

Ensayos comparativos de rendimiento de trigo pan en la Chacra Valles Irrigados Norpatagónicos



Abaca, Francisco Martín

Tutor: Ing. Agr. Dr. Espósito, Martín.

Consejero: Ing. Agr. Dr. Pandolfo, Claudio.

Consejero: Ing. Agr. Dr. Martínez, Juan Manuel.

Asesor externo: Ing. Agr. Dr. Alfonso Cerrotta.



2024

Agradecimientos

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia, en especial a mi madre Silvia, quien, con su amor y sacrificio, confió desde el primer momento en que iba a lograr este objetivo. También a José por su apoyo.

A mis hermanos, por sus consejos y por enseñarme a no bajar los brazos jamás.

A mis abuelos, por ser un pilar fundamental y brindarme su cariño en cada paso.

A mis tíos, primos, ahijado, cuñados y a toda la familia que siempre está ahí, al pie del cañón.

A Sofía, mi compañera, quien está día a día con su paciencia, comprensión y motivación, y quien fue de gran ayuda en este proceso.

A mis amigos, del pueblo y de la universidad, por su amistad y apoyo en todo momento.

A mi tutor, Martín Espósito, y a mis consejeros, Juan Manuel Martínez y Claudio Pandolfo, por su gran predisposición a lo largo del presente trabajo.

A mi asesor externo, Alfonso Cerrotta, quien fue de gran ayuda de principio a fin del trabajo, siempre con la mejor predisposición.

Por último, a la Universidad Nacional del Sur, especialmente al Departamento de Agronomía.

Índice

RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
Caracterización agrícola en Norpatagonia	2
Sistemas chacras	3
Chacra VINPA	3
Caracterización edafoclimática de VINPA	4
Temperatura	4
Radiación	4
Precipitaciones	4
Hidrología	5
Demanda ambiental	5
Suelos predominantes	7
Secuencia de cultivos	8
Cultivo de trigo	8
Componentes de rendimiento	9
Calidad del grano	10
Ciclo de cultivo y fecha de siembra	11
Requerimientos hídricos	11
Requerimientos nutricionales	12
Adversidades bióticas en Norpatagonia	13
OBJETIVOS	14
METODOLOGIA Y EXPERIENCIA ADQUIRIDA	15
Áreas de trabajo	15
Modalidad de trabajo	16
Actividades realizadas	16
<u>Evaluación de germoplasma</u>	16
a. Evaluación de cultivares de ciclo largo en microparcels	16
Resultados obtenidos	19
b. Evaluación de cultivares de ciclo intermedio y corto en microparcels	24
Resultados obtenidos	24
Caracterización climática de la campaña	26
Carmen de Patagones	26
General Conesa	28
Balance hídrico	30
Conclusiones	31
<u>Evaluación de insumos a semilla</u>	31
Resultados obtenidos	32
Conclusión	35
<u>Evaluación de daño por pastoreo de avutarda</u>	35
Resultados obtenidos	36
Conclusión	37
Comentario final	38
Bibliografía	39

RESUMEN

El presente trabajo de intensificación consistió en una práctica profesional supervisada (PPS) como parte del ciclo profesional para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Nacional del Sur. Se llevó a cabo durante la campaña de fina 2023-2024 en dos establecimientos pertenecientes a Chacra Valles Irrigados Norpatagónicos de AAPRESID (VINPA). Durante esta experiencia llevé a cabo varias actividades propias del rol del Ingeniero Agrónomo, que incluyeron la siembra, monitoreo, manejo y cosecha de ensayos en microparcels. Estos ensayos abarcaron la evaluación de diferentes cultivares, el uso de insumos en semillas y el análisis del impacto del pastoreo por avutardas (*Chloephaga picta*) en el cultivo de trigo. La PPS fue una valiosa oportunidad para aplicar los conocimientos teóricos adquiridos durante mi formación universitaria y aprender nuevas habilidades y criterios para la toma de decisiones. Además, fue fundamental para fortalecer mis competencias profesionales, ya que tuve la oportunidad de trabajar junto al Dr. Alfonso Cerrotta, quien me asesoró, compartió su experiencia y me involucró activamente en decisiones y actividades, siempre con gran predisposición.

INTRODUCCION

Caracterización agrícola en Norpatagonia

El potencial productivo de los Valles Norpatagónicos ha impulsado el desarrollo de diversos emprendimientos agrícolas utilizando sistemas de riego, muchos de ellos basados en riego por aspersión a gran escala siendo éste un sistema no tradicional en la zona. Estos proyectos se ven atraídos por los elevados niveles de radiación, disponibilidad de tierras y abundante agua de calidad. Un grupo de productores se planteó el desafío de colonizar y desarrollar esta zona en las márgenes del Rio Negro entre la región de Valle Medio y Valle Inferior, regiones que se encontraban subexplotadas principalmente por sistemas de ganadería de cría extensiva (Gutiérrez, 2022)

Las numerosas dificultades productivas que enfrentaron los productores, derivadas tanto del clima como de las deficiencias naturales del suelo, junto con la falta de experiencia en el manejo del agua y los cultivos en la región, fueron algunas de las razones que los impulsó a unirse aún más para buscar soluciones y asegurar su subsistencia.

En este proceso se acercaron a la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID) y formaron VINPA, entendiendo que deberían desarrollar tecnologías de insumos y procesos para capitalizar los recursos disponibles y a su vez generar cambios rápidos en el recurso suelo, con el fin de sortear sus deficiencias prístinas y poder sostener los sistemas de producción (Gutiérrez. 2022).

Luego de un primer proceso de generación y capitalización de conocimiento, en 2022 la Chacra generó un nuevo marco conceptual orientado a mejorar la productividad y rentabilidad de forma sustentable, buscando fomentar la colaboración entre las empresas abordando los principales desafíos en sus establecimientos, como por ejemplo plantear soluciones a los graves problemas de excesos de coberturas existentes cuando se obtienen cultivos de rendimiento y biomasa importantes.

En una continuidad desde la creación de VINPA, se propuso a su vez seguir trabajando en la evaluación de germoplasma promisorio y en optimizar las prácticas de manejo y aplicación de tecnología de insumos. Además, el grupo hizo foco en conocer el estado inicial del carbono en los suelos, y entender cuál es el impacto de las rotaciones en el corto-mediano plazo en busca de generar modelos productivos que sean capaces de capturar carbono, y en una segunda instancia poder monetizarlo (Cerrota, 2024).

Sistema chacras

El “Sistema chacras” es un programa de AAPRESID creado para dar respuestas a las demandas del productor a través del desarrollo de tecnologías sustentables en los diferentes ambientes y sistemas de producción. Constituye una plataforma para la generación y transferencia de conocimientos, y para la formación de recursos humanos a través de sus dos espacios: Chacras y Redes Temáticas (AAPRESID, 2024).

Acciona a través del “Aprender produciendo” sobre escenarios reales y planteos de soluciones crecientes, y del “Protagonismo en red” integrando la experiencia del productor con el conocimiento científico, la visión empresarial y el apoyo institucional. Cada una de las chacras están compuestas por:

- ✓ Miembros Fundadores: son los que plantean la demanda. Pueden ser productores, profesionales, empresas, instituciones.
- ✓ Responsable Técnico de Desarrollo (RTD): profesional que ejecuta el proyecto.
- ✓ Mesa de Expertos: especialistas referentes en la problemática.
- ✓ Coordinación: equipo institucional de gestión y apoyo.

Chacra VINPA

La Chacra VINPA agrupa a seis establecimientos localizados en la zona de influencia situada entre los 39° y 40° de latitud sur. La mayoría de los campos se ubican a lo largo de las orillas del Río Negro, en distintos puntos de su valle, donde el establecimiento La Julia se encuentra en el Valle Medio, mientras que Chocorí y Kaitaco están en el Valle de General Conesa. En el Valle Inferior se encuentran El Refugio y El Carbón. El único establecimiento que no está situado a orillas del Río Negro es El Viñedo, que se encuentra en el Valle del Río Colorado, cerca de la ciudad homónima (Figura 1).



Figura 1. Mapa de la zona de influencia de Chacra VINPA, destacando localidades (indicadores amarillos) cercanas a las empresas pertenecientes a la misma (indicadores rojos). (Google Earth)

Caracterización edafoclimática de VINPA

El área de influencia donde se desarrolla Chacra VINPA, posee clima semiárido, se halla comprendida en la región natural de los arbustales y bosques del monte (Cabrera, 1976). Abarca dos unidades ambientales bien contrastadas, la meseta y el valle, que se diferencian en la génesis, procesos y uso de la tierra.

Temperatura

La temperatura media anual es de 14,6°C, siendo enero el mes más cálido con una temperatura media de 22,6°C y julio, el más frío con 6,4 °C. La amplitud térmica oscila entre 14°C y 15°C entre octubre y febrero. El periodo libre de heladas (PLH), con un 10% de probabilidad de ocurrencia, se comprende entre el 27 de octubre al 16 de abril (172 días).

Radiación

La radiación global en latitudes cercanas a los 40°S es elevada, caracterizándose por fotoperiodos más extremos en comparación con latitudes menores. Durante el verano, los días son más largos y los rayos solares inciden con ángulos cercanos a 90°, lo que genera una alta radiación incidente. Esta combinación de mayor duración del día y radiación directa resulta en una oferta de radiación global muy favorable para el crecimiento de los cultivos, alcanzando 4118 MJ/m², un valor superior al de las zonas más productivas del país (Gutiérrez, 2022)

Para los cultivos invernales, toma relevancia la relación existente entre la radiación y la temperatura en la definición del número de granos, siendo que la radiación afecta al número de granos a través de su relación lineal positiva con la tasa de crecimiento del cultivo y la temperatura (Slaffer *et al.*, 2003). Fisher (1985), definió el concepto de Coeficiente Fototermal (Q) como la relación entre la radiación solar media diaria (MJ. m⁻². día⁻¹) y la temperatura media del período considerado, menos la temperatura base ($Q = R/T_m - T_b$).

La chacra VINPA presenta valores de "Q" superiores a otras localidades productivas durante la estación de crecimiento, especialmente en el período crítico de los cultivos invernales (desde mediados de octubre hasta mediados de noviembre). Estos valores son similares o superiores a localidades de latitud parecida, lo que podría indicar mejores condiciones para el desarrollo de los cultivos en esta región. (Magrin *et al.*, 1993).

Precipitaciones

El clima de esta región es árido a semiárido, mesotermal (CFI, 2008), las precipitaciones anuales promedio en la región son de aproximadamente 250-300 mm, con mayores concentraciones en los meses de marzo y abril. Un aspecto destacado es

la gran erraticidad de las lluvias, tanto entre meses como entre años, lo que genera una marcada variabilidad en la disponibilidad hídrica a lo largo del tiempo (Figura 2).

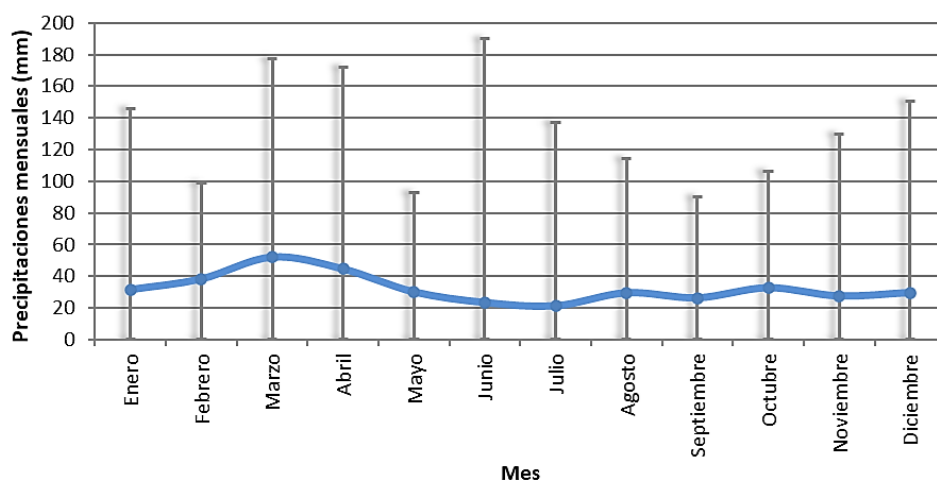


Figura 2. Distribución mensual de las lluvias y su variabilidad (los bigotes muestran los valores extremos registrados). Serie 1980-2014. (Extraído de Gutiérrez 2022).

Hidrología

La escasa oferta anual de precipitaciones y su extrema variabilidad intra e interanual evidencian que para llevar adelante agricultura de alta productividad se hace imprescindible contar con sistemas de riego para satisfacer las demandas hídricas de los cultivos. Es por esto que el aporte hídrico realizado por el Río Negro se torna de gran importancia para desarrollar emprendimientos productivos.

El río Negro, originado en la confluencia de los ríos Limay y Neuquén, tiene sus nacientes en la zona cordillerana de las provincias de Neuquén y Río Negro. Presenta dos ondas de crecidas anuales: una en otoño-invierno producida por las precipitaciones de lluvia y nieve y otra de primavera-verano, por fusión de la nieve acumulada durante el período invernal. Posee un caudal medio de $818 \text{ m}^3.\text{seg}^{-1}$, con máximos de 1242 y mínimos de $411 \text{ m}^3.\text{seg}^{-1}$. El agua presenta valores de conductividad eléctrica entre 0.090 y 0.130 mmhos/cm a 25° C , pH entre $7,5$ y $7,9$ y RAS entre $0,4$ y $1,5$. Esto indica la excelente calidad de agua para el riego (Bertani y Ferrari, 1993b)

El área bajo riego, en la región, actualmente supera las 80.000 ha, con distintos sistemas de riego y cultivos diversos. Sin embargo, existe potencial para triplicar esta superficie, por lo que será clave contar con los conocimientos necesarios para manejar eficientemente el agua en los sistemas productivos emergentes (FAO, 2014).

Demanda ambiental

La demanda hídrica anual, expresada a través de la Evapotranspiración de Referencia (ET_o), representa un indicador de la demanda climática. Se define y se calcula a partir de la ecuación de la FAO de Penman-Monteith para un conjunto de datos meteorológicos, proporcionando un valor estándar que se puede transferir a

distintas áreas geográficas y climas (FAO, 2006). En VINPA se encuentra entre los 1450 a 1600 mm por año; siendo el período diciembre - febrero el de mayor demanda y el período junio – agosto el de menor (Figura 3). Si comparamos la demanda con otras localidades productivas de zona núcleo tenemos entre 250-400 mm más (Gutiérrez, 2022)

Respecto a evolución de la demanda hídrica diaria, se alcanzan demandas máximas promedio de entre 8-10 mm.día⁻¹ principalmente en la estación de verano; con valores extremos de 12-13 mm. día⁻¹. Esta elevada demanda diaria evidencia la importancia que tiene el correcto dimensionamiento de los equipos de riego (lámina diaria que son capaces de aplicar) para poder cubrir las necesidades de los cultivos sin que sean afectados por estrés hídrico (Belelli, 2021)

En este ambiente árido, la demanda atmosférica está determinada por factores como los altos niveles de radiación, temperaturas moderadas, vientos intensos y baja humedad relativa. Estos elementos crean un fuerte gradiente de potencial hídrico en el sistema suelo-planta-atmósfera, lo que da lugar a elevadas demandas hídricas diarias (Belelli, 2021).

