



Trabajo final de carrera

“Efecto de la fertilización nitrogenada diferencial sobre el rendimiento, tenor proteico y peso hectolítrico en el cultivo de trigo”

Carrera: Ingeniería agronómica

Modalidad de trabajo final: Una investigación en cualquiera de los campos de las Ciencias Agrarias y Forestales. Modalidad en dúo.

Área temática: Cerealicultura

Directora: Dra. María Rosa Simón, Profesora Titular Ordinaria de Cerealicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP.

Co-director: Ing. Agr. Melión David, agencia INTA Bragado.

Alumnos:

Carrettoni María Sol

Legajo: 28639/5

Mail: mscarrettoni@gmail.com

Echeverría Camila Agustina

Legajo: 28549/4

Mail: echeverriacamilaagostina@gmail.com

Fecha de entrega: 06/03/2023



RESUMEN.

El Nitrógeno (N) es el principal elemento requerido para la producción de los cereales de invierno, como es el caso del trigo (*Triticum aestivum L.*). Deficiencias de este nutriente afectan el rendimiento y el contenido de proteína, haciendo que su manejo sea estratégico para la producción del cultivo. A los efectos de estudiar la influencia de la fertilización nitrogenada diferencial en la expresión del rendimiento, peso hectolítrico y tenor proteico de una variedad de ciclo intermedio-corto de trigo (Klein Liebre) en el Partido de Alberti, provincia de Buenos Aires, se realizó un ensayo con un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones en un arreglo de seis tratamientos de fertilización nitrogenada aplicada vía edáfica al voleo en el estadio EC 1.2, dos hojas desplegadas (0 kg N ha⁻¹; 140 kg N ha⁻¹; 150 kg N ha⁻¹; 170 kg N ha⁻¹; 230 kg N ha⁻¹) y, en el último tratamiento, se adicionó a la dosis de urea de 230 kg N ha⁻¹, 20 kg N ha⁻¹ de manera complementaria vía foliar en EC 3.9, hoja bandera desplegada. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente utilizando el programa Infostat mediante análisis de varianza para bloques al azar. El rendimiento y tenor proteico respondieron positivamente al aumento de la dosificación de N mientras que el peso hectolítrico no mostró diferencias significativas ni correlación alguna entre fertilización y modificación de dicho parámetro. El tenor proteico fue la única variable que presentó un incremento significativo correspondiente a la aplicación complementaria por vía foliar de 20 kg N ha⁻¹ en EC 3.9, hoja bandera desplegada, por lo que se concluye que dicha práctica es una herramienta de gran utilidad en cultivares de alto rendimiento a fin de evitar la licuación del porcentaje de proteína en grano en años con abundantes precipitaciones.

ÍNDICE GENERAL

pg.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Sistemática, origen, importancia y perspectiva mundial y regional del cultivo de trigo.

1.2. Requerimientos climáticos del cultivo de trigo, tipos de rendimiento y sus componentes.

1.3. Revisión de antecedentes:

1.3.1. Nitrógeno como limitante de la producción.

1.3.3. Efectos de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento, tenor proteico y peso hectolítrico.

1.4. Objetivos:

1.5. Hipótesis:

1. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Diseño experimental.

2.2. Análisis estadístico.

2. RESULTADOS

3.2. Rendimiento.

3.3. Tenor proteico.

3.4. Peso hectolítrico.

3. DISCUSIÓN

4. CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES.

5. BIBLIOGRAFÍA.

6. ANEXO I

6.1 Análisis de suelo del establecimiento "Los Manantiales"

6.2 Datos de la casilla meteorológica de la localidad de Plá.

7. ANEXO II

7.1. Grados de comercialización del trigo en Argentina (SAGyP 1995).

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Sistemática, origen, importancia y perspectiva mundial y regional del cultivo de trigo.

El trigo es un cereal que pertenece a la familia Poaceae (generalmente conocida como Gramíneas), subfamilia Pooideae, tribu Triticeae, dentro de la subtribu Triticinae, género *Triticum* en este caso en particular nos referiremos a la especie *Triticum aestivum* "trigo pan". Es originario del oeste de Asia, donde hay antecedentes desde hace más de 6000 años.

En la actualidad el trigo constituye el cultivo más difundido en el mundo abarcando una superficie cosechada de 219 millones de ha por año (Divito & García, 2017). El trigo, el maíz y el arroz se encuentran entre los 'tres grandes' cultivos de cereales, correspondiendo al cultivo de trigo más de 776 millones de toneladas son cosechadas anualmente (FAO 2022) y es ampliamente consumido por los seres humanos, su uso como alimento, resulta el principal impulsor del crecimiento de la utilización total de este cereal.

En superficie sembrada a nivel mundial, el trigo pan es el cereal panificable más cultivado en el mundo, ocupando aproximadamente un sexto del total de los suelos cultivados (Satorre & Slafer, 1999). Su distribución geográfica es muy amplia a causa de su gran importancia como fuente de alimento y a su gran variabilidad genética en la respuesta fisiológica al fotoperiodo y temperatura, incluyendo la vernalización. Así es que existen diferentes tipos de trigo en base a sus requerimientos, que se cultivan en distintas regiones a nivel mundial. Existen trigos primaverales con escasos o nulos requerimientos de vernalización y trigos invernales con importantes requerimientos de vernalización (Levy & Peterson, 1972).

El principal productor a nivel mundial es China con aproximadamente 130 millones de toneladas, seguido por la India con 90 millones de toneladas, y los EEUU y Rusia con aproximadamente 60 millones de toneladas cada uno.

En Argentina, en 2021 el área sembrada fue de 6.700.000 ha con rinde promedio de 3340 kg.ha⁻¹, alcanzando una producción de 22,4 millones de toneladas. La superficie a ocupar con trigo durante este nuevo ciclo alcanzaría las 6,6 MHa, registrando una caída interanual ahora calculada en -1,5 % (Superficie campaña trigo 2021/22: 6,7 MHa). En consecuencia, la proyección de cosecha

ascendería a 20,5 MTn, reflejando una merma interanual del -8,5% (BC, 2022). Hasta el año 2021, la distribución del cultivo de trigo estaba dividida en nueve subregiones, desde el NOA y NEA (Noroeste y Noreste argentino) hasta el sur de la zona pampeana (IV y V SUR), comprendiendo la zona entre los 30-40° LS sur y 57-68° LO. Estas subregiones poseen características agroecológicas diferenciales (Molfese et al, 2014). Actualmente, el cultivo de trigo y otros cereales de invierno se distribuye en 26 subregiones comprendidas por la zona de 20°- 40° de latitud sur y 53°-68° longitud oeste (Abbate et al., 2021). Se observa que Buenos Aires es la provincia donde se informó mayor superficie sembrada para trigo, representando 43,78%. En el segundo y tercer lugar están las provincias de Santa Fe y Córdoba con 18,56% y 14,49%, respectivamente, entre las tres provincias representan el 76,83% de la superficie sembrada total (INASE, 2021).

1.2. Requerimientos climáticos del cultivo de trigo, tipos de rendimiento y sus componentes.

El cultivo de trigo durante su crecimiento y desarrollo cumple con tres etapas denominadas vegetativa, reproductiva y de llenado de granos. Durante el ciclo del cultivo se producen cambios tanto en la morfología externa de las plantas como en la actividad del ápice meristemático encargado de la generación de primordios de órganos.

