil Gral Villegas HT es un suelo Hapludol Típico con 63 mm de AD, (lo que representa un 41% de la CRA), en donde se observa claramente que las lluvias otoñales solo recargaron los primeros 40 cm, con una capa muy seca entre los 40 y 100 cm. Algo similar se observa en el perfil de Villa Rossi con 77 mm (53% de la CRA) con una capa muy seca entre los 20 y 80 mm. El perfil de América es un Hapludol Entico con 100 mm almacenados (70% de la CRA), medianamente recargado y sin presencia de napa. El perfil Villa Sena corresponde a un Hapludol Típico con 183 mm (114% con respecto a la CRA), con influencia de napa a partir de los 120 cm, mientras que el perfil de América HT corresponde a un Hapludol Típico con 247 mm (172% de la CRA) e influencia de napa a partir de los 80 cm. Esta diferencia no solo de la cantidad total de mm sino también en referencia a su distribución pueden servir para la toma de decisiones, que puede ir desde desestimar la siembra en el perfil de Gral Villegas y Villa Rossi debido a su escasa agua almacenada o plantear diferentes estrategias de manejo (ciclo de cultivo, paquete tecnológico) en los otros tres perfiles representados.

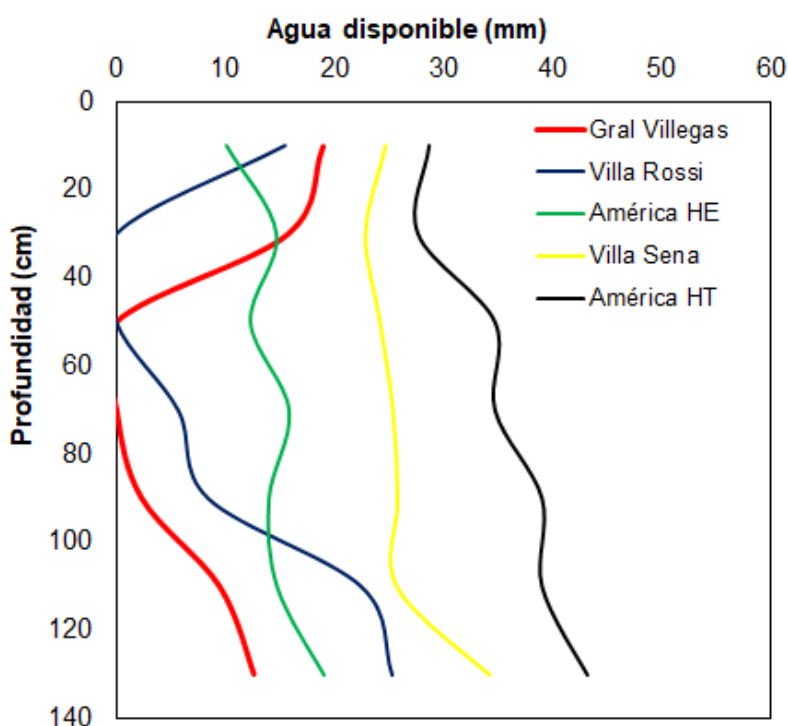


Figura 3. Distribución de agua en el perfil de suelo en 4 lotes contrastantes.

3.2. Rendimiento esperado de trigo para la región

A partir de los valores de agua útil acumulada en el suelo a la siembra (ver 3.1) se analizó la variación de rendimiento de trigo limitado por agua para posibles escenarios de lluvia durante el período crítico y nivel de freático a la siembra (Tabla 3). La estimación para suelos de textura fina muestra que el rendimiento puede variar entre

2900 a 8300 kg/ha para un rango de agua útil acumulada y lluvia en el periodo crítico entre 107 a 244 mm y 30 a 180 mm, respectivamente. Cabe aclarar que existe una alta asociación entre los suelos de textura fina y el régimen de precipitaciones en donde favorece el logro de rendimientos altos. En cambio, la estimación de rinde para suelos de textura gruesa muestra que es posible lograr rendimientos entre 500 a 9340 kg/ha para un rango de agua útil acumulada y nivel freático de 107 a 244 mm y 5 a 1 m, respectivamente.

Para ser un poco más específicos, la estimación de rendimiento limitado por agua en las tres grandes zonas del área de estudio muestra una amplia variación de acuerdo a las condiciones de agua acumulada en el suelo y profundidad de la capa freática a la siembra, y posible precipitación para el período crítico (Figura 4). En la zona norte (Laboulaye-Villegas), el rendimiento medio estimado es 3950 kg/ha con un mínimo de 2700 y máximo de 4800 kg/ha. En la zona centro (América-Roosevelt) el rendimiento medio esperado es 4600 kg/ha con extremos de 3100 a 5400 kg/ha. La zona sur (Pehuajó-Trenque Lauquen) es la que mayor expectativa de rendimiento tiene alcanzando los 6500 kg/ha con un mínimo y máximo de 4100 y 8000 kg/ha. Estos valores de rendimiento limitados por la disponibilidad de agua pueden ser logrados acompañados de adecuados manejo de la nutrición, malezas, plagas y enfermedades.