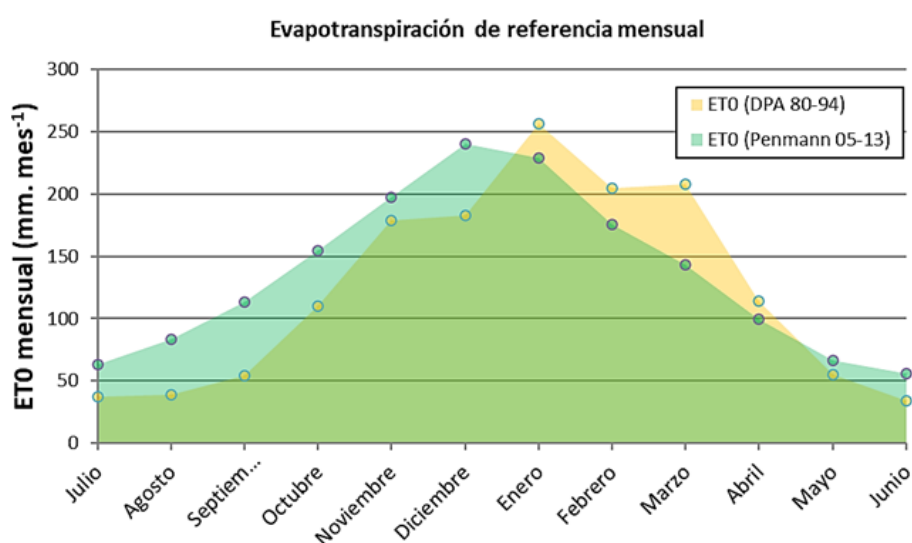


Figura 3. Evapotranspiración de referencia mensual reportada por el Departamento Provincial de Aguas (DPA) para la serie climática 1980-1994 y la calculada por estación meteorológica con método Penmann para los años 2005 y 2010 al 2013. (extraído de Gutiérrez. 2022).

A raíz de lo expuesto previamente, en los sistemas productivos bajo riego es necesario conocer constantemente el agua disponible (AD) en la zona de influencia radicular de sus cultivos, con el objetivo de tomar decisiones de manejo correctas. La máxima capacidad de retener agua en el suelo dependerá de la textura, estructura y contenido de materia orgánica (MO) del mismo.

El contenido de humedad del suelo puede determinarse por diversos métodos, los denominados “en el lote” o directos abarcan las mediciones a campo, con extracción de

suelo (ej. método gravimétrico y método de humedad por tacto y apariencia), o indirectas, a través de sensores de humedad del suelo o instalados en las plantas.

Los métodos “fuera del lote” estiman el contenido de humedad en el suelo a través de modelos que simulan el balance hídrico diario de cada lote. En estos, se considera a la zona de influencia radicular como un sistema, en donde, partiendo de un nivel hídrico inicial (medido por un método directo) se contabilizan las entradas y salidas, y se aplica una ecuación de balance. Cada una de estas herramientas cuenta con ventajas y desventajas y su elección deberá basarse en el tiempo y presupuesto disponible para dedicarle a su implementación, la escala que deben abarcar y el grado de precisión requerido.

En VINPA, debido a la elevada heterogeneidad de suelos y a la alta escala productiva de los emprendimientos (500-2000 has), las decisiones de manejo basadas en el seguimiento de sitios puntuales de los lotes pueden llevarnos a errores. Además, tanto métodos directos como indirectos pueden requerir una gran demanda de tiempo y recursos, ya que se deberían realizar múltiples muestreos u observaciones por la heterogeneidad espacial presente. Es por esto que se utilizan métodos combinados optimizando el uso de los balances hídricos de actualización diaria como herramienta para asistir las observaciones a campo y la toma de decisiones (Cerrota, 2024).

Suelos predominantes

El Río Negro tiene una cuenca caracterizada por la presencia de un cauce principal acompañado de ramificaciones menores, formando un típico patrón de meandros. Este diseño se manifiesta en curvas pronunciadas, lo que favorece la creación de islotes y playones, elementos comunes en toda el área de estudio. A raíz de la profundización de los cauces se han formado distintos niveles de terraza. Esto sumado a la permanente migración lateral del río, ha provocado una diversidad horizontal y vertical de los materiales depositados. Por ello es común encontrar, especialmente en las terrazas más modernas, variaciones en espacios muy cortos de los depósitos de origen fluvial que conforman las terrazas utilizadas con fines agrícolas (Bertani y Ferrari, 1993c).

Estos suelos, formados bajo condiciones de extrema aridez, presentan limitaciones tanto físicas, químicas como biológicas. En el aspecto físico, se observan problemas de baja infiltración y compactación, lo que dificulta la infiltración del agua y afecta el desarrollo de las raíces de las plantas. En cuanto a las limitaciones químicas, la presencia de sales y sodio contribuye a la salinización y sodificación del suelo, deteriorando su estructura y reduciendo la disponibilidad de nutrientes para los cultivos. Además, estos suelos poseen bajos contenidos de MO (8-15 g kg⁻¹), siendo limitada la disponibilidad de ciertos nutrientes asociados a la mineralización (Ellert y Bettany, 2002),

lo que disminuye la fertilidad y la capacidad de retención de agua. Por ende, el potencial de respuesta a productos comerciales que mejoren los niveles de fertilidad en estos suelos (química, física y biológica) es mayor que en otras zonas productivas del país (Cerrota, 2024).

Secuencia de cultivos

Los cultivos protagonistas en estos sistemas sostenibles y competitivos en suelos con limitaciones son las gramíneas, como el maíz y trigo, cultivos a los cuales la región le ofrece condiciones climáticas excepcionales ya mencionadas, las cuales se traducen en altos potenciales de rendimiento. Al mismo tiempo, estos cultivos agrícolas anuales tienen la capacidad de aportar carbono a través de la producción de biomasa aérea y radicular, colaborando fuertemente al desarrollo de los suelos. Se destaca la gran capacidad de las raíces de las gramíneas para explorar el suelo y generar una mejora de los valores de infiltración de los mismos (Claassen y Steingrobe, 1999).

Por otro lado, la producción de *commodities* bajo riego vuelve interesante la inclusión de leguminosas en la rotación. El aporte de nitrógeno mejora la fertilidad del suelo, siendo el nitrógeno un nutriente crucial para la generación de rendimiento de los cultivos. Además, la inclusión de leguminosas puede ser una herramienta para disminuir los excesivos niveles de cobertura generados con cultivos consecutivos de maíz bajo siembra directa (SD), posibilitando su posterior transformación en materia orgánica. Leguminosas como la soja son esenciales por su capacidad de fijar nitrógeno, es por esto que se presenta como la principal leguminosa en estos planteos. Por lo tanto, es necesario ajustar su manejo agronómico para asegurar rindes adecuados que permitan su inclusión. Además, los cultivos de cobertura se emplean para mejorar la estructura del suelo, prevenir la erosión y aumentar la materia orgánica. Estos cultivos se alternan para optimizar el uso de nutrientes, intensificar y diversificar la producción, mantener raíces vivas durante todo el año y mejorar las propiedades físico-químicas del suelo (Gutiérrez, 2022).

Cultivo de trigo

El cultivo de trigo es una alternativa clave dentro de la rotación agrícola en Norpatagonia por varios factores. El riego en el cultivo de trigo se realiza en períodos de baja demanda climática, lo que mejora la eficiencia del uso del agua y reduce el riesgo de salinización en suelos sin cobertura, especialmente en áreas desmontadas. Además, contribuye al desarrollo del suelo y facilita la inclusión de leguminosas de servicio otoñales como precursores del maíz, asegurando un aporte continuo de carbono y nitrógeno biológico. Con altos rendimientos, el trigo se posiciona como un cultivo esencial para la sostenibilidad económica y ambiental de la región (Cerrota, 2024).

Componentes de rendimiento

El rendimiento potencial de un cultivo se define como el rendimiento logrado por un genotipo sin limitantes de agua y nutrientes que crece libre de estrés (plagas, malezas y enfermedades) y se desarrolla bajo buenas prácticas agrícolas. De esta forma, la radiación incidente, la temperatura y las características fisiológicas y fenológicas del genotipo se combinan definiendo el rendimiento potencial (Manlla *et al.*, 2012).

A través de la evaluación exploratoria de cultivares de trigo realizada en VINPA, se obtuvieron rendimientos de hasta 12.000 kg ha⁻¹, el cual fue confirmado mecánicamente por mapas de rendimiento midiendo sectores del lote con riego y sobrefertilización en el año 2019. La Red Nacional de Evaluación de Trigo (RET, INASE) en la EEA INTA Balcarce reportó los máximos rendimientos para trigo en el 2017, obtenidos en micro parcelas de 11.000 kg ha⁻¹ en cultivares de ciclo largo bajo riego y con aplicación de alta tecnología. Estos rindes resultan inferiores a los observados en Norpatagonia, aunque es necesario continuar con la investigación en el potencial del cultivo en condiciones controladas en las siguientes campañas, para sumar más años de análisis y revalidar resultados.

Ante el rendimiento potencial estimado hasta ahora, los productores de la Chacra VINPA se plantearon el objetivo de alcanzar a nivel de producción 10.000 kg ha⁻¹ (80% del potencial) (Gutiérrez, 2022).

El rendimiento del cultivo de trigo está definido por varios componentes (Figura 4), los cuales se generan en las diferentes etapas de desarrollo del ciclo del cultivo.

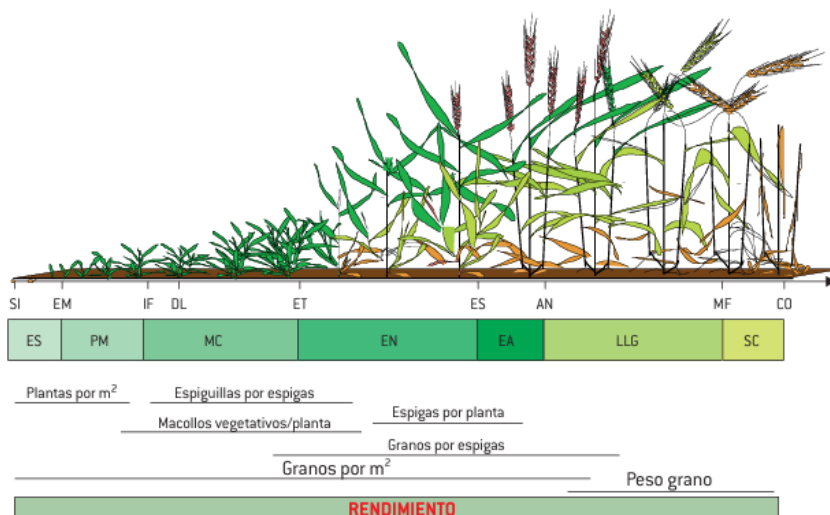


Figura 4. Etapas del ciclo de cultivo de trigo y generación de componentes numéricos del rendimiento (Modificado de Slafer y Rawson 1994). SI: siembra, EM: emergencia, IF: iniciación floral, DL: doble lomo, ET: espiguilla terminal, ES: antesis, MF: madurez fisiológica, CO: cosecha.

El rendimiento se comprende a partir de los subcomponentes numéricos que conforman el número de granos por unidad de área (granos.m⁻²) y el peso de los granos (PG).

En la Figura 5 pueden identificarse el número de espigas por unidad de área (espigas.m²) y los granos/espiga como componentes que conforman granos/m². A su vez, los granos/espiga está conformado por el número de espiguillas/espiga y el número de granos/espiguilla. El peso de los granos queda determinado por la tasa y la duración del llenado (Miralles *et al.*, 2014).

Para estimar el rendimiento potencial del cultivo en VINPA, podemos establecer valores aproximados para la región. En trigos de ciclo largo o intermedio-largo la densidad óptima buscada es de 250 y 350 plantas/m², con el objetivo de alcanzar entre 600 y 800 espigas/m². Cada espiga produce, en promedio, 15 espiguillas, con 3 a 5 granos por espiguilla, lo que da un total aproximado de 45 granos por espiga. Por otro lado, el peso de 1000 granos (PMG) generalmente supera los 40 gramos. En ciclos más cortos, el número de plantas óptimo se eleva a 400 plantas debido a que el número de macollos suele ser menor y el número de espigas debe ser el mismo.

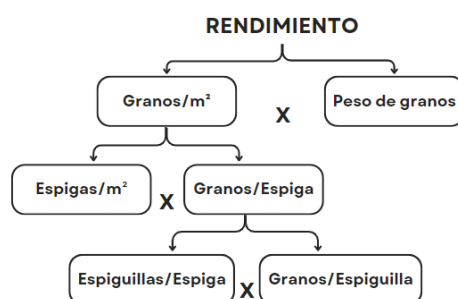


Figura 5. Componentes y subcomponentes numéricos de rendimiento.

Calidad del grano

La proteína en grano condiciona la comercialización del trigo para el productor y acopiador ya que incide en el precio del grano al formar parte del estándar de comercialización. Presenta bonificaciones y descuentos por encima o por debajo de la base de comercialización del 11% y con posibles complicaciones para su comercialización con proteína debajo de 8-9%.

Fischer (1993), trabajando en condiciones similares a esta situación, en ambientes con bajos niveles de nitrógeno en el suelo y sin deficiencias hídricas, observó que, al aumentar la disponibilidad de nitrógeno, inicialmente se produce una alta respuesta en rendimiento que diluye los niveles de proteína en grano. Sin embargo, a partir de cierto punto, la respuesta en rendimiento comienza a disminuir, y los niveles de proteína en el grano empiezan a aumentar, dado que el nitrógeno adicional no incrementa el rendimiento, sino que se concentra en los granos existentes, mejorando su contenido proteico.

Ciclo de cultivo y fecha de siembra

La elección del ciclo del cultivo (corto, intermedio o largo) y la fecha de siembra son claves para ubicar el periodo crítico (PC) del trigo en momentos de mejor oferta ambiental. El periodo crítico comprende el lapso que media desde 20 días pre-floración y 10 días post-floración (Abbate *et al.*, 1995; Fischer, 1985; Savin y Slafer 1991). En general, el rango de fechas de siembra oscila entre principio de mayo y principio de julio para cultivares de ciclo largo y entre la segunda quincena de junio y el principio de agosto para cultivares de ciclo más corto. Los cultivares de ciclo intermedio se ubican en fechas intermedias a las mencionadas para ciclo largos y cortos (Miralles y Col. 2014). Sin embargo, la información disponible respecto al comportamiento del trigo en Norpatagonia es escasa. La denominación ciclo “corto” o “largo” de los cultivares comerciales es en función a una determinada fecha de siembra y lugar geográfico (Slafer *et al.*, 2003).