La duración de las distintas fases ontogénicas del cultivo están reguladas por los factores: temperatura, fotoperiodo (o duración del día) y vernalización (requerimientos de horas de frío), además, el trigo requiere de precipitaciones que oscilan los 500 mm para expresar su potencial de rendimiento. La temperatura es un factor universal que afecta la duración de todas las etapas del cultivo desde la emergencia hasta la madurez fisiológica, cuanto más elevada sea, la tasa de desarrollo se verá incrementada acortando la duración del ciclo. La temperatura óptima para el crecimiento es entre 12 y 25°C (Acevedo et al., 2002). En cambio, la respuesta al fotoperíodo y a la vernalización ocurre en periodos particulares dentro de la ontogenia. El trigo puede definirse como una planta de días largos, es decir que a medida que se incrementa la duración del día la duración de las etapas tiende a acortarse (Miralles, 2004).

El rendimiento comienza a definirse en etapas tempranas de su desarrollo en el período alrededor de floración (20 días antes y 10 días después) donde se requieren condiciones óptimas de temperatura, radiación, disponibilidad hídrica y nutrición (Fischer, 1985; Satorre et al., 2012). Durante la ontogenia del cultivo se desarrollan los componentes del rendimiento, estos pueden dividirse en aquellos considerados de origen fisiológico y en los numéricos. Los componentes de origen fisiológico pueden expresarse a través del índice de cosecha (IC) que mide la cantidad de biomasa desarrollada y la proporción de ésta que es particionada hacia los órganos reproductivos. Los componentes numéricos del rendimiento hacen referencia al número de granos por m^2 , que se compone por el número de espigas por m^2 , al número de granos por espiga, y al peso de los granos, determinado por tasa y duración del llenado (Cárcova *et al.*, 2004)

El rendimiento potencial (RP) de un cultivo se define como el rendimiento obtenido por un genotipo sin limitantes de agua y nutrientes y que crece en ambientes con mínimo estrés (plagas, malezas y enfermedades) y con buenas prácticas agrícolas. En este sentido, para un genotipo definido, el RP está determinado por la disponibilidad de CO_2 , la oferta de radiación solar y la temperatura del aire, denominados factores definidores del rendimiento (Van Ittersum y Rabbinge, 1997). El máximo rendimiento alcanzable en seco (RAs) es aquel obtenido con la mejor combinación de tecnologías de manejo y de insumos, pero limitado por déficits de agua en algún momento del ciclo de acuerdo al régimen hídrico del área (Lobell et al., 2009). La diferencia de rendimiento entre RP y RAs representa la brecha de rendimiento mejorable a través de tecnologías que permitan un mejor aprovechamiento del agua. Es de destacar que para un área y región determinada el potencial productivo estará definido principalmente por las características del clima y suelo (Lobell et al., 2009), que determinarán la variabilidad en los máximos rendimientos alcanzables y las brechas de producción. (Anderson, 2010), atribuyó al ambiente el 80% de la variabilidad de los rendimientos en granos. En Argentina en la región pampeana, Menéndez y Satorre (2007) estimaron rendimientos potenciales entre 5.000 y 7.300 kg/ha.

La Fig.1 esquematiza las fases que componen el ciclo ontogénico en el cual se observan cambios internos y externos del cultivo y su relación con los componentes del rendimiento.

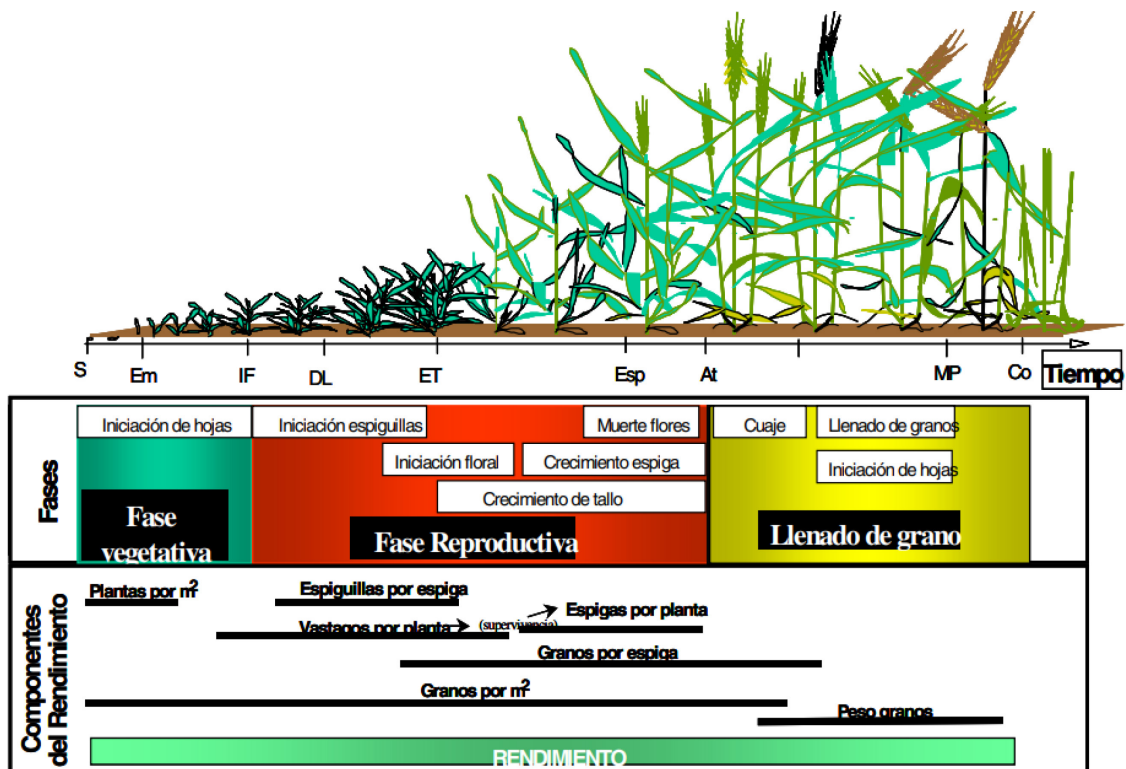


Fig.1. Esquema del ciclo ontogénico de un cultivo de trigo (Slafer & Rawson, 1994).

1.3. Revisión de antecedentes:

1.3.1. Nitrógeno como limitante de la producción.

El nitrógeno (N) es el principal nutriente que limita la productividad de los cereales en la región pampeana argentina, esto se debe a sus elevados requerimientos y a la baja disponibilidad de nitratos que presentan los suelos de la región (Ferraris & Couretot, 2006). Sus requerimientos nutricionales se encuentran dentro de los más altos de los cereales, con una necesidad de 30 kg de N para producir una tonelada de grano (Satorre et al., 2012). La falta de este nutriente provoca una reducción de la eficiencia de conversión de la radiación interceptada y reduce el índice de área foliar afectando la acumulación de peso seco de las espigas a floración, lo cual repercute directamente sobre el número de granos por m², el principal componente del rendimiento del cultivo de trigo (Nabaes, 2021).

A lo largo del ciclo del cultivo la demanda de N es variable. En los primeros estadios, que comprenden desde la emergencia hasta inicio de macollaje, existe una baja absorción debido a que su crecimiento es lento, al igual que la diferenciación de

los órganos. Al avanzar en la etapa de macollaje, la absorción se eleva en forma más o menos lineal. Luego, al principio del alargamiento de la caña la absorción se hace exponencial, en este período la absorción diaria es máxima debido a la producción de biomasa. Pasada esta etapa comienza a disminuir, al momento de floración, hay aproximadamente un 90% de absorción de N del total que acumula el cultivo (Álvarez et al., 2007). El N, nutriente muy móvil en la planta, permite que en fin de encañazón-prefloración se comience a translocar desde raíces, tallo y hojas, hacia la espiga y los granos, esta fuente puede llegar a cubrir del 50% al 100% del N acumulado en los granos (Abbate et al., 2006).