Tabla 3. Variabilidad de rendimiento esperado de trigo según el agua acumulada a la siembra, precipitación del periodo crítico y nivel freático a la siembra para suelos de textura fina (A) y gruesa (B).

Agua a la siembra (mm)	(A) Lluvia del período crítico (mm)					
	30	60	90	120	150	180
<107	2983	3209	3436	3663	3890	4117
107	4139	4366	4593	4819	5046	5273
175	5227	5454	5681	5907	6134	6361
>244	7232	7458	7685	7912	8139	8366
(B) Nivel freático a la siembra (m)						
	1	1.5	2	2.5	3	5
<107	5074	4498	3922	3346	2770	497
107	6234	5658	5082	4506	3930	1625
175	7326	6750	6173	5597	5021	2716
>244	9337	8761	8184	7608	7032	4727

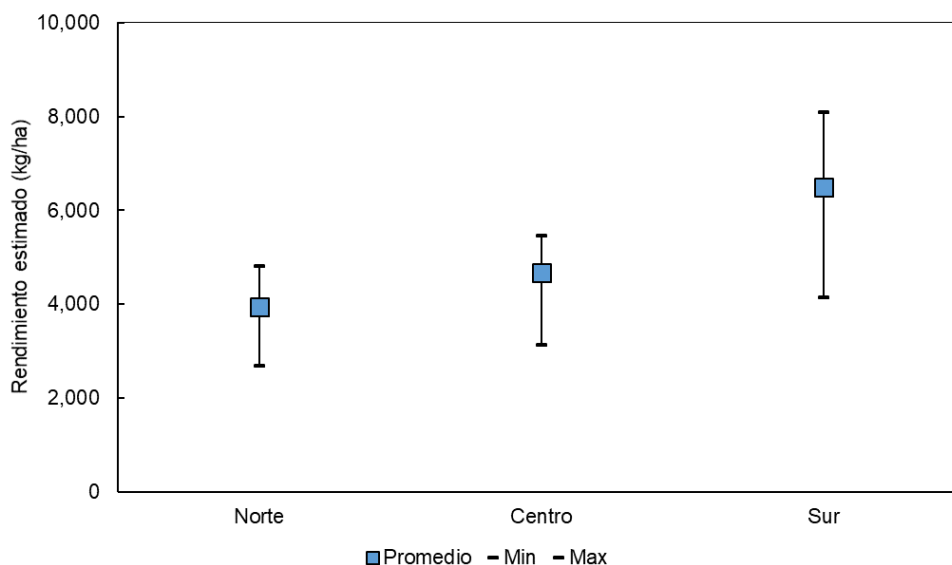


Figura 4. Proyección de rendimiento de trigo en función del agua acumulada en el perfil, profundidad de napa a la siembra y precipitación esperada para el período crítico para las zona norte (Laboulaye-Villegas), centro (América-Roosevelt) y sur (Pehuajó-Trenque Lauquen) del área de estudio.

Consideraciones finales

La actual campaña se presenta con menor disponibilidad hídrica que campañas anteriores, dada la baja recarga por precipitaciones otoñales y el descenso marcado en el nivel freático en algunas zonas.

La cuantificación total y vertical en el perfil (para reconocer posible horizontes o espesores con menor contenido hídrico) contribuirían a mejores ajustes potenciales en la productividad del cultivo de trigo.

El estado hídrico de diferentes zonas responden principalmente al nivel de precipitaciones registradas en meses de recarga otoñal muy diferentes entre zonas y ambientes dentro de la misma.

El análisis de información macroregional con iguales características texturales y variables climáticas similares, permiten darle mayor peso a las relaciones de variables dinámicas como el agua y los nutrientes (no presentados este último en este trabajo).

Las estimaciones de rendimiento muestran una importante variabilidad dentro del área de estudio. De acuerdo a la recarga de agua del perfil de suelo, la profundidad de la capa freática y la posible precipitación durante el período crítico; los rendimiento limitado por la disponibilidad de agua podrían oscilar entre 2700 a 8000 kg/ha. Cabe aclarar que estos rendimientos no consideran limitaciones nutricionales, ni malezas, plagas y/o enfermedades.

Referencias

Passioura, J. B. (2002). Environmental biology and crop improvement. *Func. Plant Biol.* 29, 537–546. doi: 10.1071/FP02020.

Videla Mensegue, H.; Barraco, M.; Álvarez, C.; Miranda, W.; Rampo, M.; Pereyro, A.; Macchiavello, A.; Ferro, M.; 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.; Alberione, E.; Anselmi, H.; Druetta, R.; Feresín, 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. En: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_trigo_academiainta_camp2020mj.pdf