Los rendimientos de trigo se encuentran estrechamente relacionados a las condiciones ambientales exploradas en el periodo crítico para la determinación del número de granos. En este lapso, la radiación se relaciona positivamente con el número de granos a través de su efecto sobre la tasa de crecimiento del cultivo, mientras que la temperatura lo hace negativamente, al acelerar la tasa de desarrollo y acortar el período (Slafer *et al.*, 2003).

La fecha de anátesis de trigo debe ubicarse entre fines de octubre y primeros días de noviembre, de modo de explorar un ambiente fototermal más favorable durante el periodo crítico, de esta forma se evitan daños por heladas a flores y granos recién cuajados, y también que el llenado de granos transcurra en períodos de alta probabilidad de ocurrencia de temperaturas y demanda hídrica elevadas, observados comúnmente en el mes de diciembre (Cerrota, 2024).

Requerimientos hídricos

Del análisis de la serie climática 2009-2019 para la localidad de General Conesa (Río Negro), se puede estimar que un trigo ciclo corto sembrado a principio de agosto tendrá un requerimiento hídrico potencial de uno 570 mm, con picos de demanda diarios que superan los 10 mm.día⁻¹ y teniendo el 10% de los días durante el periodo crítico del cultivo con demandas superiores a los 8,7 mm.día⁻¹. En trigos ciclo largo el requerimiento total aumenta alrededor de 100 mm es decir a 670 mm.día⁻¹ debido a una estación de crecimiento más larga (Peralta *et al.*, 2012).

Si consideramos una eficiencia de riego de los equipos de pivote central del 85-90%, debido a pérdidas por interferencia del canopeo o evaporación directa ante excesivas demandas, un cultivo de trigo ciclo corto debería estar disponiendo de unos 625 mm

mientras que uno de ciclo largo 740 mm de agua a lo largo de su ciclo para satisfacer sus requerimientos hídricos potenciales; además de que los equipos de riego tengan la capacidad de aplicar como mínimo unos 10 mm.día⁻¹ durante el periodo crítico del cultivo (Peralta y Simpfendörfer, 2001).

La ventaja para el trigo, a diferencia de los cultivos estivales, es que tiene más posibilidades de recibir precipitaciones, reduciendo eventualmente el presupuesto para riego.

Requerimientos nutricionales

Un cultivo de trigo de 10000 kg ha⁻¹, con 10-11% de proteína, absorbe aproximadamente 260-300 kg N. ha⁻¹ (Abbate y Andrade, 2015). En Norpatagonia se obtiene una respuesta positiva decreciente al incremento de la disponibilidad de N hasta los 380 kg ha⁻¹ de N, nivel a partir del cual la curva de respuesta llega al *plateau*, demostrando que dosis mayores de N no aumentan el rendimiento (Gutiérrez, 2022).

Las deficiencias de N en gramíneas como el trigo pueden generar una baja tasa de crecimiento y amarillamiento de las hojas, impactando negativamente en el rendimiento por diezmar la producción de biomasa y la captura de la radiación incidente. Por lo tanto, el N es un nutriente mineral clave para el crecimiento de los cultivos y es generalmente el que limita el rendimiento cuando el abastecimiento de agua es óptimo siendo vital asegurar su disponibilidad (Abbate, 2017).

Respecto a la nutrición fosforada, principal nutriente luego del nitrógeno, no se observa respuesta por encima de 15 ppm. Más allá de la falta de respuesta en rendimiento, la reposición del P vía fertilización se torna vital que su disponibilidad en el suelo no se vea deprimida y perjudique la performance de los cultivos de la rotación en el futuro. La aplicación de fósforo en estos planteos suele rondar los 50-70 kg de P (100-150 kg/ha con fosfato monoamónico (grado 11-23-0) y fosfato diamónico (grado 18-20-0) (Cerotta, 2024).

Existen numerosos productos que podrían mejorar la implantación y desarrollo del trigo, desde productos con Zn, bioestimulantes con cofactores de crecimiento, micronutrientes quelatados, hasta biológicos que aportan organismos benéficos como *Bacillus* o *Azospirillum*, algunos combinando nutrientes y microorganismos (Palmero *et al.*, 2020; Espósito *et al.*, 2011; Curtin *et al.*, 2008). El mercado de productos formulados a base de micronutrientes, biológicos y bioestimulantes para aplicar a la semilla o en la línea de siembra es amplio. Las empresas a veces compiten con productos similares, diferenciándose en formulación o composición, y en otros casos lanzan productos novedosos con bases fisiológicas únicas. En Norpatagonia, generalmente se cubren las necesidades de agua, N y P de los cultivos, por lo que es esperable una significativa

respuesta a este tipo de productos. La respuesta del trigo al Zn ya fue reportada en trabajos anteriores (IAR VINPA, 2023).

Por otro lado, sin deficiencias hídricas o nutricionales, el arreglo espacial se torna otro factor de manejo clave para maximizar la captura de los recursos. En general, el ajuste en el distanciamiento entre hileras se encuentra limitado por la maquinaria disponible en cada campo, por lo que el foco estratégico debe orientarse al ajuste de la densidad de plantas, la cual dependerá a su vez del ciclo, la fecha de siembra y la capacidad de macollaje del cultivar (Kruk y Satorre; 2003). En VINPA se utiliza una densidad de 250-350 pl.m⁻² para los ciclos largos, mientras que en ciclos cortos se aumenta a 400 pl.m⁻².

Adversidades bióticas en Norpatagonia

La roya amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) es una de las enfermedades más importantes que afecta al trigo en Norpatagonia debido a condiciones climáticas frescas y húmedas durante parte del ciclo del cultivo, lo cual proporciona un ambiente favorable para el desarrollo y propagación de este hongo biótrofo. Ataca principalmente las hojas del trigo, formando pústulas amarillas en líneas, lo que reduce la capacidad fotosintética de la planta y el rendimiento del cultivo (AAPRESID, 2024).

El control es crucial, ya que las pérdidas de rendimiento pueden ser significativas si no se maneja adecuadamente. La enfermedad puede generar una reducción del peso de los granos y afectar la calidad del producto final. Además, el impacto económico de esta enfermedad se extiende más allá del campo, afectando la rentabilidad por el aumento de los costos de producción debido a la necesidad de recurrir a aplicaciones repetidas de fungicidas.

Es aquí donde el manejo integrado de la roya amarilla incluye la selección de cultivares tolerantes, aspecto clave para prevenir brotes en la región. Además, el monitoreo constante de los cultivos y la aplicación oportuna de fungicidas también son estrategias fundamentales para mantener los niveles de infección bajo control.

Un daño adicional es el causado por aves migratorias conocidas como avutardas (*Chloephaga picta*), presente en los meses de invierno en todo el valle del Río Negro. Esta especie nidifica anualmente en el sur de la Patagonia (Argentina y Chile) entre septiembre y abril, luego migra hacia Norpatagonia y el sur de Buenos Aires para invernar entre mayo y agosto. Se han realizado estudios sobre el impacto de la avutarda en los cultivos, principalmente en cereales de invierno, los cuales indican que no afectan negativamente el rendimiento, incluso se menciona que el pastoreo en cultivos de trigo podría favorecer el macollaje (Petracci *et al.*, 2016).

Sin embargo, en algunos campos de Chacra VINPA, la presión de pastoreo es considerable, con bandadas que pueden llegar a miles de individuos (figura 6). Esto podría estar afectando el rendimiento final de los cultivos de trigo, especialmente en cultivares de ciclo largo, muy utilizadas en la región. Por lo tanto, para mitigar este problema se está evaluando sembrar cultivares de trigo de ciclo corto, evitando así el periodo de mayor presencia del ave (AAPRESID 2024).



Figura 6. Avutardas (*Chloephaga sp.*), en PV3 Kaitaco, próximo a la siembra de trigo.

El trigo se posiciona como un componente fundamental para los sistemas de producción Norpatagónicos. Sin embargo, hasta ahora, existe poca experimentación con el cultivo bajo riego en la región. La falta de un punto de evaluación de la Red de Ensayos de Trigo (RET) en la zona dificulta la obtención de información sobre el rendimiento y comportamiento sanitario de los cultivares actuales. Es por esto que el conocimiento se basa en datos de regiones más productivas y en experimentos de productores locales. Por todo lo mencionado, se plantean los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

Objetivo general

Generar información sobre el cultivo de trigo para la región Norpatagónica.

Objetivos específicos

- ✓ Evaluar el potencial de rendimiento de diferentes cultivares comerciales.
- ✓ Evaluar la respuesta del cultivo a productos comerciales en base a micronutrientes, bioestimulantes y biológicos aplicados a semilla.
- ✓ Evaluar el efecto del pastoreo de Avutarda sobre el cultivo.

Objetivos de formación

- ✓ Integrar los conocimientos teóricos en situaciones prácticas de trabajo
- ✓ Desarrollar habilidades clave para el ejercicio profesional

- ✓ Fomentar la capacidad de planificación estratégica
- ✓ Construir relaciones con profesionales, personal de campo y otros actores entendiendo sus preocupaciones y formas de trabajo
- ✓ Consolidar el trabajo en equipo

METODOLOGIA Y EXPERIENCIA ADQUIRIDA

Áreas de trabajo

Establecimiento El Carbón (AEC): ubicado en el valle inferior del Río Negro (40°41'54"S 63°08'08"O), partido de Carmen de Patagones a 16 km de dicha ciudad (Provincia de Buenos Aires) (Figura 7)



Figura 7. El Carbón (área dentro del perímetro amarillo). Oficina (pin rojo). Pívor 18W (pin amarillo). Estación de bombeo (pin celeste). Camino desde C Patagones a AEC (trazado rojo). (Google earth).

Establecimiento Kaitaco (Ka): Ubicado en Valle medio de Río Negro (39°54'15"S 64°53'09"O), partido de General Conesa a 50 km de dicha ciudad (Provincia de Río Negro) (Figura 8).



Figura 8. Kaitaco (área dentro del perímetro amarillo). Oficina (pin rojo). Pívor 3 (pin amarillo). Río Negro (trazado celeste). Camino desde Gral. Conesa a Kaitaco (trazado rojo). (Google earth).

Modalidad de trabajo

Como parte del ciclo profesional para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Nacional del Sur, realicé una práctica profesional supervisada (PPS) durante la campaña de fina 2023-2024 en dos establecimientos pertenecientes al sistema Chacra VINPA de AAPRESID. La práctica se desarrolló entre junio y diciembre de 2023, con visitas intersemanales. En este periodo, participé en actividades para validar mis conocimientos, enfocadas en la producción de trigo bajo riego por pivote central. Las tareas incluyen la evaluación fenológica, sanitaria, hídrica y nutricional de los cultivos, así como ensayos comparativos de rendimientos y de respuesta a micronutrientes y bioestimulantes en semillas de trigo. La supervisión estuvo a cargo del Ing. Agr. Dr. Alfonso Cerrotta, responsable Técnico de Desarrollo de la Chacra VINPA.

Actividades realizadas

Para comprender mejor este apartado los ensayos se dividirán en:

- evaluación de germoplasma (ciclo largo y ciclo intermedio-corto)
- evaluación de insumos a semilla
- evaluación de daño por pastoreo de Avutarda

Evaluación de germoplasma

- Comparar cultivares de ciclo largo, intermedio y corto pertenecientes a diferentes criaderos bajo planteos de alta tecnología.

a. Evaluación de cultivares de ciclo largo en microparcels

Los sitios de estudio para los ensayos comparativos de rendimiento en microparcels fueron el pívor 18W del Establecimiento El Carbón (AEC) y el Pívor 3 del Establecimiento Kaitaco (Figuras 8 y 9).

Las parcelas fueron de 1,4 m x 4m de largo (7 surcos distanciados a 20 cm) en un diseño experimental de bloques completamente al azar con 3 repeticiones, dispuestos en forma concéntrica al centro del pívot.

La siembra para la evaluación de cultivares de ciclo largo (Tabla 1) se realizó en el periodo comprendido entre el 14 y 20 de junio de 2023, con una sembradora manual monosurco de arrastre marca "Powell" (Figura 9). La densidad de siembra fue de 350 pl/m² con una distancia entre surcos de 20 cm. La semilla fue curada con Vibrance Integral y se le aplicó Zn. Al momento de la siembra se fertilizó con 150 kg de MAP para luego aplicar 450 kg de urea.ha⁻¹ en macollaje. En ambos ensayos se aplicó lambdacialotrina CS 25% para control de isoca y en El Carbón también se aplicó fungicida *Cripton Xpro* cuyos principios activos son bixafen, protioconazole y trifloxistrobina, para el control de roya amarilla.

Durante el ciclo del cultivo se registró la fenología según la escala de Zadoks (Zadoks *et al.*, 1973) (Tabla 2) y complementario a esta, en El Carbón, se realizó una evaluación de comportamiento frente a roya amarilla de los distintos cultivares bajo estudio.

La cosecha se realizó manualmente con dos réplicas de 0,5 m de surcos enfrentados (0,2m²) en cada parcela, donde se registró en cada una el número de espigas cosechadas. Estas muestras fueron trilladas con la trilladora experimental (Figura 10) del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur (UNS), luego se pesó cada muestra y se determinó el peso de 1000 granos (P1000). Se midió humedad del grano y se corrigió el rendimiento a una humedad de 12,5%.

Los datos se analizaron mediante el análisis de la varianza (ANOVA) con interacción y repeticiones de bloques anidados dentro del factor sitio. Una buena forma de evaluar el desempeño de los materiales es mediante un modelo multiplicativo AMMI, ampliamente utilizado para interpretar los efectos de la interacción genotipo-ambiente en estudios agronómicos. Combina los efectos aditivos de los genotipos y ambientes con la descomposición de la interacción GxA mediante análisis de componentes principales (Gauch, 1992). Se llevó a cabo un análisis de componentes principales para evaluar el efecto genotipo y ambiente. Todos los análisis se llevaron a cabo con el software estadístico Infogen®.

Tabla 1. Cultivares sembrados en microparcelas en ambos sitios.

Variedades	Criadero	Ciclo según ficha	Requerimiento de frío
ACA 308	ACA	Largo	bajo
Fresno	ACA	Largo	bajo
Timbo	Bioceres	Largo	alto
Laurel	Bioceres	Intermedio- largo	bajo
Traful	Bioceres HB4	Largo-intermedio	bajo
SY 109	Buck	Intermedio- largo	bajo
IS Tero	Illinois	Intermedio- largo	bajo
Klein Extremo	Klein	Intermedio- largo	alto (sensible a fotop)
MS INTA 119	Macroseed (LDC)- INTA	Largo	bajo-medio
Baguette 620	Nidera	Intermedio	medio-bajo
Baguette 802	Nidera	Largo	alto
Baguette 820	Nidera	Largo	alto



Figura 9. Sembradora monosurco de arrastre marca "Powell".