1.3.2. Momentos de aplicación de fertilizante nitrogenado.

El momento de aplicación de N al cultivo de trigo puede ser a la siembra o luego de implantado en la época de macollaje, práctica generalmente recomendada en las zonas más húmedas. Otra alternativa es realizar el fraccionamiento de la dosis total de N a aplicar, haciéndolo entre siembra y macollaje (Ron & Loewy, 2000). En ciertas ocasiones una disponibilidad muy alta de N en etapas iniciales es perjudicial, debido a que existe una proliferación excesiva de macollos y una caída en rendimiento en grano y/o deterioro de su calidad. En controversia una disponibilidad alta de N en inicio del encañado puede favorecer la supervivencia de macollos y la formación de espigas (García, 2004).

La absorción de N por parte del trigo aplicado a la siembra como urea (46-0-0) depende de las condiciones ambientales. Se ha estimado que, con aplicaciones de entre 30-60 kg/ha en promedio un 40% de N es recuperado y un porcentaje menor con dosis mayores de N. La baja eficiencia con aplicaciones a la siembra puede estar asociada a la reducción de la disponibilidad del N en el suelo, por la pérdida de nitratos por lavado en el perfil o hacia la atmósfera en forma de gas. Por estos motivos y teniendo en cuenta el patrón de absorción por parte del cultivo, debemos tener en cuenta que el riesgo de pérdida de N aplicado inicialmente como fertilizante es evidente. Cuando la cantidad de N aplicado a la siembra es elevada, las pérdidas pueden ser mayores, al igual que en siembras tempranas ya que, es mayor la exposición del N a los procesos que causan dichas pérdidas (García, 2004). Una de las estrategias para aumentar al máximo la eficiencia de fertilización es hacer un fraccionamiento del N total a aplicar, esto sería sincronizar la aplicación del fertilizante con la demanda en cada estado de crecimiento del cultivo, y así

tendremos poco N susceptible a perderse. El objetivo principal del fraccionamiento es reducir la cantidad de N que se pierde.

1.3.3. Efectos de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento, tenor proteico y peso hectolítrico.

Existen diversos trabajos que evalúan el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento, peso hectolítrico y tenor proteico en el cultivo de trigo, algunos de los cuales establecen que al incrementar la dosis de N, aumentan los rendimientos y los contenidos de proteína en el grano. Calvo et al. (2006) establecen que la fertilización con N es una práctica de manejo indispensable para alcanzar rendimientos elevados. Según Fasciolo (2014) las aplicaciones desde encañazón en adelante tienen mayor eficiencia en el aumento del contenido de proteína, pero no así en el aumento de rendimiento. Por otro lado, Landriscini et al. (2015) explican que el aumento de rendimiento debido a aplicaciones tardías de N es generalmente reducido, aunque no improbable. El N absorbido se destina generalmente a incrementar la proteína en grano. En otros estudios no se observó respuesta ni en rendimiento ni en calidad (Alzueta et al., 2014). Sin embargo, la aplicación de cantidades excesivas puede reducir la eficiencia de uso del mismo e incrementar el potencial lavado de nitratos con su consecuente impacto ambiental (Bergh et al, 2000). Además de la fertilización incorporada al suelo, existen otras herramientas para aportar nutrientes al cultivo, como lo es la fertilización foliar. Esta última se ha transformado paulatinamente en una de las prácticas de manejo más importantes para la obtención de elevados rendimientos: su potencial como herramienta para incrementarlos, hacen que su manejo eficiente sea estratégico para alcanzar una adecuada rentabilidad en los cultivos de grano (Ferraris et al, 2007). Echeverría & Studdert (1998) demostraron que el contenido de proteína en el grano aumenta de manera sostenida ya sea mediante la aplicación de N a la siembra como en etapas posteriores (espigazón) cuando existe una alta disponibilidad hídrica. La fertilización nitrogenada en forma foliar, desde espigazón hasta post antesis, generó aumentos en forma variable del rendimiento, el contenido de proteína y gluten del grano. Conforme a lo expuesto por Bergh et al. (2000), el contenido de N total en hoja bandera durante pre antesis tiene una alta correlación con la proteína y por lo tanto constituye una herramienta útil para diagnosticar la necesidad de aplicaciones

complementarias, y concluyeron que las aplicaciones tardías de N no produjeron aumentos de rendimiento, aunque provocaron un incremento de aproximadamente 0.5 y 2 puntos en el porcentaje de proteína dependiendo del nivel nutricional del cultivo. En trigo pan se ha observado una relación inversa entre el peso hectolítrico (PH) y el contenido de proteínas, indicando que un PH bajo, considerado una propiedad no deseada, puede indicar un mayor nivel de proteínas (Tkachuk & Kuzina, 1979). Según Loewy (2004) el PH también muestra una tendencia positiva al agregado de N foliar y puede estar influenciado por factores intrínsecos (tamaño, forma, densidad, aspereza del pericarpio, humedad) y extrínsecos al grano (materias extrañas). Se considera pertinente tener en cuenta que el peso de mil granos frecuentemente se correlaciona negativamente con el rendimiento, debido a que ante una alta disponibilidad de N se incrementa el número de granos/m², lo que aumenta la competencia entre granos por productos de la fotosíntesis durante el llenado de los mismos (García, 2004).

Teniendo en cuenta los resultados contrastantes de los estudios citados, es que se propuso investigar el efecto de la fertilización nitrogenada diferencial aplicada en el estadio de crecimiento (EC)1.2(Zadoks et al, 1974) y de manera complementaria en hoja bandera EC.39 en forma foliar.

1.4. Objetivos:

- *Objetivo general:* Contribuir a la difusión de prácticas de manejo de la fertilización nitrogenada, dirigidas a los productores de trigo del centro norte bonaerense.
- *Objetivo específico:* Evaluar el efecto sobre rendimiento, peso hectolítrico y % de proteína a partir de la dosificación diferencial de fertilizante nitrogenado (urea) aplicados en post emergencia (EC 1.2, Zadoks et al., 1974) y, realizando fertilización nitrogenada foliar complementaria, en una variedad de ciclo intermedio-corto de trigo representativa de la zona de estudio (Klein Liebre).

1.5. Hipótesis:

- La aplicación combinada de fertilizante nitrogenado post emergente y en hoja bandera incrementa el rendimiento en el cultivo de trigo.
- Aunque el aumento de rinde disminuye el tenor proteico por efecto de dilución, el porcentaje de proteína puede ser aumentado mediante la fertilización nitrogenada complementaria vía foliar en hoja bandera.

1. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Diseño experimental.

Los ensayos tuvieron lugar en el establecimiento “Los Manantiales”, ubicado en el partido de Alberti, Provincia de Bs.As. Durante la campaña 2019/2020. El lote destinado al ensayo está clasificado como Hapludol típico y se le realizaron análisis de suelo (Anexo I) para determinar la cantidad existente de materia orgánica, pH y Zn, S, P extractable, N-NO₃ y B, de 0-60 cm (Tabla 1). El cultivo antecesor fue soja, con barbecho químico hasta el momento de la siembra.

Las semillas utilizadas correspondieron a la variedad Klein Liebre de ciclo intermedio corto, las cuales debieron atravesar los exámenes de calidad efectuados por el semillero obtentor.

