

MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN EN TRIGO CANDEAL EN ZONAS DE BAJA APTITUD AGRÍCOLA. ANÁLISIS ECONÓMICO Y ESTRATÉGICO

Práctica Profesional Supervisada Compañía Molinera del Sur S.A.



Estudiante: Schernenco, Juan Cruz

Docente Tutor: Dr. Torres Carbonell, Carlos

Docentes Consejeros: Dr. Chimeno, Patricia del Valle y Dr. Vercellino, Boris

Asesor externo: Ing. Agr. Lloret, Federico

ÍNDICE

I. AGRADECIMIENTOS	3
II. RESUMEN	5
III. INTRODUCCIÓN.....	6
IV. OBJETIVOS	7
IV. 1. Objetivo general	7
IV. 2. Objetivos específicos.....	7
IV. 3. Objetivos profesionales	7
V. COMPAÑÍA MOLINERA del SUR S.A.....	8
Sostenibilidad y tecnología	8
Calidad y trazabilidad	9
V. 1. Misión.....	9
V. 2. Visión	9
V. 3. Organigrama	10
V. 4. Metodologías y actividades desarrolladas durante la práctica profesional.....	10
VI. MARCO REFERENCIAL	12
VI. 1. Producción de Trigo en Argentina	12
VI. 2. El Trigo Candeal	13
VI. 3. Las sémolas de trigo candeal en la salud humana	16
VI. 4. La importancia del manejo de la fertilización nitrogenada en trigo candeal en zonas semiáridas.....	18
VI. 5. Circuito del grano a la molienda, relación con la fertilización y calidad.....	19
VII. MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN EN TRIGO CANDEAL EN ZONAS DE BAJA APTITUD AGRÍCOLA. ANÁLISIS ECONÓMICO Y ESTRATÉGICO	23
VII. 1 Área de Trabajo y tecnología de cultivo	23
VII. 2 Manejo del cultivo de trigo candeal durante la campaña 2024/25.....	26
VII 3. Ensayo y aplicación de fertilizantes.....	32
VII 4. Monitoreo final del cultivo y cosecha.....	35
VII. 5. Rendimientos	39
VII 6. Calidad	40
VII.7. Resultado económico	41
VII. 8. Discusión	43
VII.8. Localización estratégica de proximidad al molino	44
VII.9. Aspectos ambientales.....	45
VIII. CONSIDERACIONES FINALES	46
IX. BIBLIOGRAFÍA	47

I. AGRADECIMIENTOS

Comienzo este escrito agradeciendo, a mi familia, pilar fundamental en este logro académico. A mis padres, por su esfuerzo incansable, ser el motor que impulsó cada paso, su confianza plena y por brindarme la libertad de elegir mi camino, acompañándome en cada etapa con sacrificio y dedicación. A mis hermanos, por su apoyo constante, sus palabras de aliento y por estar presentes en los momentos más desafiantes. Este logro no es solo mío, sino también el resultado de los valores, el esfuerzo y la unión que siempre me transmitieron. Los llevo conmigo en cada meta que cumpla, porque todo lo que soy se construye sobre lo que ustedes me dieron.

También, a la familia Blanco, Fantolino y Kroneberger, por ser un respaldo constante y un punto de apoyo en este proceso. Gracias por abrirme sus puertas, por acompañarme con gestos sinceros y por compartir su tiempo y su confianza. Su presencia ha sumado calidez y fortaleza a este recorrido, contribuyendo de una manera única a que este objetivo se haga realidad.

A mi abuela y a mi tía Susana, por el gran cariño incondicional a lo largo de todos estos años. Gracias por estar siempre presentes y celebrar conmigo cada parcial y cada examen final. Su afecto y compañía han sido un sostén emocional en mi camino académico y personal, y gran parte de lo que logré se lo debo a tenerlas siempre a mi lado.

A Lu, por estar a mi lado en este último tramo de mi carrera. Gracias por acompañarme y transmitirme tranquilidad, por tu paciencia y tu cariño. Tu apoyo reciente ha sido fundamental para mantenerte enfocado y finalizar esta gran etapa de mi vida.

A mis amigos, de la escuela y de la universidad, por ser un sostén indispensable a lo largo de estos años. Gracias por estar siempre presentes, por cada asado, trabajo, salidas, viajes a campos, charlas. Gracias por escucharme cuando lo necesitaba y por acompañarme incluso en los días más complicados. Todo quedará guardado en mi memoria, lleno de recuerdos inolvidables y momentos que siempre llevaré conmigo y será una hermosa anécdota.

A Fede Lloret y Cia. Molinera del Sur S.A, por su generosidad y dedicación durante mi práctica profesional. Gracias por brindarme el tiempo, compartir sus conocimientos en cada etapa del proceso. La disposición que tuvieron conmigo fue fundamental para que pudiera aprender, crecer profesionalmente y aprovechar al máximo esta experiencia.