Tabla 2. Fases de desarrollo del trigo según la escala decimal de Zadoks (Z0.0 a Z9.9)

Etapa	DESCRIPCIÓN	Sub-fase	Etapa	DESCRIPCIÓN	Sub-fase
0	Germinación	0.0 - 0.9	5	Espigado	5.0 - 5.9
1	Producción de hojas TP	1.0 - 1.9	6	Antesis	6.0 - 6.9
2	Producción de macollos	2.0 - 2.9	7	Estado lechoso del grano	7.0 - 7.9
3	Producción de nudos TP (encañado)	3.0 - 3.9	8	Estado pastoso del grano	8.0 - 8.9
4	Vaina engrosada	4.0 - 4.9	9	Madurez	9.0 - 9.9

TP = tallo principal

Según J.C. Zadoks, T.T. Chang y C.F.



Figura 10. Trilladora experimental perteneciente al Departamento de Agronomía (UNS).

Resultados obtenidos

El rendimiento promedio de los ensayos fue de 7550 kg ha⁻¹, en el establecimiento El Carbón fue de 8013 kg ha⁻¹ y en Kaitaco de 6866 kg ha⁻¹.

Los rendimientos variaron desde un máximo de 11400 kg ha⁻¹ hasta un mínimo de 1500 kg ha⁻¹. Se observó un coeficiente de variación del 17%, superior al límite aceptable del 15% para ensayos oficiales de la RET, aunque es razonable para un estudio sin maquinaria experimental especializada.

Al analizar los rendimientos promedio por ambiente y el promedio general, los mejores materiales identificados fueron *SY 109*, *ACA 308*, *Fresno* y *Baguette 802*. Este último, aunque es el cultivar más utilizado en la región, ocupó el segundo lugar en El Carbón y el sexto en Kaitaco. Algunos cultivares como *Laurel* y *MS INTA*, mostraron un comportamiento diferencial entre sitios, arrojando un rendimiento superior en *Kaitaco*, a diferencia de la mayoría, siendo El Carbón el ambiente más productivo en términos generales (Figura 11).

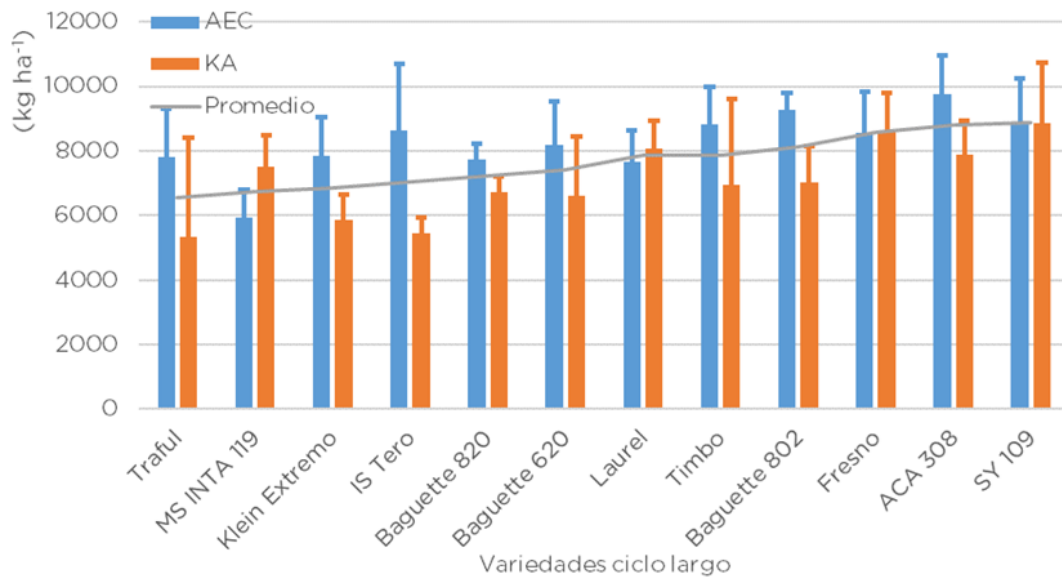


Figura 11. Rendimiento de cultivares por sitio y el promedio entre sitios del ensayo en microparcels.

En este caso, el estudio se realizó en solo 2 ambientes por lo que las interpretaciones son sencillas. En la figura 12 se puede observar conjuntamente el rendimiento promedio de los cultivares con un indicador gráfico de estabilidad. Cuanto más alejados de la recta $y=0$, presentan mayor inestabilidad y viceversa. De esta forma, el cultivar más estable fue el *Baguette 820*, pero con un rinde menor al promedio del ensayo.

Dentro de los cultivares más productivos, *ACA 308* fue el que más rindió, con aceptable estabilidad comparado al resto de los materiales y con cierta adaptación específica al ambiente AEC. Después continúan *SY 109* y *Fresno* (350 kg menos) con similar estabilidad, ambos con tendencia a un mejor comportamiento en Ka. En cuarto lugar, se encuentra *B802* con 660 kg menos de rinde y algo más inestable que los 3 genotipos superiores, teniendo un mejor desempeño en AEC.

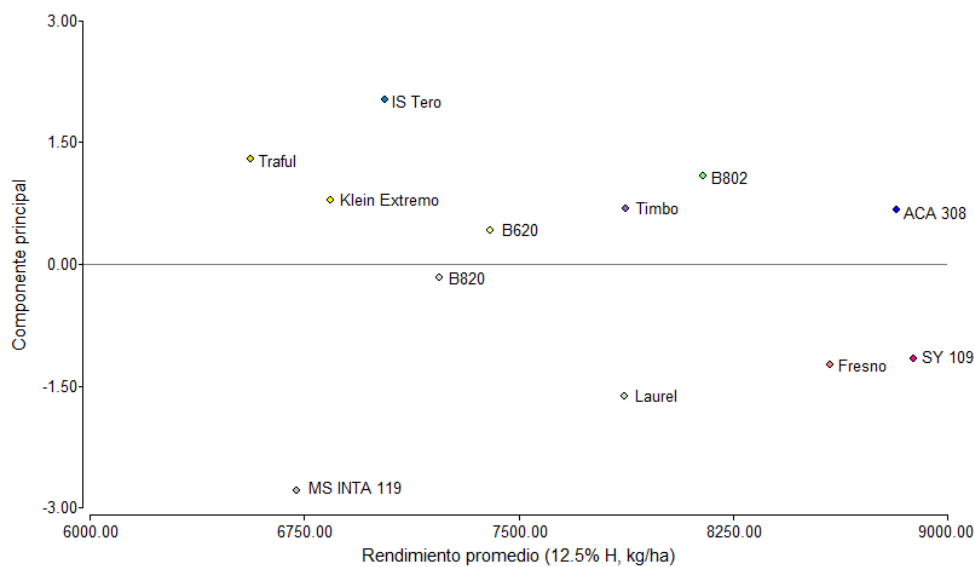


Figura 12. Biplot del modelo aditivo-multiplicativo del ensayo de cultivares en dos sitios.

El análisis del P1000 y el número de granos por espiga mostró un efecto significativo del genotipo, del sitio y de su interacción. El P1000 más alto fue el alcanzado por el cultivar *Fresno*, con un promedio de 46 g.

Cada cultivar presentó una estructura de rendimiento particular. Por ejemplo, *Traful* produjo pocos granos por unidad de superficie, pero con un alto P1000. Timbó generó una gran cantidad de granos, pero de bajo peso. *ACA 308* presentó un equilibrio, con alto P1000 y alto número de granos por espiga. (Figura 13)

Esto demuestra la variabilidad en la estructuración de rendimiento entre los cultivares analizados.

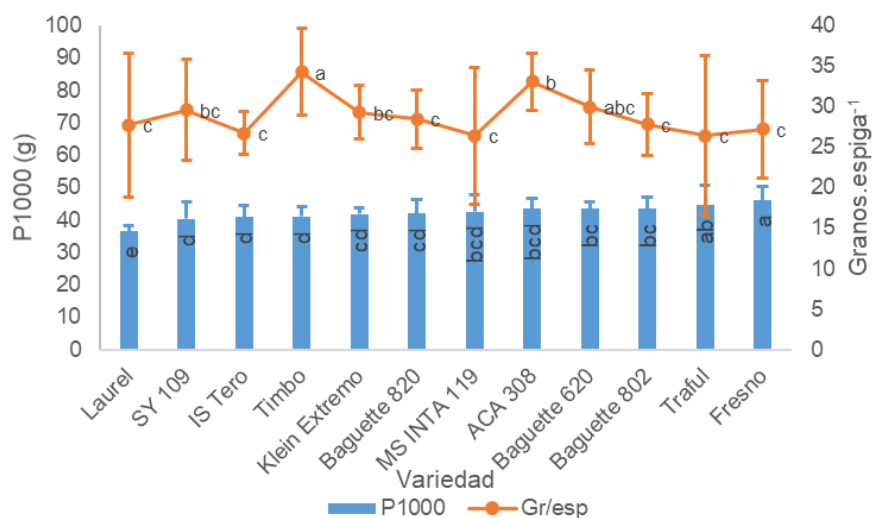


Figura 13. Peso de 1000 y granos por espiga promedio para los cultivares evaluados en el ensayo de microparcelas en dos sitios. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

El número de granos por m^2 no tuvo un efecto significativo del ambiente, pero sí del genotipo y de la interacción genotipo x ambiente. El valor promedio del ensayo fue de 17.500 granos por m^2 , y los cultivares *SY 109* y *Laurel* promediaron los 22.000 granos por m^2 de manera estable entre ambientes, valores relativamente bajos para el potencial productivos de la zona. A pesar de fijar una buena cantidad de granos, *Laurel* presenta un P1000 bajo, que no llegó a los 37 g y el bajo número de granos por espiga indica que el componente de rendimiento que se destacó fue el número de espigas por m^2 (Figura 14). El material *ACA 308* generó 23 mil granos por m^2 en AEC y 16 mil en Ka, donde la falta de granos fue compensada por un elevado P1000 que superó los 46 g. Algo similar ocurrió con *MS INTA 119* que en AEC generó menos de 13 mil granos y el P1000 estuvo cerca de los 46 g.

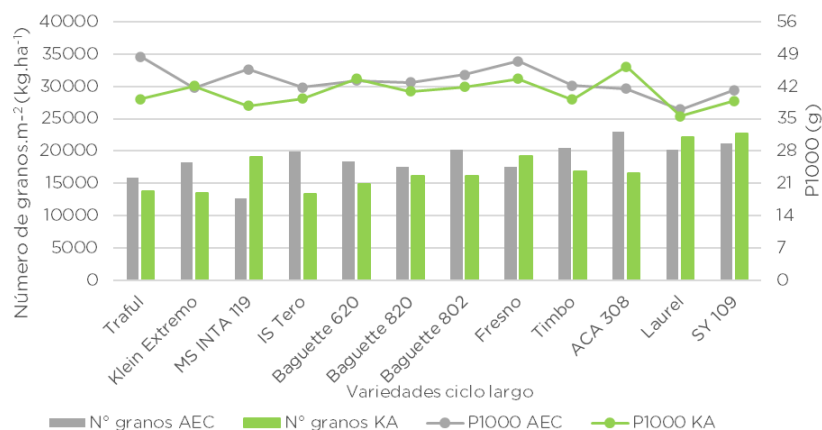


Figura 14. P1000 y numero de granos por m² promedio de los cultivares evaluados en el ensayo de microparcelas en dos sitios.

Los materiales que presentaron la mejor combinación de P1000 y número de granos fueron *Fresno*, *ACA 308* y *Baguette 802*. Por su parte, *SY 109* fue el de mayor número de granos, pero con un P1000 algo menor que el promedio (Figura 15).

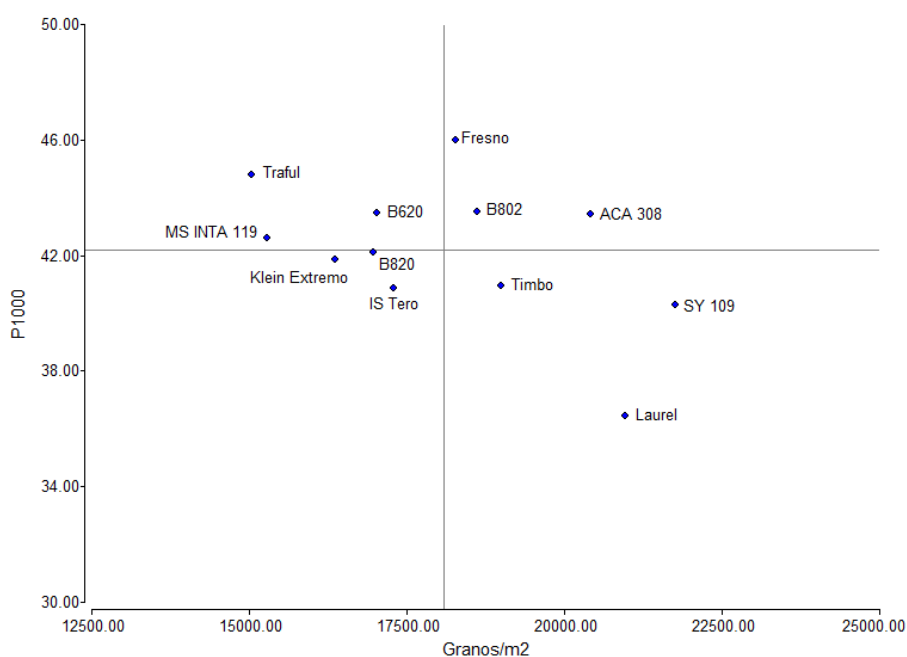


Figura 15. Gráfico de dispersión de los granos por m² versus P1000 promedio de los cultivares en el ensayo de microparcelas en dos sitios.

Se encontraron diferencias en la fenología de los cultivares, que en algunos casos no fueron lineales a medida que avanzaba el ciclo del cultivo. Hubo una diferencia de fenología entre los dos ambientes que coincidió con los 7 días de diferencia en la fecha de siembra de los ensayos. En Kaitaco, la siembra fue más temprana y el inicio de encañazón fue 2 o 3 días más temprana que en El Carbón; la espigazón (Z55, 50% de espigas emergidas) y madurez fisiológica ocurrieron en promedio 5 días antes en Kaitaco. En El Carbón, el inicio de encañazón se dio entre el 25 y 30 de septiembre

dependiendo del genotipo, mientras que en Kaitaco se produjo en promedio 2 o 3 días antes. La espigazón se produjo del 30 de octubre al 10 de noviembre en El Carbón, y entre el 28 de octubre y 8 de noviembre en Kaitaco (Tabla 4).