Tabla 1. Resultados del análisis de suelo del lote destinado a un ensayo con tratamientos de fertilización nitrogenada en trigo.

Prof (cm)	MO (%)	pH	Zinc (ppm)	S (ppm)	P extractable (kg/ha)	N-NO ₃ (kg/ha)	B (ppm)
0-20	2,92	5,9	2,6	8,4	20,75	33	0,72
20-40						20,82	
40-60						10,4	

La siembra se realizó a finales de junio del 2019 con una sembradora experimental perteneciente a INTA de Pergamino con un espaciamiento entre surcos de 21 cm a una densidad de 280 plantas/m² la cual se adapta al diseño de microparcels de 1,4 m de ancho por 5 m de largo (7m² cada una). Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar en un arreglo de 6 tratamientos

de fertilización nitrogenada (Tabla 2) con tres repeticiones, las cuales se delimitaron con hilo y estacas rotuladas.

Tabla 2. Diseño de un ensayo de trigo realizado con 6 tratamientos de fertilización nitrogenada.

T1	T2	T3	T4	T5	T6
T6	T4	T1	T5	T2	T3
T3	T5	T2	T6	T4	T1

Las dosis, expresadas como kg de N total objetivo por hectárea resultan de la suma del N preexistente en el suelo y el aportado por los fertilizantes nitrogenados (urea y fosfato monoamónico), que se eligieron teniendo en cuenta las prácticas más difundidas entre los productores zonales en conjunto con los resultados del análisis de suelo efectuado previamente por los propietarios del establecimiento para llegar al N necesario en el cultivo de acuerdo a rendimientos esperados de aproximadamente 7000 kg y se detallan a continuación (Tabla 3).

Tabla 3. Detalle de seis tratamientos de fertilización nitrogenada en un experimento de trigo con 6 tratamientos de fertilización nitrogenada.

<i>Detalle de TRATAMIENTOS</i>			
	Dosis N	Dosis UREA	Dosis Foliar
T1	0	0	
T2	140	133,61	
T3	150	155,35	
T4	170	198,83	
T5	230	329,26	
T6	230	329,26	20N en Z39

La fertilización se realizó en dos momentos (EC 1.2, dos hojas desplegadas y EC 3.9, hoja bandera desplegada, Zadoks et al., 1974) con distintas técnicas de aplicación:

- A la siembra se fertilizaron todas las parcelas con fosfato monoamónico (MAP) y sulfato de calcio, aportando 30 kg de P y 10 kg de S respectivamente incorporados en la línea con la sembradora detallada anteriormente.
- En el estadio EC 1.2, manualmente se aplicaron al voleo las dosificaciones de urea correspondientes para cada tratamiento, teniendo en cuenta el N existente en el suelo y el N que aportado por el MAP aplicado en la siembra.
- En uno de los tratamientos, en el estadio EC 3.9 además de la dosis nitrogenada más alta, se aplicó FoliarSol U, un fertilizante nitrogenado vía foliar que aporta 20 kg.ha⁻¹ de N con mochila pulverizadora manual de presión constante a CO₂, con botalón provisto de 4 picos a 52 cm y pastillas de cono hueco 80015, con un caudal 100 l/ha , y 3 bares de presión.

Las composición de los fertilizantes aplicados se detallan a continuación:

- Fosfato monoamónico: contiene 11% de N y 52% de P.
- Sulfato de calcio: contiene 18% de S y 21% de Ca.
- Urea: contiene 46% de N.
- FoliarSol U: contiene 16 % de N , 2 % de P y 1,1 % de B.

El manejo de plagas y enfermedades se realizó con tecnología acorde a la utilizada por los productores de la zona. Con cosechadora experimental, se cosecharon los granos recolectando el producto de cada parcela en bolsas de rafia previamente rotuladas. Una vez finalizada la cosecha, se procedió a transportar las muestras obtenidas al laboratorio a fin de evaluar los siguientes parámetros:

- Rendimiento: el valor obtenido de cada muestra se extrapoló desde la superficie muestral de (7m²) a la correspondiente a una hectárea (10.000 m²) para poder ser expresados en kg/ha.
- Tenor proteico: Obtenidos a partir del método Kjeldahl multiplicando el N calculado × 14,6.
- Peso hectolítrico: Medido empleando una balanza de Schopper que mide un volumen de 250 cm³ y mediante los cálculos pertinentes se lleva a un volumen de 1 hl, por lo cual el peso hectolítrico queda expresado en kg/hl.

Los registros de las precipitaciones y temperaturas pertenecientes al ciclo del cultivo en estudio (junio a diciembre del año 2019) fueron tomados en la estación

meteorológica de Plá, Partido de Alberti. Las precipitaciones se contrastaron con el registro histórico obtenido entre el año 1961 y 1990 en senda ubicación.

2.2. Análisis estadístico.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente utilizando el programa Infostat mediante análisis de varianza (ANOVA) para bloques al azar, las medias se compararon mediante el test de LSD (P=0.05).

Para ajustarnos al reglamento, María Sol Carrettoni se encargó de la preparación del lote y semillas, del análisis de suelo y de la siembra, en tanto que Camila Echeverría tomó parte en la fertilización, cosecha y toma de muestras. Ambas alumnas participaron en el análisis de laboratorios, siendo Sol quien se encargó de evaluar efectos sobre el rendimiento, mientras que Camila analizó el peso hectolítrico y % de proteína. Asimismo, ambas alumnas participaron en el análisis de los datos obtenidos, la revisión bibliográfica y la redacción del informe.

2. RESULTADOS

3.1. Datos climáticos.

En la Tabla 4. Se detallan los registros correspondientes a las temperaturas mínimas, máximas y medias del año 2019, precipitaciones medias mensuales medidas en el 2019, precipitación media anual del 2019, precipitaciones medias mensuales históricas (1961-1990) y precipitación media anual histórica.

Tabla 4. Datos climáticos registrados entre junio y diciembre en la localidad de Alberti.

Mes	Temperatura (°C)			Precipitación mm	
	Mín	Máx	Media	2019	Histórica
Junio	-1,2	21,4	11,0	80,2	46,4
Julio	-5,8	20,1	8,2	9,0	42
Agosto	-4,9	27,0	9,6	13,3	43,8
Septiembre	-4,2	30,6	12,0	7,9	58,1
Octubre	2,1	30,6	15,4	226,6	104,3
Noviembre	7,8	36,2	20,4	119,0	104,3
Diciembre	3,7	37,3	21,1	133,1	98,5
Anual				589,1	988,2

Las temperaturas medias presentaron valores acordes al requerimiento del cultivo en todo el ciclo. Durante noviembre y diciembre las temperaturas máximas superaron los límites superiores para el crecimiento y desarrollo propuestos por Abbate et al., 2006. Mientras que en los meses de junio a octubre las temperaturas mínimas fueron por debajo del límite inferior.

La germinación y emergencia ocurrieron bajo una abundante dotación de agua. De manera opuesta, en los meses coincidentes con el macollaje, la disponibilidad del recurso fue deficitaria. Hacia el período crítico la situación se vuelve a revertir, existiendo excesos hídricos mientras que en el llenado de granos la dotación de agua fue moderada a abundante.

Las precipitaciones registradas durante los meses de junio y octubre superaron en un 72,8% y 117,3% respectivamente a los valores de la serie 1961-1990 para dichos meses, en cambio, en el período comprendido entre julio y septiembre se observa una situación de déficit hídrico. Septiembre resultó ser el mes más seco con un 17,6% menos de precipitaciones que la media histórica para tal mes (Fig. 2). En cuanto a las precipitaciones totales durante el período evaluado, el año 2019 fue un 59% más seco que el promedio histórico.