El periodo libre de heladas (PLH) con un 10% de probabilidad de ocurrencia inicia el 29 y 27 de octubre para Viedma y Conesa, respectivamente (Gutiérrez, 2022), por lo que el estadio Z55 en todas los cultivares ocurrió dentro del período libre de heladas. Sin embargo, los cultivares *Klein Extremo* y *Laurel* en Kaitaco y *Traful* en El Carbón espigaron cerca del límite del PLH. La madurez fisiológica en El Carbón fue entre el 20 y el 25 de diciembre, mientras que en Kaitaco esta etapa se alcanzó entre el 15 y el 20 del mismo mes. *Traful*, *Laurel* y *B620* fueron los cultivares más precoces, dado por un ciclo algo más corto que el resto de los materiales y ninguna de ellas lideró el ranking de rendimiento. Por el contrario, *SY 109*, *Fresno*, *ACA 308*, *Baguette 802* y *B820* fueron las de ciclo más largo y las que mostraron los mayores rindes.

Tabla 4. Fecha de plena espigazón (Z55, 50% de espigas emergidas) de los cultivares de ciclo intermedio/largo sembradas en junio en Kaitaco (KA) y El Carbón (AEC).

	Fecha Z55	
	AEC	KA
Aca 308	07-nov	03-nov
B620	06-nov	02-nov
B802	09-nov	04-nov
B820	09-nov	04-nov
Fresno	09-nov	05-nov
Klein Extremo	04-nov	29-oct
Laurel	02-nov	28-oct
MS INTA 119	10-nov	08-nov
SY 109	09-nov	05-nov
Tero	06-nov	02-nov
Timbo	08-nov	02-nov
Traful	30-oct	02-nov

La presencia de roya amarilla en encañazón a nivel de lote y a nivel de parcelas en el sitio de ensayo de El Carbón permitió hacer una caracterización *in situ* de la susceptibilidad de los cultivares (Tabla 5). Los cultivares que mostraron mayor susceptibilidad fueron *Baguette 802* y *620*, mientras que *Klein Extremo* y *Timbo* tuvieron muy bajos niveles de severidad. En el resto de los cultivares no hubo incidencia y el buen comportamiento de *Baguette 820* es muy relevante ya que empieza a reemplazar en parte al *Baguette 802* en una buena parte sur del área triguera.

Tabla 5. Caracterización morfológica e índice de incidencia de roya amarilla de los cultivares evaluadas en el ensayo de microparcels en dos sitios.

Variedad	Altura (cm)	Largo de Esp (cm)	N°Esp	Gr/esp	Fito	Susc. Roya (1-10)
Fresno	85	9	17	3.2		1
Traful	70	7.5	15	3.3	Si	2
Timbo	80	7.8	17	3.5		3
IS Tero	70	6.5	13	3		2
Baguette 820	80	6.5	13	3.1	Si	1
MS INTA 119	80	7.7	13	3	Si	1
Laurel	70	6.5	14	2.8		2
Baguette 620	90	6.6	15	3.2		8
Baguette 802	90	7.3	15	3.2		7
ACA 308	75	9	17	3.6		1
SY 109	80	7	17	3.1	Si	2
Klein Extremo	90	7.4	15	2.9		3.5

b. Evaluación de cultivares de ciclo intermedio y corto en microparcels

En el Pivot 3 (Pv3) del establecimiento Kaitaco (Gral Conesa, Rio Negro) se agregó un ensayo con cultivares de ciclo intermedio y corto (Tabla 6). La fecha de siembra fue el 26 de julio 2023, con una densidad de plantas de 400 pl m⁻² y siguiendo el mismo protocolo ya mencionado para los cultivares de ciclo largo.

Tabla 6. cultivares sembrados en Kaitaco (Conesa), ciclo intermedio y corto.

	Variedades	Criadero	Ciclo según ficha	Requerimiento de frío
Ciclo Intermedio	Laurel	Bioceres	Intermedio- largo	bajo
	IS Tero	Illinois	Intermedio- largo	bajo
	Baguette 620	Nidera	Intermedio	medio-bajo
	Pretal	Buck	Intermedio	bajo
	ACA 502	ACA	Intermedio	bajo
	Leyenda	Klein	Intermedio	medio-alto (Resp. a fotop)
Ciclo corto	ACA 917	ACA	Corto	bajo
	Picazo	Limagrain	Corto	bajo
	Zaino	Limagrain	Corto	bajo
	Bio 1008	Bioceres	Corto	bajo

Entre los años 1970 y 2000, en los programas de mejora locales predominaba el germoplasma mexicano y el rendimiento de los trigos de ciclo corto superaba a los ciclos largos. Sin embargo, a partir de los años 2000, con la irrupción de germoplasma francés en casi todos programas de mejora, el rendimiento de grano de cultivares de ciclo largo modernos superó al potencial de cultivares de ciclo corto (Abbate, 2021).

Resultados obtenidos

La evaluación de cultivares de ciclo corto e intermedio con siembra de fin de julio tuvo un efecto positivo en evitar el daño masivo y repetitivo de avutarda que se produce año a año en la zona del valle. Los rendimientos promedio entre de los ciclos intermedios fue de 8063 kg ha⁻¹ y entre los ciclos cortos fue de 8940 kg ha⁻¹, diferencia altamente significativa si se analiza el ciclo como factor principal y muy superior al rendimiento promedio de los ciclos largos que fue de 7550 kg ha⁻¹. No se encontraron diferencias significativas entre cultivares de cada uno de los ciclos, por lo que la gran diferencia en

rendimiento se obtuvo entre ciclos asociados a esa misma fecha de siembra, independientemente del genotipo. Esto sugiere que la fecha de siembra del 26 de julio es demasiado tardía para los materiales de ciclo intermedio, pero fechas más tempranas eliminarían la ventaja comparativa de evitar el daño de avutarda. Además, se estaría corriendo el riesgo de heladas tardías en antesis, y se encontrarían en una situación similar a la descrita para los cultivares de ciclo intermedio-largo, donde los niveles de rendimiento fueron significativamente inferiores. Entre los ciclos cortos se destacó *Picazo*, con unos 600 kg por encima de *Zaino* y *Bio 1008*, y entre los intermedios *Buck Pretal* lideró con casi 600 kg por sobre *IS Tero* y *ACA 502*, que se encontraron en un segundo escalón (Figura 16).

Entre los cultivares de ciclo corto, la más precoz fue *Bio 1008* seguida por *Picazo*, las cuales espigaron (Z55) el 2 de noviembre y llegaron a madurez el alrededor del 15 de diciembre. Entre los trigos de ciclo intermedio, *Pretal* y *ACA 502* fueron los más precoces y también los de mayor rendimiento, llegando a espigazón el 5 de noviembre y a madurez el 20 de diciembre.

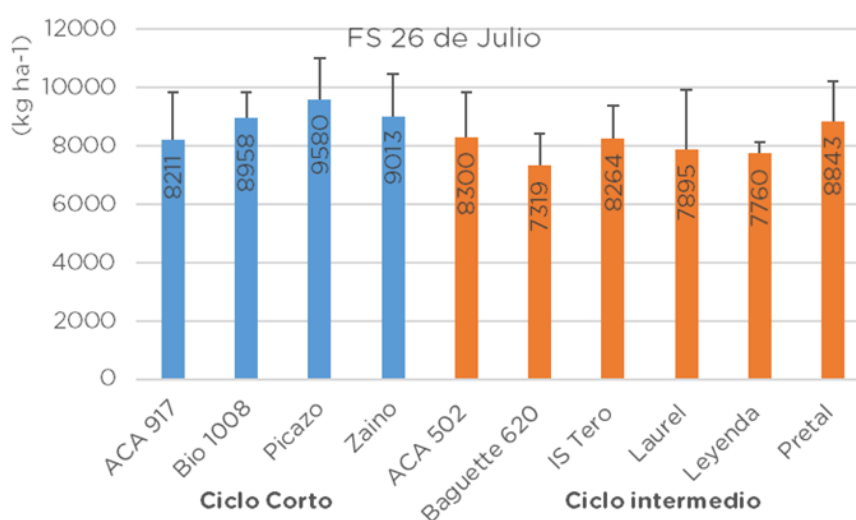


Figura 16. Rendimiento de los cultivares de ciclo intermedio y corto evaluadas en el ensayo de microparcelas en Kaitaco.

El cultivar tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre el P1000 y el número de granos por espiga, indicando un gran componente genético en estas variables. Los cultivares de ciclo intermedio y corto evaluadas en la fecha de siembra de julio presentaron diferente estructura de rendimiento. Algunas como *Bio 1008* y *Picazo* se caracterizaron por espigas pequeñas y P1000 elevados (Figura 17). Por el contrario, cultivares como *Zaino* y *ACA 502* tuvieron un alto número de granos por espiga y un P1000 reducido. En ambos casos se obtuvieron rendimientos elevados, como *Picazo* y *Zaino*, por ejemplo.

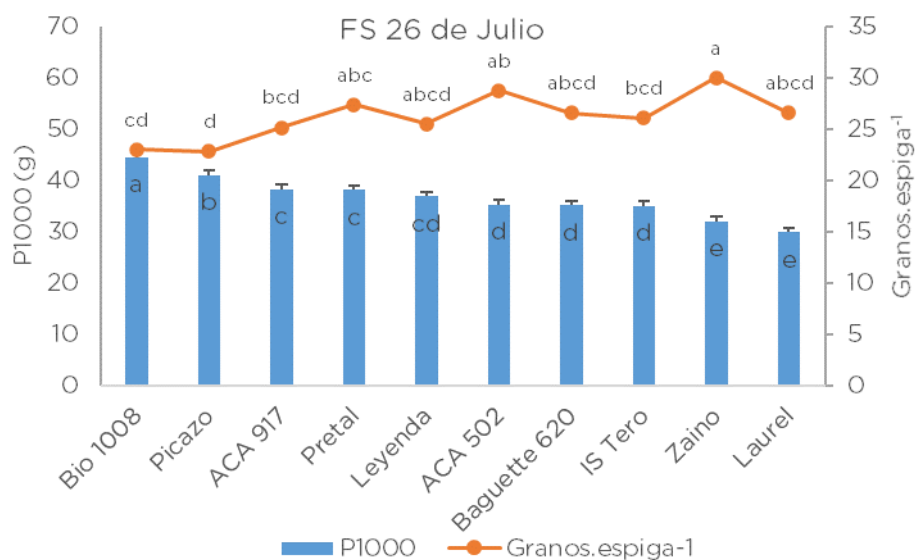


Figura 17. Granos por espiga y P1000 los cultivares de ciclo intermedio y corto evaluadas en el ensayo de microparcels en Kaitaco. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

El número de granos por m^2 difirió significativamente entre cultivares, con valores promedio desde más de 27000 granos para Zaino hasta 19500 granos para *Bio 1008* (Figura 18), marcando una gran diferencia de estructura de rinde entre ellos, pero con un nivel de rendimiento similar.

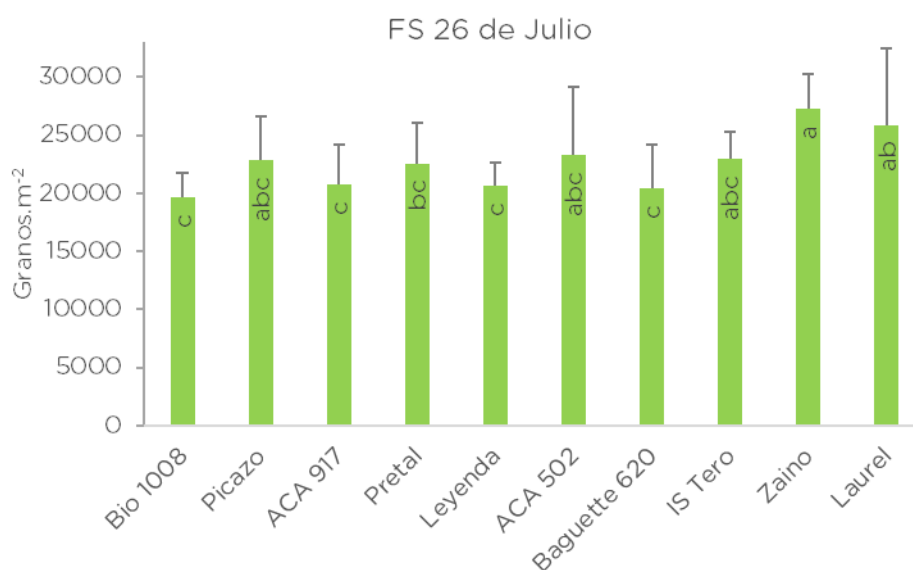


Figura 18. Granos por m^2 de los cultivares de ciclo intermedio y corto evaluadas en el ensayo de microparcels en Kaitaco. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Caracterización climática de la campaña

Carmen de Patagones

La campaña 2023-24 en Patagones fue relativamente más seca en comparación con el promedio de las últimas seis campañas, exceptuando la segunda quincena de diciembre, donde se registraron precipitaciones destacadas. A su vez se observó la erraticidad característica de la zona. Si se excluyen las precipitaciones puntuales de

mediados de diciembre, el acumulado total durante el ciclo del cultivo fue de 180 mm, es decir, 55 mm por debajo del promedio histórico. Las temperaturas se mantuvieron en valores similares al promedio histórico, aunque la primavera registró valores ligeramente más bajos (Figura 19).

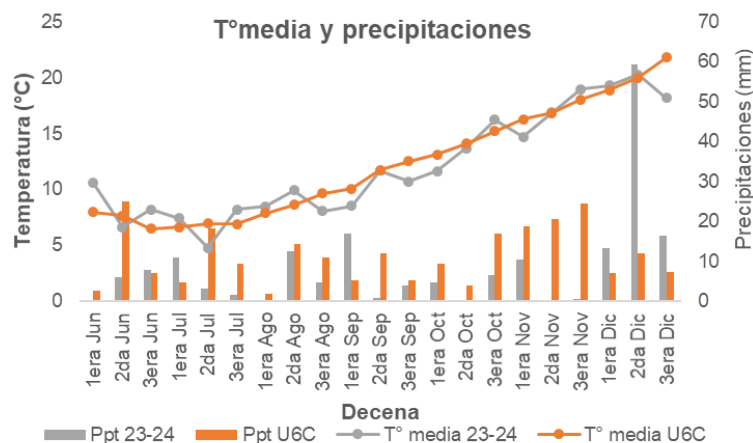


Figura 19. Temperaturas mínima y máxima promedio de cada decena de Carmen de Patagones para la campaña de fina 23-24 y el promedio de las últimas seis campañas.