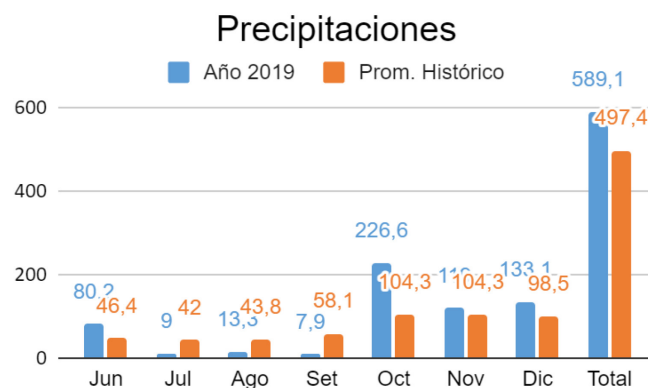


Fig. 2. Comparación entre la precipitación registrada durante el año 2019 y el registro histórico en Alberti.

3.2. Rendimiento.

Se detallan los componentes obtenidos del ANOVA para la variable rendimiento (Tabla 5a).

Tabla 5a. Variables del análisis de la varianza para el rendimiento de un ensayo de trigo con 6 tratamientos de fertilización nitrogenada.

Análisis de la Varianza (SC tipo I)				
Variables	N	R ²	R ² Aj	CV
Rto (kg ha-1)	18	0,95	0,93	6,66
F.V.	gl	CM	p-valor	
Modelo	5	4698795,56	<0,0001	
Tratamiento	5	4698795,56	<0,0001	
Error	12	96044,44		
Total	17			

Seguidamente se detallan las medias de la variable rendimiento para los diferentes tratamientos y su comparación estadística (Tabla 5b).

Tabla 5b. Resultados estadísticos de la variable rendimiento en un ensayo de trigo con 6 tratamientos de fertilización nitrogenada.

Tratamiento	Variable	Medias	n	E.E.		
T6	kg/ha	6103,33	3	178,93	A	
T5	kg/ha	5870	3	178,93	A	
T4	kg/ha	4683,33	3	178,93		B
T3	kg/ha	4443,33	3	178,93		B
T2	kg/ha	4146,67	3	178,93		B
T1	kg/ha	2666,67	3	178,93		C

Como producto del tratamiento 6 (T6) se obtuvo el máximo rendimiento (6103,3 kg/ha), los resultados de esta variable para el resto de los tratamientos fueron descendentes en el orden de T4>T3>T2>T1.

Estadísticamente se registraron diferencias significativas (P=0,05) entre los tratamientos. Los tratamientos T5 y T6 presentaron el mismo nivel de significancia, en una situación intermedia se ubican los tratamientos 4, 3 y 2 (T4, T3 y T2) que fueron iguales, y por último el tratamiento testigo.

3.3. Tenor proteico.

Se detallan los componentes obtenidos del ANOVA para la variable tenor proteico (Tabla 6a).

Tabla 6a. Variables del análisis de la varianza para el tenor proteico en un ensayo de trigo con 6 tratamientos de fertilización nitrogenada.

Análisis de la varianza (SC tipo I)					
Variable		N	R ²	R ² Aj	CV
Prot (%)		18	0,94	0,92	1,93
F.V.	gl	CM	p-valor		
Modelo.	5	1,66	<0,0001		
Tratamiento	5	1,66	<0,0001		
Error	12	0,04			
Total	17				

Con respecto al tenor proteico, en la Tabla 6b se expresan los resultados estadísticos obtenidos para tal variable en la que se observa que el T6 logra el mayor porcentaje (11,70%) cuyo resultado a su vez resulta significativo con respecto a los subsecuentes tratamientos.

Tabla 6b. Resultados estadísticos de la variable tenor proteico en un ensayo de trigo con 6 tratamientos de fertilización nitrogenada.

Tratamiento	Variable	Medias	n	E.E.				
T6	%	11,70	3	0,12	A			
T5	%	11,33	3	0,12		B		
T4	%	10,67	3	0,12			C	
T2	%	10,50	3	0,12			C	
T3	%	10,07	3	0,12				D
T1	%	9,73	3	0,12				D

Se observan diferencias significativas entre T6 y T5 ($p \leq 0,05$). Cabe recordar que T6 presentaba una dosis de fertilizante nitrogenado foliar en el estadio EC 3.9 adicional a la urea proporcionada en EC 1.2, dando como resultado un valor medio de proteína en grano de 11,70 %. Seguidamente en la escala el T5 (misma dosificación de urea que T6 sin dosis foliar) obtuvo un valor de 11,33 %. T4 y T2 lograron el mismo nivel de significancia cuyos valores fueron de 10,67% y 10,50%

respectivamente. Por otro lado, el T3 no se diferencia significativamente del testigo, obteniendo un porcentaje medio de proteína en grano del 9,73% para T1 y 10,07% para T3.

3.4 Peso hectolítrico.

Se detallan los componentes obtenidos del análisis de la varianza para la variable peso hectolítrico (Tabla 7a).

Tabla 7a. Variables del análisis de la varianza para el peso hectolítrico de un ensayo de trigo con 6 tratamientos de fertilización nitrogenada.

Análisis de la varianza (SC tipo I)					
Variable		N	R ²	R ² Aj	CV
P.H.		18	0,28	0	0,62
F.V.	gl	CM	p-valor		
Modelo.	5	0,24	0,4862		
Tratamiento	5	0,24	0,4862		
Error	12	0,26			
Total	17				

En la la Tabla 7b quedan reflejados los resultados obtenidos para la variable peso hectolítrico.

Tabla 7b. Resultados estadísticos de la variable peso hectolítrico.

Tratamiento	Variable	Medias	n	E.E.	
T2	Kg/hL	81,55	3	0,29	A
T4	Kg/hL	81,48	3	0,29	A
T5	Kg/hL	81,18	3	0,29	A
T6	Kg/hL	81,17	3	0,29	A
T3	Kg/hL	81,08	3	0,29	A
T1	Kg/hL	80,77	3	0,29	A

Ninguno de los tratamientos presentó diferencias significativas en el peso hectolítrico ($p \leq 0,05$). Sin embargo, T2 (tratamiento con menor dosificación de N)

fue numéricamente superior al resto, logrando un valor de 81,55 kg.hL⁻¹. Con respecto al resto del ensayo, el peso hectolítrico tendió a decrecer numéricamente, siendo T4>T5>T6>T3. En cuanto a T1 representado por el tratamiento testigo, se observa que éste manifestó el valor numérico, pero no estadístico, más bajo de todos (80,77 Kg hL⁻¹).

3. DISCUSIÓN

En líneas generales las condiciones climáticas durante el ensayo fueron favorables. Las temperaturas no resultaron limitantes y aunque las precipitaciones registradas durante el ciclo del cultivo fueron un 59% menores que el promedio histórico los requerimientos fueron satisfechos. La situación de déficit hídrico coincidió con la etapa fisiológica de mayor resistencia a la sequía (macollaje) por lo que el rendimiento, tenor proteico y PH no se vieron afectados. Por otro lado, durante el período crítico la dotación de agua fue abundante repercutiendo positivamente en las variables en estudio. Se debe tener en cuenta que la cosecha de los tratamientos se efectuó previa a la ocurrencia de los excesos hídricos presentes al final del ciclo evitando que se produzca el lavado de granos, fenómeno que produce mermas en el PH.