Los niveles de radiación incidente durante la campaña fueron en general similares a los de las últimas seis campañas, con algunas decenas ligeramente por encima o por debajo de la media. En la tercera decena de octubre se observó un nivel de radiación inferior al promedio, coincidiendo con temperaturas superiores a la media histórica. En contraste, en noviembre la radiación fue elevada, especialmente durante la segunda decena. La evapotranspiración se mantuvo en niveles cercanos al promedio durante gran parte del ciclo del cultivo. Sin embargo, noviembre fue un mes particularmente exigente en términos hídricos, con una demanda de evapotranspiración superior al promedio histórico (Figura 20).

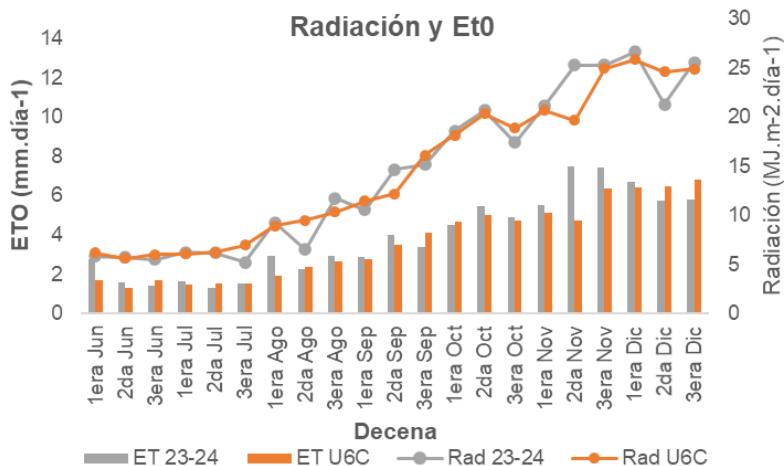


Figura 20. ET0 (barras) y radiación (líneas) de Carmen de Patagones para la campaña de fina 23-24 y el promedio de las últimas seis campañas.

El cociente fototermal (Q) expresa la cantidad de radiación incidente por unidad de tiempo térmico y es un indicador de la productividad de un ambiente (Andrade *et al.*, 1996). El Q promedio durante el periodo crítico del trigo en la campaña 23-24 fue de 1,96, superior al promedio de las últimas seis campañas (1,8) y al Q de la campaña 19-20 (1,83), que tuvo rendimientos récords. Sin embargo, durante la tercera decena de octubre, el Q fue bajo, coincidiendo una baja radiación y altas temperaturas en el momento crítico de elongación y desarrollo ontogénico de espiguillas. Posteriormente, luego de la antesis, el inicio de llenado de grano presentó un Q elevado (superior a 2) (Figura 21).

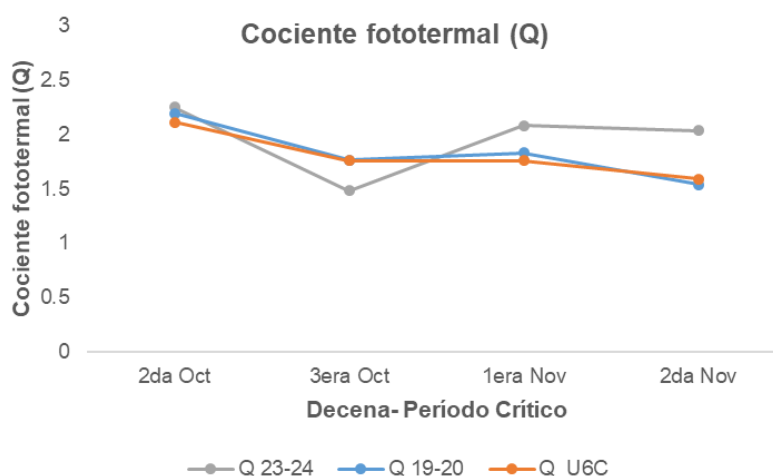


Figura 21. Cociente fototermal del período crítico de trigo de Carmen de Patagones para la campaña de fina 23-24, la campaña 19-20 y el promedio de las últimas seis campañas. Temperatura base trigo: 4.5°C.

General Conesa

La campaña fue más lluviosa que el promedio de las últimas 10 campañas. Sin embargo, al excluir la tormenta puntual de mediados de diciembre que registró 70 mm pero no influyó sobre el cultivo, la campaña presentó 30 mm menos de lluvia que el promedio. Además, los meses de septiembre y octubre fueron particularmente secos. Un evento de granizo ocurrido el 6 de diciembre provocó pérdidas del 90-95% en algunos lotes de trigo en la etapa de llenado, y causó daños totales en lotes de cultivos de gruesa en fase vegetativa. En cuanto a la helada registrada el 3 de diciembre en otras localidades, en Conesa no causó daños graves, ya que el llenado de grano estaba avanzado. Las temperaturas fueron erráticas, con períodos por encima y por debajo de la media de las últimas 10 campañas (Figura 22).

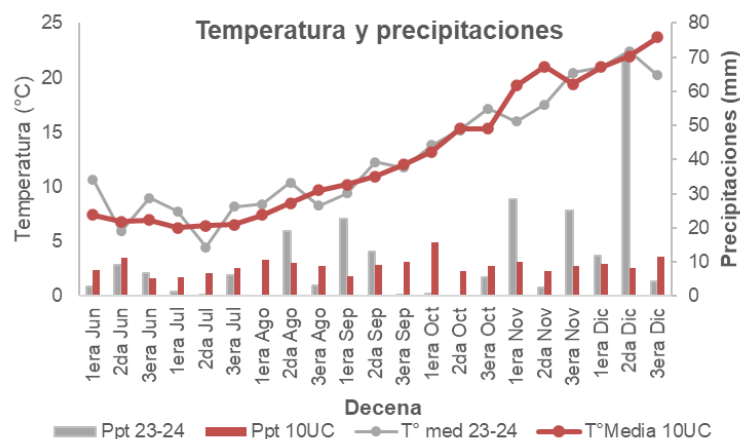


Figura 22. Temperatura media (líneas) y precipitaciones (barras) de Conesa para la campaña de fina 23-24 y el promedio de las últimas 10 campañas.

Los niveles de radiación en Conesa fueron superiores a los registrados en Patagones, aunque compartieron la misma tendencia y noviembre se marcó como un mes de alto nivel de radiación para ambas localidades (Figura 23). Las dos localidades registraron una baja radiación en la tercera decena de octubre debiéndose a sucesivos días nublados en toda la zona del valle, aunque no coincidió con niveles significativos de precipitaciones. Siendo que durante esa decena adicionalmente se dieron elevadas temperaturas, el cociente fototermal cayó a mínimos dentro del período crítico del cultivo (Figura 24). El cociente fototermal se relaciona con la tasa de acumulación de MS (o crecimiento) y en ese momento del ciclo, la planta de trigo se encuentra en plena diferenciación de primordios florales, por lo que ciertamente pudo haber condicionado el rendimiento final de los cultivos. Durante la tercera decena de octubre, el cociente Q en Patagones fue el menor de las dos localidades (Figura 24).

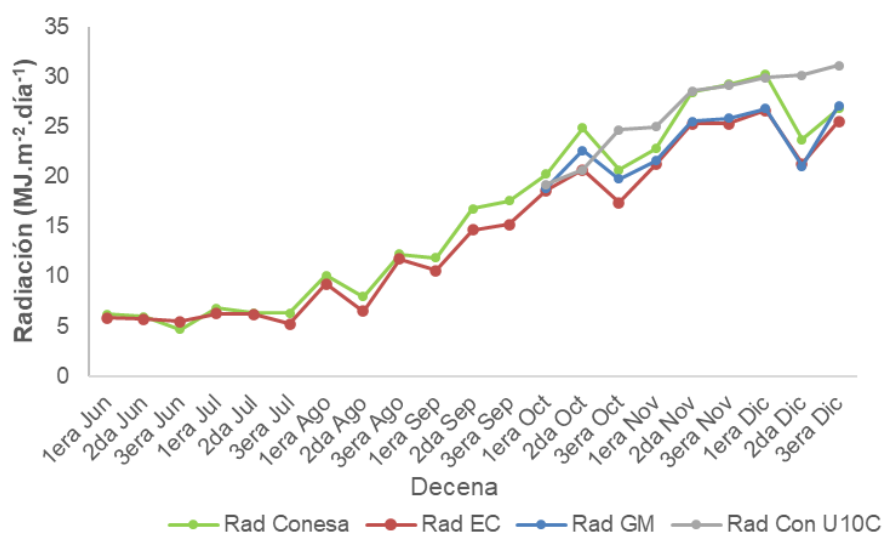


Figura 23. Radiación de la campaña 23-24 para las localidades de Conesa, Patagones y el promedio de las últimas 10 campañas de Conesa.

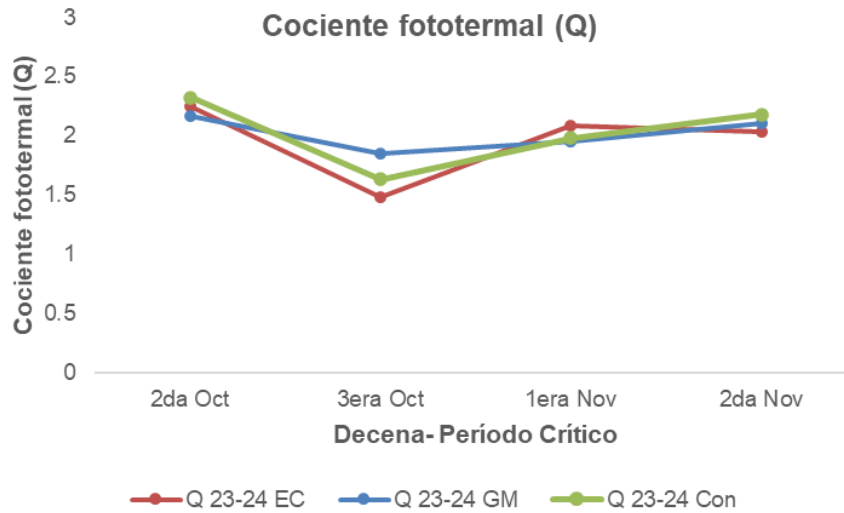


Figura 24. Cociente fototermal del período crítico de trigo en la campaña 23-24 en las localidades de Conesa y Carmen de Patagones. Temperatura base trigo: 4.5°C.

Balance hídrico

La evolución del agua útil en la zona de influencia radicular y el umbral de estrés del cultivo en ambos ambientes puede observarse en la figura 25.

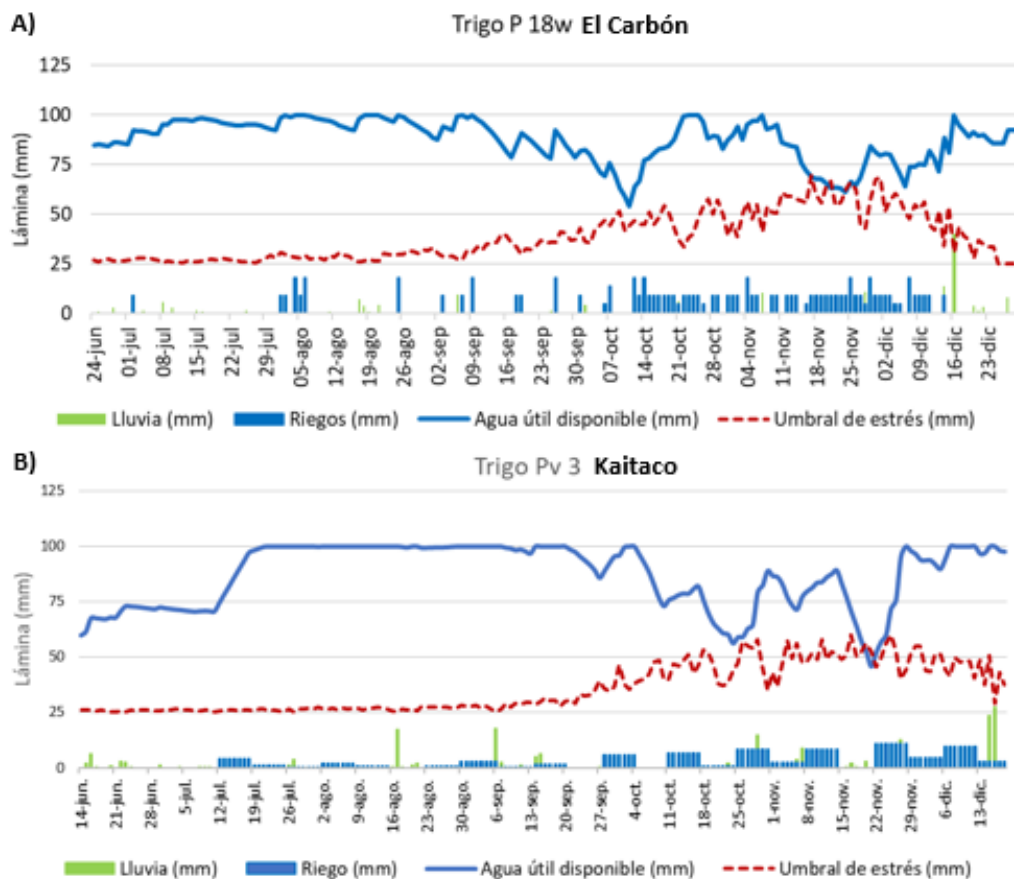


Figura 25. Balance hídrico de los lotes de ensayo: A) Pívo 18w de El Carbón. B) PV3 de Kaitaco.

Conclusiones

Se encontraron diferencias en los componentes de ambiente, genotipo e interacción genotipo-ambiente, sin una tendencia generalizada entre los ambientes.

Este estudio permitió identificar cultivares de trigo del mercado argentino con buen desempeño bajo las condiciones de manejo en Norpatagonia, algunas de las cuales superaron en rendimiento al testigo comercial más difundido actualmente (*Baguette 802*).

En los ensayos de microparcels, los cultivares *ACA 308*, *SY 109* y *Fresno* destacaron por su elevado rendimiento y consistencia en ambos ambientes evaluados, lo que sugiere cierta estabilidad.

Baguette 802 mostró un buen desempeño en El Carbón, pero no en Kaitaco. Por otro lado, demostró estabilidad y una excelente tolerancia a la roya amarilla, aunque no se destacó en el rendimiento.

En Kaitaco, donde los cultivares de ciclo intermedio y corto son preferidas debido al daño de avutardas que reciben los ciclos largos, sobresalieron *Picazo* entre los ciclos cortos y *Pretal*, *ACA 502* y *Tero* entre los ciclos intermedios.

Estos resultados pueden servir como base para pruebas a mayor escala, ya que es fundamental evaluar constantemente en Norpatagonia los nuevos lanzamientos en el mercado de semillas de trigo, un sector nutrido por varias empresas con programas de mejoramiento importantes.

Evaluación de insumos a semilla

En el lote 18w del establecimiento El Carbón y en el Pívor 3 de Kaitaco se sembraron ensayos comparativos de productos comerciales basados en mesonutrientes, micronutrientes, bioestimulantes y biológicos. Entre estos productos hubo microgranulados de fertilización de arranque y productos aplicados a la semilla (Tabla 7). Los productos se evaluaron en *Baguette 802* sembrado entre el 14 y 20 de junio. La aplicación de los tratamientos de semilla se realizó en conjunto con el curasemilla y los microgranulados se aplicaron con el cajón fertilizador de la sembradora experimental. Además, se corrigieron las dosis de los tratamientos que incluían fósforo en su formulación para equipararlas con los 150 kg de MAP del ensayo general. Luego se siguió el mismo protocolo ya mencionado para los ensayos en microparcels de cultivares.

En cada sitio de ensayo se realizó un análisis de suelos completo, midiendo macronutrientes, meso y micronutrientes, MO, pH, CE, CIC, y % de saturación de bases. Las profundidades de muestreo fueron de 0-30 cm para Ka y 0-20 cm para AEC (Tabla 8).

Tabla 7. Tratamientos de micronutrientes y bioestimulantes aplicados a la siembra en el ensayo en microparcels realizado en dos sitios.

Tratamiento	Empresa	Aplicación	Tipo de producto	Características	Dosis
Status Zn	Rizobacter	Trat de semilla	Micronutrientes	Zn aportado a semilla.	350cc/ 100 kg de Semilla
Vitagrow TS	Rizobacter	Trat de semilla	Bioestimulante	16 nutrientes quelatados sobre fracción orgánica (ligandosulfonatos): K, S, B, Zn, Mg, Co, Mo, N, P, Mn, Cu, Fe, Si, Ca, Na y Ni.	80 cc/100 kg de semilla
Vitagrow TS + Status Zn	Rizobacter	Trat de semilla	Micro y bioestimulante	Ver anteriores	Ver ant.
Biozyme	UPL	Trat de semilla	Bioestimulante y micro	Micronutrientes (Mn, Zn, Fe, Mg, B, S) y fitorreguladores (giberelinas, AIA y Zeatina)	200 cc/100 kg de semilla
Nutrimins	Stoller	Trat de semilla	Bioestimulante y micro	Zn, S y cofactores de crecimiento	500 cc/100 kg de semilla
Biofree	Biotrop	Trat de semilla	Bioestimulante	Azospirillum + Pseudomonas	450 cc/100 kg de semilla
Promotor	Biotrop	Trat de semilla	Bioestimulante	3 cepas de Bacillus	200 cc/ ha
Nutriseed	Compoexpert	Trat de semilla	Micronutriente (Zn)	Zn y óxido de zinc aplicado a semilla, con trazas de Mn y Cu quelatados en EDTA	300 cc/100 kg de semilla
Vitanica RZ	Compoexpert	Trat de semilla	Bioestimulante y macronutrientes	Base de alga Ecklonia máxima y bacteria Bacillus amyloliquificans	500 cc/100 kg de semilla
Microstar PZ BIO	Rizobacter	Microgranulado	Micro, macro, bioestimulante y preservador de P	Microgránulos con, N, P, S y Zn, con protector de P que evita fijación a los coloides + 4 cepas de Bacillus	50 kg/ha
Humiplex	UPL	Granulado	Enmienda orgánica	Gránulos dispersables de materia orgánica humificada (sustancias húmicas)	40 kg/ha
Easy T-Max	Compoexpert	Microgranulado	Micro y macronutrientes	P, N, Zn, Fe y Mn	40 kg/ha

Tabla 8. Análisis de suelos de los lotes donde se situaron los ensayos.

Lote	Prof. (cm)	Fosforo (ppm)	Materia Orgánica (%)	N-Nitrato (ppm)	N Mineralizable (ppm)	S-Sulfato (ppm)	pH (unidades)	CE (dS/m)	Calcio (meq/100g suelo)	Magnesio (meq/100g suelo)	Potasio (meq/100g suelo)	Sodio (meq/100g suelo)	ClC (meq/100g suelo)	Zinc (ppm)	Hierro (ppm)	Cobre (ppm)	Manganeso (ppm)	Boro (ppm)	Saturación de bases (%)	Relaciones de bases			
																				Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/K
Kataico PV3	0-30	13.3		18.5		10.1			13.9	2.5	1.8	1.7	20	1.1	12.8	1.3	20.2	0.6	99.5	5.6	1.4	9.1	7.7
El Carbón 18W	0-20	15.8	1.5	9	30	18.6	8.1	0.28	14.1	2.2	1.65	0.49	17.3	0.32	23.5	1.15	43.5	0.65					
		Medio		19.5 kg N	62 kg N	Muy alto	Alcalino	Baja	Muy alto	Alto	Alto	Bueno	Bajo	Bajo	Alto*	Alto	Alto	Bajo-Medio	≈ 100%	Normal	Bajo	Normal	Bajo-Norm

Los umbrales se recopilaron de bibliografía para una descripción de carácter orientativo *PH alcalino y carbonato en el Fuertemente alcalino

Resultados obtenidos

El rendimiento promedio del ensayo fue de 9165 kg ha⁻¹, 8998 kg ha⁻¹ en Ka y 9274 kg ha⁻¹ en AEC. El coeficiente de variación del ensayo fue de 14%, un indicador apropiado de error experimental. Se observaron diferencias significativas entre tratamientos, y cuatro de ellos, superaron estadísticamente al testigo. El producto *Microstar Bio* fue el de mayor respuesta, con 1800 kg de respuesta aproximadamente. Seguidamente, se ubicó el tratamiento *Status Zn*, con 1114 kg de respuesta y le siguió

el microgranulado *Easy T-Max*, similar a *Microstar*, pero sin el componente biológico (4 cepas de *Bacillus*).

El producto *Easy T-Max* generó una respuesta de 978 kg, mientras que *Vitagrow TS* + *Status Zn* superó al testigo en 740 kg. Aunque los productos *Nutriseed*, *Biozyme* y *Promotor* presentaron incrementos de rendimiento, entre 600 y 300 kg adicionales en comparación con el testigo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas (Figura 26).

Estos resultados, alineados con los análisis de suelos realizados, indican que el agregado de Zn está mostrando una respuesta positiva, aun cambiando de forma de aplicación y formulación con respecto a experiencias similares realizadas en la campaña pasada (IAR VINPA, 2023). Un dato interesante es que ambos microgranulados de alto nivel de respuesta en rinde también contienen Zn, sumado a otros micronutrientes. Si bien no hay una tendencia muy clara en el conjunto de tratamientos, *Microstar Bio* presentó la mayor cantidad de espigas por m² (790 espigas), 103 espigas más que el testigo. Por estas evidencias se puede interpretar que el producto promovió un mayor macollaje o una mejor tasa de fertilidad de macollos, y así fue como generó el aumento de rendimiento. *Easy T-max* también mostró un alto número de espigas por m², mientras que los tratamientos con *Status Zn* fueron similares al testigo.

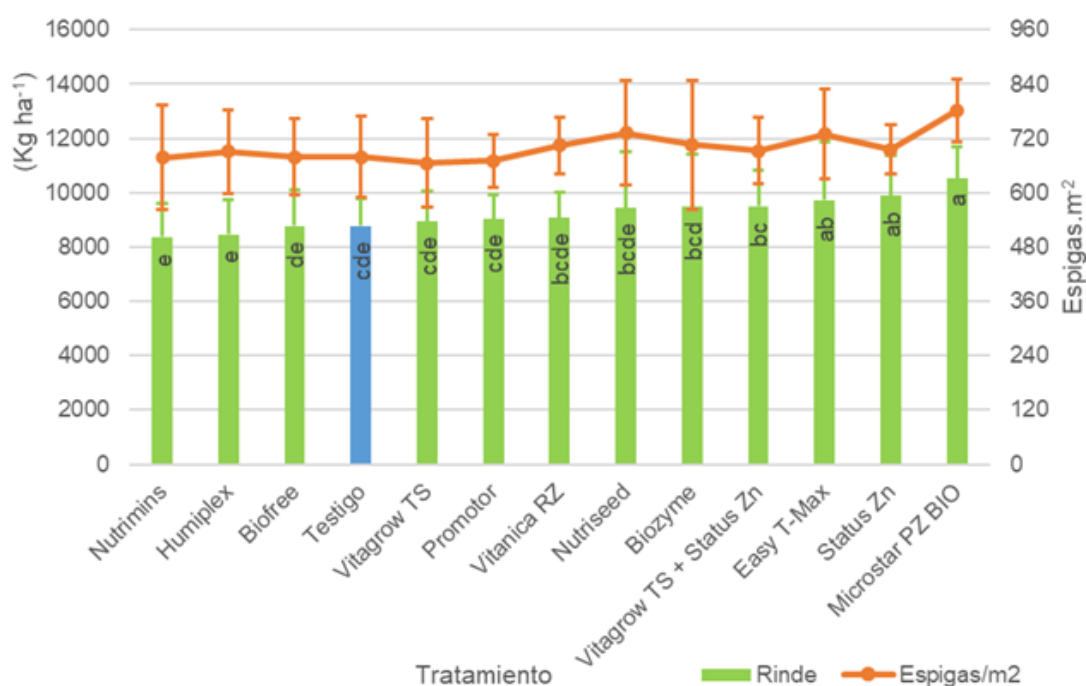


Figura 26. Rendimiento y número de espigas por m² promedio en el ensayo de micronutrientes y bioestimulantes aplicados a semilla en dos sitios. Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0.05).

El análisis de suelos también ubica al boro (B) como uno de los micronutrientes que se encuentra en niveles muy cercanos al umbral crítico de 0,5-0,6 ppm. Los productos

Vitagrow TS y *Biozyme*, que presentan ciertos niveles de este nutriente, presentaron una respuesta positiva en rendimiento. La deficiencia de B genera falta de cuajado de granos, y fundamentalmente se asocia a problemas en la fertilidad de las anteras (Rerkasem y Jamjod, 2004). A pesar de que la aplicación de fertilizantes con B al suelo es más eficiente, las deficiencias en cereales suelen cubrirse con aplicaciones foliares, tema que está en desarrollo en la Chacra actualmente.

Los tratamientos no presentaron un efecto significativo sobre el P1000 y el número de granos por espiga. El P1000 fue de 44.3 g y 40.4 g para El Carbón y Kaitaco respectivamente. El número de granos por espiga fue de 28.7y 32 para El Carbón y Kaitaco, respectivamente, señalando cierta diferencia entre ambientes. Los tratamientos tuvieron el mayor efecto en el número de granos y no en el P1000, por lo que la correlación entre rendimiento y granos por m² es alta (R²=0.70). La regresión entre variables para este set de datos establece que por cada 1000 granos más, el rinde creció a razón de 360 kg (Figura 27).

Algunos tratamientos como *Microstar Bio*, *Nutriseed* e *Easy T-Max* mostraron un alto número de granos por m² a través de un mayor número de espigas. En el caso de *Status Zn*, no se destacó por el número de espigas, pero si una alta fertilidad de espiga, ya que sostuvo un alto número de granos por m² (Figura 28).

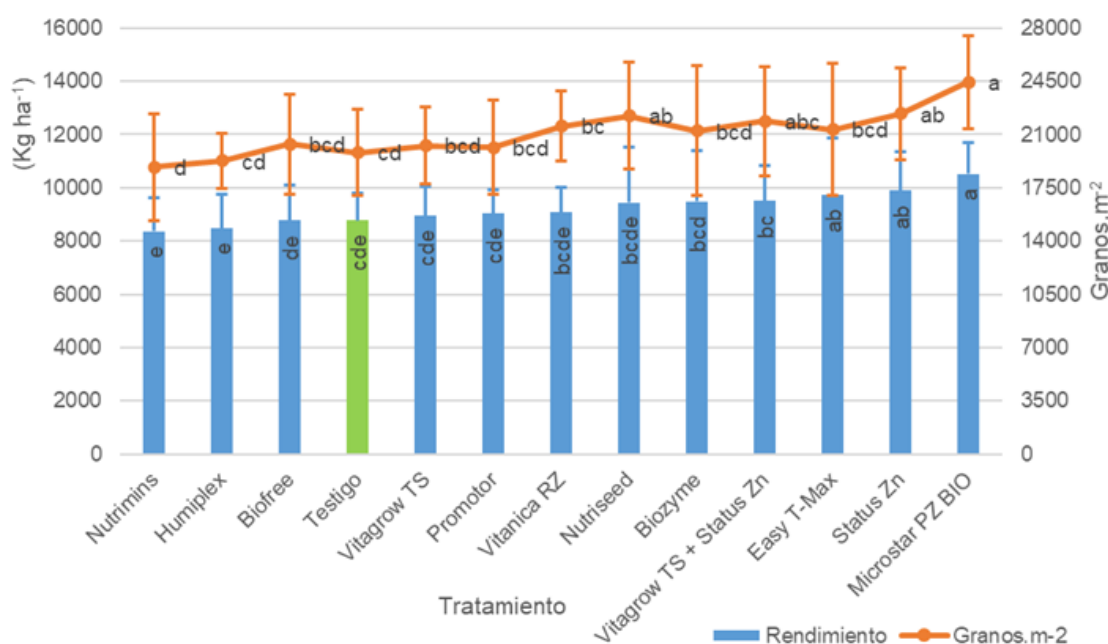


Figura 27. Rendimiento y granos por m² promedio en el ensayo de micronutrientes y bioestimulantes aplicados a semilla en dos sitios. Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

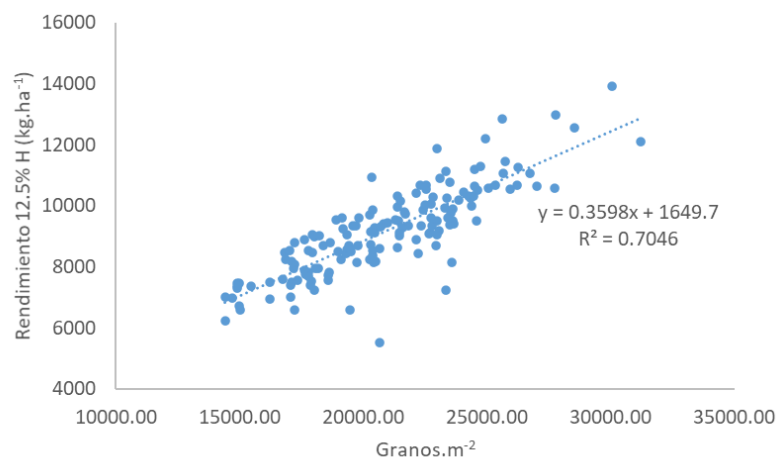


Figura 28. Análisis de regresión entre los granos por m² y el rendimiento del ensayo de micronutrientes y bioestimulantes aplicados a semilla, con la expresión de la ecuación y el coeficiente de determinación presentados en el cuerpo del gráfico.