En contraposición a lo expresado por García (2004), la elección del momento de aplicación del fertilizante nitrogenado en el estadio EC 1.2 no produjo una proliferación excesiva de macollos ni una caída en rendimiento y/o deterioro de la calidad del grano. Además, las condiciones atmosféricas registradas no favorecieron la pérdida de nitratos por lavado en el perfil o hacia la atmósfera en forma de gas. Observando el patrón de lluvias registradas en el 2019 se infiere que la partición de la fertilización entre la siembra y el macollaje no hubiese mejorado los valores obtenidos.

Coincidiendo con Calvo et al. (2006), la fertilización nitrogenada permitió acrecentar los rendimientos logrados. Se encontró correlación entre el incremento del rendimiento y el aumento de la dosis de N aplicada en EC 1.2 para cada tratamiento. Sin embargo, no se registraron aumentos significativos del rendimiento al complementar la aplicación de N con fertilizante foliar en EC 3.9 tal como lo expusieron Alzueta et al. (2014), Bergh et al. (2000), Fasciolo (2014) y Landriscini et al. (2015) en sus correspondientes estudios. En este ensayo, el N aplicado sin

considerar la aplicación foliar fue suficiente para alcanzar los máximos rendimientos. Debe considerarse que la cantidad de N aplicado, más el N del fertilizante, sumado a la mineralización excedieron lo necesario para los rendimientos logrados (Fig. 3).

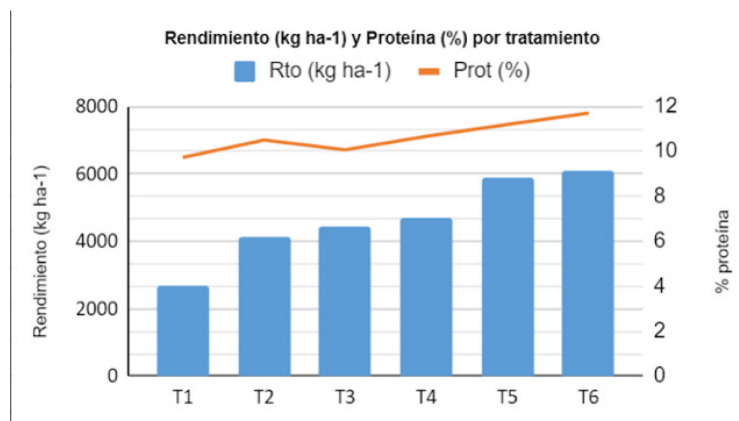


Fig. 3. Comparación entre resultados de rendimiento y tenor proteico de un ensayo de trigo con 6 tratamientos de fertilización nitrogenada.

Se comprobó que el porcentaje de proteína en grano también se encuentra ligado al aumento de la dosificación de N aplicada en EC 1.2, lo que indica que una alta fertilización nitrogenada en el inicio del cultivo también puede producir incrementos en proteína.

Divergiendo con lo propuesto por Alzueta et al. (2014) la fertilización foliar complementaria generó aumentos en el tenor proteico, lo que quedó demostrado mediante el hallazgo de diferencias significativas entre el tratamiento que consistía de la aplicación de una dosis de fertilizante nitrogenado foliar en el estadio EC 3.9 adicional a la urea proporcionada en EC 1.2, y aquel que poseía la misma cantidad de N administrada únicamente en EC 1.2. Debe considerarse que en este cultivo hubo una importante disponibilidad de N para los rendimientos alcanzados que condujeron a dicho incremento de proteína (Fig. 4).

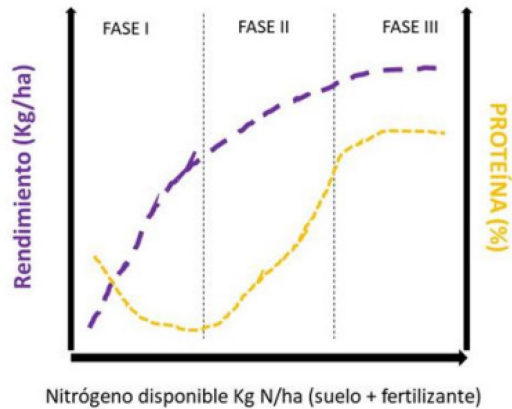


Fig. 4. Rendimiento y proteína en grano en función del N disponible en el suelo más el fertilizante. Adaptado de Stone & Savin (1999).

El PH no mostró diferencias significativas ni correlación alguna con el incremento en la fertilización nitrogenada.

Todos los tratamientos se pueden clasificar dentro del Grado 1 (ver anexo II) según los estándares de comercialización en nuestro país. Conforme a las afirmaciones de Loewy (2004) se concluye que para la variable PH no existe una tendencia positiva al agregado de N foliar en EC 3.9. Los resultados hallados en este trabajo indican que el PH no se correlaciona negativamente con el rendimiento, contrastando con lo documentado por García (2004). En este caso también si bien, no se evaluó el número de granos.m⁻² dado que los rendimientos obtenidos no fueron demasiado altos, pudieron llenarse adecuadamente en todos los tratamientos de N.

4. CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES.

Las aplicaciones de nitrógeno en EC 1.2 produjeron aumentos en el rendimiento y tenor proteico, pero no en el PH. El contenido de proteína en grano fue la única variable que presentó incrementos significativos al recibir en EC 3.9 una dosificación de N complementaria vía foliar. Por lo que se recomienda esta práctica en años con mayor cantidad de precipitaciones en los que el rendimiento podría incrementarse excesivamente a fin de evitar la dilución del tenor proteico en grano. En años con escasas precipitaciones se recomienda disminuir la dosis de fertilizante nitrogenado ya que no será adecuadamente utilizado en la generación de biomasa y

rendimiento. Por otra parte, se sugiere prescindir de la aplicación complementaria vía foliar dado que en años secos los incrementos de proteína suceden habitualmente ante reducciones marcadas en rendimiento en grano. Por otra parte, en esos casos no hay bonificaciones por tenor proteico en la comercialización.

Por todo lo expresado anteriormente existe suficiente evidencia en las condiciones de rendimientos moderados y alta disponibilidad de nitrógeno de este trabajo, para descartar la primera hipótesis planteada y aceptar la segunda. Concluyendo que la fertilización nitrogenada foliar en hoja bandera es una herramienta de suma utilidad para compensar el efecto de dilución provocado por altos rendimientos en el cultivo de trigo.

5. BIBLIOGRAFÍA.

Abbate, E. P. & Andrade. F. H. 2006. Fertilización de cultivos. Trigo. En Echeverría, H. E. y F. O. García. Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Pp 233- 249. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina.

Acevedo, E., Silva, P. & Silva, H. (2002). Wheat growth and physiology. En B.C. Curtis, S. Rajaram & H. Gomez Macpherson (Eds.). Bread Wheat Improvement and Production. Pp 1-47. FAO

Anderson, W. 2010. Closing the gap between actual and potential yield of rain fed wheat. The impacts of environment, management and cultivar. Field Crops Res. 116, 14-22.

Alvarez, R. 2007. Balance de Nitrógeno en el cultivo de Trigo tomado de: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/nitrogeno-en-trigo-t27047.htm>

Alzueta, I., Abeledo, L.G., Miralles, D.J. & Rondanini, D.P. 2014. Ecofisiología de la generación del rendimiento y la calidad en genotipos de trigo y su comparación con cebada. Disponible en: https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/FAUBA_e2e55597a7fac9e4f4066000176eb5a0 [Último acceso: Septiembre 2022].

Bolsa de Cereales. 2022. La Bolsa de Cereales participó en A Todo Trigo 2022 donde realizó el Lanzamiento de la Campaña Fina. Disponible en:

<https://www.bolsadecereales.com/newsletter-1846> [Último acceso: Septiembre 2022].

Cárcova, J., Abeledo, L. G., & López, P. 2004. Análisis de la generación del rendimiento: crecimiento, partición y componentes. En: Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Ed. Facultad de Agronomía. UBA. Ciudad de Buenos Aires. Pp. 75-98.

FAO. 2022. The future of food and agriculture. Rome: FAO. Available at <http://www.fao.org/3/ai6583e.pdf> [Último acceso: Agosto 2022].¹ FAO. 2022. Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets. Rome.

Ferraris, G. N. & Couretot, L. 2006. Estudio de la interacción nitrógeno x azufre sobre el rendimiento del cultivo de trigo mediante la aplicación de fertilizantes líquidos campaña 2005/06. Tomado de: <https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/estudio-de-la-interaccion-nitrogeno-x-azufre-en-trigo-fuentes-liquidadas-20052006.pdf>. [Último acceso: Septiembre del 2022].

Ferraris, G. N., Couretot, L. & Ponsa, J. C. 2007. Evaluación del efecto de un fertilizante foliar nitrogenado sobre el rendimiento, la calidad y la eficiencia de uso del nitrógeno en trigo campaña 2006/07. Tomado de: <https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/evaluacion-del-efecto-de-un-fertilizante-foliar-nitrogenado-sobre-el-rendimiento-la-calidad-y-la-eficiencia-de-uso-del-nitrogeno-en-trigo.pdf>. [Último acceso: Agosto 2022].

INASE. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS. 2021. Sistema de información simplificado agrícola (sisa) 2021. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sisa_if_trigo2021.pdf [Último acceso: Septiembre 2022].

Molfese, E., Seghezzo, M. & Astiz, V. 2014. Relevamiento de la calidad de trigo pan, en lotes de producción del centro sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Tomado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp_inta_barrow_-_relevamiento_de_calidad_trigo_pan_en_lo.pdf [Último acceso: Agosto 2022].

Lobell, D., Cassman, K., & Field, C. 2009. Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes and Causes. *The Annual Review of Environment and Resources* 34. Pp. 179-204.

Loewy, T. 2004. FERTILIZACIÓN COMPLEMENTARIA EN TRIGO I. EFECTO DEL NITRÓGENO FOLIAR EN RENDIMIENTO Y CALIDAD. En el Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 19. Simposio Nacional sobre Suelos Vertisoles 2. 22 al 25 de junio de 2004. Paraná, Entre Ríos. Argentina.

Ron, M. M. & T. Loewy. 2000. Factores de eficiencia del N aplicado en trigo, a la siembra o macollaje. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 16-20 abril de 2012. Mar del Plata. Argentina.

SAGyP. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. 1995. Comercio de Granos. Resolución 261/95.

Satorre, E.H. & G.A. Slafer. 1999. *Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination*. Food Products Press NY. USA. Pp. 503.

Satorre, E. H., Benech, R. L., Slafer, G. A., de la Fuente, E. B., Miralles, D. J., Otegui, M. E. & Savin., R. 2012. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo, Facultad. Ed. 10. P. 501.

Stone, P. J. & Savin, R. 1999. Grain quality and its physiological determinants. En E. Satorre & G.A. Slafer. *Wheat: ecology and physiology of yield determination*. 85-119. New York, London, Oxford. Food Product Press. The Haworth Press Inc.

Van Ittersum, M.K. & Rabbinge, R. 1997. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input–output combinations. 52. Pp. 197–208.

Levy, J. & Peterson, M. 1972. Responses of Spring Wheats to Vernalization and Photoperiod. *Crop Science*, 12. Pp. 487-490.

Zadoks J. C., Chang T. T. & Konzak C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. 14:415-421. Tomado de:

https://www.researchgate.net/publication/229688538_The_Decimal_Code_for_the_Growth_Stages_of_Cereals_with_Illustrations. [Último acceso : Enero 2023].

Tkachuk, R. & Kuzina, F. D. 1979. Wheat: relations between some physical and chemical properties. *Canadian Journal of Plant Science*. Tomado de: <https://cdnsiencepub.com/doi/pdf/10.4141/cjps79-003>. [Último acceso : Febrero 2023].

Fischer, R. A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *Journal of Agricultural Science*. Tomado de: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/abs/number-of-kernels-in-wheat-crops-and-the-influence-of-solar-radiation-and-temperature/80B47ABEE823AB8EA5B16671DE8CAFD8>. [Último acceso: Febrero 2023].

Echeverría, H.E. & Studdert, G.A. 1998. El contenido de nitrógeno en la hoja bandera del trigo como predictivo del incremento de proteína en el grano por aplicaciones de nitrógeno en la espigazón. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. Tomado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/296383157.pdf> [Último acceso: Enero 2023].

Bergh, R., Báez, A., Quattrocchio, A. & Zamora, M. 2000. Fertilización nitrogenada para calidad en trigo candeal. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*. Inpofos. pp 5-9.

García, A. 2004. Manejo de la fertilización con nitrógeno en trigo y su interacción con otras prácticas agronómicas. Serie técnica N° 144. INIA. Pp. 8-14.

Miralles, D. J. 2004. Consideraciones sobre ecofisiología y manejo de trigo. *Información técnica de trigo. Campaña 2004*. Publicación Miscelánea N° 101. P. 1.

Calvo, N. R., Echeverría, H., Barbieri P. & Rozas, H. S. 2006. Nitrógeno y azufre en trigo: ¿Rendimiento y proteína?. *Informaciones Agronómicas*. pp 6-11.

Menendez, F. & Satorre, E. 2007. Evaluating wheat yield potential determination in the Argentine Pampas. *Agriculture Systems* 95. Pp. 1-10.

Fasciolo, E. 2014. Evaluación de distintas estrategias de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y el porcentaje de proteínas en trigo. Disponible en: <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/344> [Último acceso: Septiembre 2022].

Landriscini, M. R.; Martínez, J. M. & Galantini, J. A. 2015. Fertilización foliar en trigo en el sudoeste bonaerense. Ci. Suelo. Pp. 183-196.

Divito G. A. & García, F. 2017. Manual del cultivo de trigo 2017 P. 7.

Abbate, E. P., Miralles, D.J. & Ballesteros, H.M. 2021. Nuevo mapa de subregiones trigueras argentinas y de otros cereales invernales 2021. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/subregiones_trigueras_2021-06-18_final.pdf [Último acceso: Septiembre 2022].

Nabaes, J. 2021. Evaluación de la fertilización nitrogenada continua en trigo bajo siembra directa. Tomado de: <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/5617/Nabaes%2C%20Jos%C3%A9%20Trabajo%20de%20Intensificaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Nitr%C3%B3geno%20como%20limitante%20de%20la%20producci%C3%B3n,-Es%20el%20nutriente&text=El%20tener%20una%20baja%20disponibilidad,de%20las%20espigas%20a%20floraci%C3%B3n>. [Último acceso: Febrero 2023].