Conclusión

El estudio de deficiencias nutricionales específicas requiere de trabajos de investigación más detallados para individualizar las respuestas a nivel de nutriente. Sin embargo, en este trabajo se identificaron algunos productos comerciales con respuestas significativas que pagan con creces sus costos, y podrían ser herramientas prácticas para elevar los rindes bajo condiciones similares.

Los productos *Microstar Bio* fue el producto que más respuesta generó, seguido de *Easy T-Max* y los tratamientos con *Status Zn* solo y mezclado con *Vitagrow TS*, todos con niveles de respuesta superior a los 750 kg ha⁻¹.

Los productos comerciales que aportan Zn a la siembra presentan respuestas importantes y consistentes con los resultados de ensayos en microparcelas.

Evaluación de daño por pastoreo de avutarda

En un lote de trigo del sitio Ka sembrado el día 26 de junio con el cultivar *Baguette 802* a 17.5 cm de distancia, se instaló una malla anti-pájaro sobre un área de 4 x 4 m elevada a 50 cm del suelo (Figura 29). La malla fue retirada cuando el cultivo comenzó a encañar y ya no había presencia de avutardas en la zona.

Se realizó un seguimiento fenológico del cultivo y al llegar a la madurez, se cosecharon 4 muestras al azar dentro del área protegida y 4 muestras al azar en la zona de control (fuera de la protección).

Se midió la humedad del grano y se corrigió el rendimiento ajustándolo a una humedad de 12,5%. Además, se contaron las espigas por m², las espiguillas por espiga, los granos por espiguilla, los granos por m² y se P1000.



Figura 29. Ensayo de exclusión de avutardas con malla antipájaros.

Resultados obtenidos

La fenología del cultivo dentro de la exclusión difirió a la del testigo. La biomasa vegetal durante el estadio Z20 fue significativamente superior en la exclusión de avutardas (Figura 30). En la exclusión, cada estadio fenológico a partir de inicio de elongación fue registrado 6-7 días antes que el testigo, manteniéndose esa diferencia fenológica hasta Z90. Cuando el cultivo en la exclusión estaba en Z70, el testigo se encontraba iniciando Z50, y cuando el testigo se encontraba en Z70 la exclusión se encontraba en Z75.



Figura 30. Ensayo de exclusión de avutardas con malla antipájaros.

No se encontraron diferencias estadísticas en rendimiento ni en el número de macollos fértiles (Figura 31). Sin embargo, en la exclusión el rendimiento tendió a ser mayor al testigo con aproximadamente 1000 kg de diferencia. La variabilidad entre muestras hizo que las diferencias en rinde no fueran significativas.

Algunos trabajos indican que el pastoreo de avutarda favorece el macollaje (Mac Lean, 2012), pero éste no fue el caso, y podría deberse a una intensidad y repetitividad del pastoreo, situación que no se observa en otras zonas productivas.

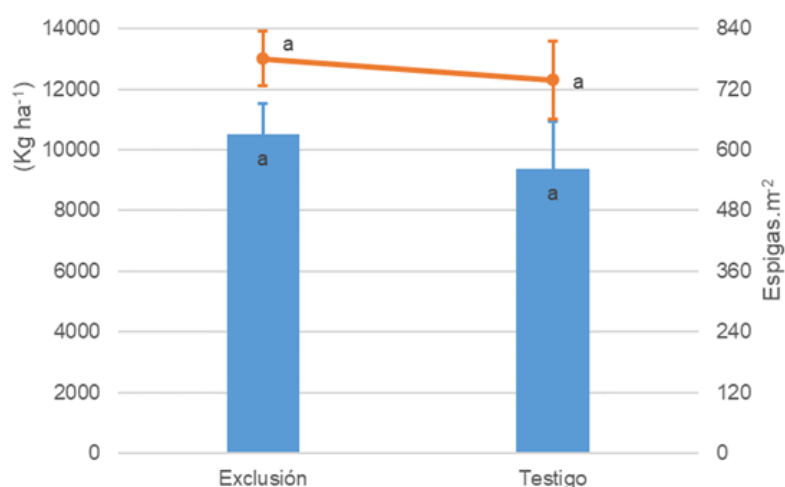


Figura 31. Rendimiento y número de espigas por m² en el ensayo de exclusión de avutardas con malla antipájaros en Kaitaco. Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

No se obtuvieron diferencias estadísticas en el P1000 y en el número de granos por espiga. En la exclusión, el P1000 fue de 41,3 g y el número de granos por espiga de 36. Por el contrario, en el testigo, el P1000 fue de 39,8 g y el número de granos por espiga fue de 35,3. Además, el número de granos por m² fue de 24700 y 22800 para la exclusión y el testigo, respectivamente. Si bien no fue significativo, se puede decir que, en la exclusión los componentes de rinde tendieron a ser superiores en concordancia con el mayor rendimiento.

Conclusión

El pastoreo de Avutarda retrasa fenológicamente el cultivo en aproximadamente una semana. El efecto sobre el rendimiento del cultivo no es claro, aunque en este trabajo el rinde bajo exclusión tendió a superar al testigo. El pastoreo de avutarda no favoreció el macollaje por la planta, por el contrario, el número de espigas del testigo fue levemente inferior a la exclusión.

Comentario final

El cultivo de trigo en la región Norpatagónica demanda un análisis detallado de los diferentes cultivares comerciales y de los insumos aplicables a las semillas, dada la variabilidad climática y las características específicas de la zona. Estudiar el desempeño de los cultivares permitió identificar aquellas con mejor adaptación, rendimiento y sanidad, mientras que el análisis de insumos para tratamiento a semillas fue clave para maximizar los rendimientos. La generación de información precisa y localizada permitirá a los productores tomar decisiones informadas, optimizando los recursos y contribuyendo al desarrollo agrícola sostenible.

Este estudio identificó cultivares de trigo en el mercado argentino con buen desempeño bajo las condiciones particulares de manejo en Norpatagonia y de la campaña. Los cultivares *ACA 308*, *SY 109* y *Fresno* destacaron por su alto rendimiento y consistencia entre ambientes, mientras que *Baguette 802* se destacó solo en un ambiente. *Baguette 820* demostró buena estabilidad y tolerancia a la roya amarilla, pero no se destacó en rendimiento.

La aplicación de insumos a las semillas es una práctica clave y su uso resulta especialmente beneficioso en términos de eficiencia, rendimiento y rentabilidad. Uno de los aspectos más destacables de esta práctica es su facilidad de aplicación, los tratamientos pueden realizarse de forma rápida y uniforme en las semillas antes de la siembra o durante la misma, con mínima inversión de tiempo y sin necesidad de maquinaria especializada.

Se identificaron productos nutricionales como *Microstar Bio*, que generó importantes respuestas en rendimiento, al igual que otros productos que aportan Zn a la siembra.

En relación con la alta presión de pastoreo ejercida por las avutardas, se concluyó que su pastoreo retrasó la fenología del cultivo. Aunque el área de la exclusión mostró una tendencia hacia un mayor rendimiento, las diferencias observadas no fueron estadísticamente significativas.

Por último, es importante destacar el valor de esta PPS, que fue una herramienta fundamental en mi desarrollo profesional al permitirme aplicar conocimientos teóricos en situaciones reales de trabajo. Esta experiencia me permitió adquirir habilidades prácticas, comprender de cerca la dinámica del Ingeniero Agrónomo y crear redes de contactos profesionales. Además, me brindó la oportunidad de conocer nuevas áreas de producción distintas de las que había experimentado previamente. Fue especialmente valioso compartir esta experiencia con mi asesor externo, el Dr. Alfonso Cerrotta, quien me involucró en cada actividad realizada, respondió todas mis inquietudes y me ayudó a desarrollar una mirada crítica ante las diversas situaciones que enfrentamos durante la práctica.

Bibliografía

- ✓ AAPRESID (Asociación Argentina de productores en siembra directa). 2024. ¿Quiénes somos? Nuestros Programas. Chacra VINPA. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/es/quienes-somos>.
- ✓ AAPRESID (Asociación Argentina de productores en siembra directa). 2024. Sistema Chacra. Chacra VINPA. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/sistema-chacras/chacra/valles-irrigados-norte-patagonico>.
- ✓ AAPRESID (Asociación Argentina de productores en siembra directa). 2024. El trigo patagónico quiere (y puede) alcanzar mayores rendimientos. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/blog/el-trigo-patagonico-quiere-y-puede-alcanzar-mayores-rendimientos>.
- ✓ Abbate P.E., Andrade F.H. y Culot J.P. 1995. Determination of number of kernels in wheat: effects of radiation and Nitrogen. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 124,351-360. 2.
- ✓ Abbate, P. E., y F. H. Andrade. 2015. Los nutrientes del suelo y la determinación del rendimiento de los cultivos de grano. Pp 155-185. En H. E. Echeverría y F. O. García (eds.) Fertilidad de suelos y Fertilización de Cultivos. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina.
- ✓ Abbate, P. E. 2017. Bases ecofisiológicas del manejo del cultivo de trigo en la región pampeana. En G. A. Divito y F. O. García (eds.) Manual del cultivo de trigo. IPNI.
- ✓ Abbate, P. E. 2021. Rendimiento de los cultivares de trigo de ciclo largo vs ciclo corto en las principales subregiones trigueras argentinas. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, INTA.
- ✓ Andrade, F.H. 1996. Radiación y temperatura determinan los rendimientos máximos de maíz. Boletín técnico N°106. INTA EEA Balcarce. 16 p.
- ✓ Belelli, Camila. 2021. "Experiencia Profesional en la Chacra Valles Irrigados Norpatagónicos de AAPRESID". Disponible en: <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5790>.
- ✓ Bertani, L y Ferrari L. 1993. ATLAS DEL VALLE MEDIO: mapa geomorfológico y de calidad de las tierras, p. 3. Disponible en: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal5/Nuevatecnologias/Sig/06.pdf>.
- ✓ Bertani, L y Ferrari L. 1993. ATLAS DEL VALLE MEDIO: mapa geomorfológico y de calidad de las tierras, p. 6. Disponible en: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal5/Nuevatecnologias/Sig/06.pdf>.

- ✓ Cabrera A.L. 1976. "Regiones Fitogeográficas Argentinas". En: ATLAS DEL VALLE MEDIO: mapa geomorfológico y de calidad de las tierras. Disponible en: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal5/Nuevatecnologias/Sig/06.pdf>.
- ✓ Cerrotta, Alfonso. 2024. Informe de avance de resultados. Análisis de campaña de fina y líneas de trabajo de trigo.
- ✓ CFI, 2008. Estudio del impacto de la producción frutícola sobre la calidad de los suelos del Alto Valle del Río Negro. Informe de Avance. CFI-Prov Río Negro-INTA. 122p.
- ✓ Claassen, N., Steingrobe, B., 1999. Mechanistic simulation models for a better understanding of nutrient uptake from soil, in: Rengel, Z., (Ed.), Mineral nutrition of crops: fundamental mechanisms and implications. The Harworth Press, Inc., New York, pp. 327-367.
- ✓ Curtin, D., Martin, R. J., & Scott, C. L. 2008. Wheat (*Triticum aestivum*) response to micronutrients (Mn, Cu, Zn, B) in Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 36(3), 169-181.
- ✓ Ellert, B. H., & Bettany, J. R. 1995. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. *Canadian Journal of Soil Science*, 75(4), 529-538.
- ✓ Espósito, G., Balboa, G., Castillo, C., & Balboa, R. RESPUESTA DEL TRIGO A LA FERTILIZACION CON ZINC EN RIO CUARTO. Link: <https://bit.ly/4d3Mh4T>
- ✓ FAO. 2014. Informe de Diagnóstico de los principales valles y áreas con potencial agrícola de la Provincia de Río Negro. Proyecto FAO UTF ARG 017. Disponible en: <http://www.fao.org/3/br171s/br171s.pdf>
- ✓ Fisher, R. A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Agric. Sci.* 105:477-461
- ✓ Gutiérrez, Magalí. 2022. Chacra Valles Irrigados Norpatagónicos "Ajustar sistemas productivos extensivos sustentables bajo riego en los valles irrigados del Norte Patagónico". Disponible en: https://issuu.com/aapresid/docs/informe02_1.
- ✓ Kruk, B., y E. H. Satorre. (2003). Densidad y arreglo espacial del cultivo. Pp. 279-316. En Satorre et. al., (2003) (eds.) Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- ✓ Magrin, G.; Hall, A., Baldy, C. y Grondona, M. 1993. Spatial and interannual variations in the photothermal quotient: implications for the potential kernel number of heat crops in Argentina. *Agric. For. Meteorol.* 67:29-41
- ✓ Mac Lean, D. (2012). La relación entre los productores rurales y los cauquenes (*Chloephaga spp.*), en inmediaciones del Arroyo Cristiano Muerto (partidos de San Cayetano y Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires, Argentina). *BioScriba*, 5, 12-22.

- ✓ Martínez, R. S.; Margiotta, F.; Reinoso, L.; Martínez, R. M. 2012. Buscando alcanzar altos rendimientos del cultivo de maíz: experiencias en los valles Norpatagónicos. Reunión Internacional de Riego. 3. 2012 10 30-31, 30 y 31 de octubre de 2012. Manfredi, Córdoba. AR.
- ✓ Miralles D.J., González F.G., Abeledo L.G., Serrago R.A., Alzueta I., García G.A., de San Caledonio R.P., Lo Valvo P. 2014. Manual de trigo y cebad para el cono sur procesos fisiológicos y base de manejo.
- ✓ Palmero, F., Hang, S. B., Bigatton, E. D., Lucini, E., Davidenco, V., & Díaz-Zorita, M. (2020). Modificaciones en el crecimiento temprano de trigo (*Triticum aestivum* L.) en presencia de *Azospirillum brasilense* y de *Pseudomonas psychrophila*. *Agriscientia*, 37(1), 53-62.
- ✓ Panigatti, J.L. 2010. Argentina 200 años, 200 suelos. Ed. INTA Buenos Aires. 345 pp. Ilustraciones y cuadros.
- ✓ Peralta, A. Simpfendörfer, L. Riego por aspersión 2001. Instituto e investigaciones agropecuarias INIA-CARRILANCA INIA – CARILLANCA. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/0340e3be-f94f-4fc1-92d2-e143055740ba/content>.
- ✓ Petracci, P., Zalba, S. M., Delhey, V. K., & Darrieu, C. A. (2016). Efecto del pastoreo por el Cauquén Común (*Chloephaga picta*) en cultivos de Trigo (*Triticum durum*).
- ✓ Rerkasem, B., & Jamjod, S. (2004). Boron deficiency in wheat: a review. *Field crops research*, 89(2-3), 173-186.
- ✓ Slaffer, G.; Miralles, D.; Savin, R.; Whitechurch, E.; González, F. 2003. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y calidad en trigo. En Satorre, Benech Arnold, Slafer, de La Fuente, Miralles, Otegui, y Savin (Eds). *Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo*. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina, pp 101-132.
- ✓ Zadoks, JC; TT Chang & CF Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.* 14: 415-421.