6. ANEXO I

6.1 Análisis de suelo del establecimiento “Los Manantiales”



Informe de Análisis de Suelos

Productor:
Coop./Agron.: INTA Pergamino Sector Trigo
Lote:
Teléfono:
Latitud:

Establecimiento: Los Manantiales
E-Mail: Terria.gracio@inta.gov.ar
Muestras: / /
Dirección: Ruta Nº 32 Km 5
Longitud:

Análisis N°: 992019-00417-01 / 02 / 03
Fecha recepción: 14/06/2019
Fecha de emisión: 21/06/2019
Profundidad: 00-20 cm

Determinación	Metodología	Valor	Interpretación		
			Bajo	Medio	Alto
Materia Orgánica (M.O.)	Walkley y Black	29.29 g/kg	██████████		
Nitrógeno Total (Nt)	Kjeldahl				
Relación C/N	Cálculo				
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.)	Acetato de amonio 1N. Titulometría				
Nitrógeno de Nitratos (N-NO3)	Ac. Fenoldisulfónico	00-20 cm	13.2 mg/kg	██████████	
		20-40 cm	8.2 mg/kg	██	
		40-60 cm	4.1 mg/kg		
Fósforo extraíble (P)	Bray I	8.3 mg/kg	██████████		
Fósforo extraíble (P)	Olsen				
Azufre de Sulfatos (S-SO4)	Turbidimetría	8.4 mg/kg	██████████		
Reacción del Suelo (p.H.)	Relación suelo:agua 1:2.5	5,9	6 Acido 6 7 Neutro 8 9 Alcalino		
Acidez Potencial (p.H. Pot)	Relación suelo:CIK 1:2.5				
Índice de Encalado (pH Buffer)	I. SMP		No Salino Salino		
Conductividad Eléctrica (C.E.)	Relación Suelo:Agua 1:2.5				
Calcio (Ca)	Acetato de amonio 1N. A.A	6.96 cmolc/kg	██████████		
Saturación de Calcio	Cálculo: Ca / Valor S *100	69.1 %			
Magnesio (Mg)	Acetato de amonio 1N. A.A	1.37 cmolc/kg	██████████		
Saturación de Magnesio	Cálculo: Mg / Valor S *100	13.6 %			
Potasio (K)	Acetato de amonio 1N. F.LL.	1.56 cmolc/kg	██████████		
Saturación de Potasio	Cálculo: K / Valor S *100	15.5 %			
Sodio (Na)	Acetato de amonio 1N. F.LL.	0.18 cmolc/kg	██		
Porcentaje de Sodio Intercambiable (P.S.I)	Cálculo: Na/CIC *100				
Índice R.A.S.	Cálculo				
Zinc (Zn)		2.60 mg/kg	██████████		
Manganeso (Mn)		19.6 mg/kg	██████████		
Cobre (Cu)	Ext. c/DTPA-Espectrofotometría A.A.	0.92 mg/kg	██████████		
Hierro (Fe)		72.6 mg/kg	██████████		
Boro (B)	Acetato de Amonio. Azometina	00-20 cm.	0.72 mg/kg	██████████	
		20-40 cm.			
		40-60 cm.			
Cloruros (Cl)	Titulometría				
Carbono Orgánico Particulado (C.O.P.)	Fraccionamiento físico W&B				
Humedad (H%)	Gravimetría	00-20 cm			
		20-40 cm			
		40-60 cm			
Arcilla					
Limo	Bouyoucos				
Arena					

Comentarios: Los análisis fueron realizados sobre la muestra enviada por el cliente
 Laboratorio adherido a SAMLA.

Ing. Agr. Amadeo Herrera
 Laboratorio SUELOFERTIL

Ing. Cca. Patricia Levy
 Laboratorio SUELOFERTIL

Casa central: Ruta 8 Km 229.5 - Pergamino (2700) - Buenos Aires, Argentina. Tel/Fax: 02477-424748. Email: suelo@acacoop.com.ar
 Sucursal: Olivero Duggan 1281 - Tres Arroyos (7500) - Buenos Aires, Argentina. Tel/Fax: 02983-421179. Email: suelo@tresarros@acacoop.com.ar
www.suelo-fertil.com.ar

6.2 Datos de la casilla meteorológica de la localidad de Plá.

Localidad: Plá							
Año:							
Datos de casilla							
Mes	Temperatura (°C)			Días c/ heladas	Precipitación (mm)		
	mín	máx	media		Parcial	Acumulada	
Enero	16,6	28,9	22,7	0	194,7	194,7	467,2
Febrero	13,9	28,4	21,2	0	74,1	268,8	
Marzo	12,1	25,0	18,6	0	89,4	358,2	
Abril	9,1	23,8	16,4	0	47,3	405,5	
Mayo	6,6	18,8	12,7	1	61,7	467,2	
Junio	1 al 10	5,4	19,2	12,3	0	1,1	468,3
	11 al 20	8,0	15,3	11,6	0	76,5	544,8
	21 al 30	3,8	14,2	9,0	2	2,6	547,4
Julio	1 al 10	-0,5	13,3	6,4	7	0,3	547,7
	11 al 20	2,4	16,1	9,2	3	1,2	548,9
	21 al 31	3,1	14,6	8,9	2	7,5	556,4
Agosto	1 al 10	1,4	16,4	8,9	4	0,3	556,7
	11 al 20	0,7	13,9	7,3	3	2,8	559,5
	21 al 31	5,1	19,8	12,4	2	10,2	569,7
Septiembre	1 al 10	2,7	14,7	8,7	4	6,1	575,8
	11 al 20	3,0	20,1	11,6	2	1,8	577,6
	21 al 30	6,3	25,5	15,9	1	0,0	577,6
Octubre	1 al 10	7,1	21,3	14,2	0	32,9	610,5
	11 al 20	9,9	19,4	14,6	0	161,0	771,5
	21 al 31	9,8	24,7	17,3	0	32,7	804,2
Noviembre	1 al 10	12,0	25,7	18,9	0	35,7	839,9
	11 al 20	15,2	30,7	23,0	0	10,9	850,8
	21 al 30	12,0	26,9	19,5	0	72,4	923,2
Diciembre	1 al 10	11,5	29,2	20,3	0	6,1	929,3
	11 al 20	13,4	29,8	21,6	0	33,0	962,3
	21 al 31	14,6	27,8	21,2	0	94,0	1056,3
PROMEDIO		7,9	21,7	14,8			
SUMA DÍAS T°<0°C		31					

Mes	Temperatura (°C)			Precipitación mm	
	mín	máx	media	2019	Histórica
Enero	6,4	35,5	22,7	194,7	99,2
Febrero	1,1	35,9	21,2	74,1	108,3
Marzo	4,9	31,7	18,6	89,4	117,2
Abril	3,6	32,2	16,4	47,3	99,5
Mayo	-0,6	24,8	12,7	61,7	66,6
Junio	-1,2	21,4	11,0	80,2	46,4
Julio	-5,8	20,1	8,2	9,0	42
Agosto	-4,9	27,0	9,6	13,3	43,8
Septiembre	-4,2	30,6	12,0	7,9	58,1
Octubre	2,1	30,6	15,4	226,6	104,3
Noviembre	7,8	36,2	20,4	119,0	104,3
Diciembre	3,7	37,3	21,1	133,1	98,5
Total				1056,3	988,2

7. ANEXO II

7.1. Grados de comercialización del trigo en Argentina (SAGyP 1995).

G R A D O	Peso Hectl.	Mat. Ext.	GRANOS Granos Ard. y Dañados por Calor	DAÑADOS Total Dañados	Granos con Carbón	Granos Panza Blanca	Granos Queb. y/o Chuzos
	Mín. Kg/ha	%	%	%	%	%	%
1	79	0,75	0,50	1,00	0,10	15,00	1,50
2	76	1,50	1,00	2,00	0,20	25,00	3,00
3	73	3,00	1,50	3,00	0,30	40,00	5,00