A Carlos, por ser un excelente profesional y ser para mí mucho más que un profesor durante mi práctica profesional. Gracias por tu disposición constante, tu paciencia y por enseñarme con entusiasmo y dedicación. Su generosidad y su ejemplo como profesional y como persona hicieron que esta experiencia no solo fuera educativa, sino también inspiradora y muy valiosa para mi crecimiento. A Patricia y Boris, por el tiempo que me brindaron, por responder cada duda y por hacer que aprender durante la carrera fuera una experiencia valiosa y motivadora.

Y por último, pero no menos importante, quiero agradecer a la Universidad Nacional del Sur, que me permitió crecer y desarrollarme como profesional durante estos 11 años. Desde mis primeros pasos en la Escuela de Agricultura y Ganadería hasta la culminación de mi carrera de grado, cada docente, cada experiencia y cada aprendizaje dejaron una huella en mí. Gracias por ser el lugar donde formé amistades, viví desafíos y oportunidades, y construí gran parte de lo que soy hoy.

II. RESUMEN

El trigo candeal es un cultivo estratégico para la industria de pastas, donde la calidad final del grano resulta determinante en la valorización comercial. En Argentina, su producción se concentra en la provincia de Buenos Aires, aunque ocupa una proporción reducida respecto al trigo pan. Su inserción en esquemas productivos del sudoeste bonaerense enfrenta desafíos vinculados a ambientes restrictivos, alta variabilidad climática y limitaciones edáficas. Sin embargo, su proximidad a plantas molineras de la región otorga ventajas competitivas en la logística y comercialización. La calidad del trigo candeal se define por parámetros de calidad donde cobran alta importancia los rubros comerciales principalmente contenido de proteína y gluten, los cuales dependen del genotipo, condiciones de cultivo y el manejo nutricional. En este contexto, la fertilización constituye una herramienta clave para mejorar la productividad y sostener la calidad industrial del grano, con impacto directo en la rentabilidad de los productores. El presente trabajo se desarrolló en el partido de Coronel Rosales, en un ambiente semiárido con limitaciones hídricas, y tuvo como objetivo general evaluar el impacto de la fertilización sobre el rendimiento y la viabilidad económica del trigo candeal. Los objetivos específicos incluyeron: analizar alternativas de fertilización en función del rendimiento, la calidad del grano, los resultados económicos, la localización estratégica próxima al molino y las consideraciones ambientales. El trabajo se realizó en el marco de la Práctica profesional supervisada entre el Departamento de Agronomía (UNS) y Compañía Molinera del Sur. El cultivo se manejó siguiendo prácticas representativas para la región. En macollaje se aplicó un fertilizante biológico (BlueN) con diferentes combinaciones de urea. Se relevaron variables productivas de rendimiento, calidad, y económicas. Los resultados mostraron que la aplicación de **BlueN** permitió alcanzar rendimientos similares o superiores al testigo, con mejoras en calidad (proteína y gluten) y sin elevar los costos directos. En cambio, las dosis crecientes de urea no generaron aumentos proporcionales de rendimiento ni de margen bruto, evidenciando eficiencia decreciente en condiciones de estrés hídrico y térmico. El análisis económico destacó que las estrategias más viables en ambientes restrictivos son BlueN solo o combinado con 100 kg/ha⁻¹ de urea. Se concluye que para mejorar la competitividad futura del trigo candeal se deben continuar integrando los ajustes en biofertilización, manejo racional del nitrógeno y planificación logística de la producción.

III. INTRODUCCIÓN

En el marco del convenio entre el Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur (UNS) y la empresa Compañía Molinera del Sur S.A. (CMS), se dió inicio en el año 2024 a la realización de Prácticas Profesionales Supervisadas (PPS) para alumnos de la carrera de Ingeniería Agronómica en la etapa final de su formación. El presente trabajo corresponde a una de estas experiencias, cuyo objetivo es evaluar alternativas de fertilización, su impacto en el rendimiento y el margen bruto del cultivo de trigo candeal en ambientes productivamente más restrictivos, como el partido de Coronel Rosales.

CMS es una empresa con sede en Bahía Blanca, dedicada desde hace más de 15 años a la industrialización de trigo candeal, con una reconocida trayectoria en la producción de sémolas de alta calidad para consumo interno y exportación. La compañía mantiene un estrecho vínculo con los productores trigueros de la región, promoviendo la diferenciación de cultivos como el candeal, estratégico por su destino en la industria de pastas y su aporte a la competitividad agroindustrial de la zona.

En los últimos años, las variaciones climáticas y económicas han puesto de relieve la necesidad de profundizar los estudios sobre la eficiencia en el uso de insumos y la rentabilidad de los sistemas agrícolas en zonas de mayor vulnerabilidad, como el sudoeste bonaerense (Loewy, 1990; Scoponi et al., 2024). El trigo candeal, si bien posee ventajas de diferenciación comercial, enfrenta limitaciones de rendimiento en ambientes con menores aptitudes edáficas y climáticas, lo que obliga a repensar esquemas de manejo para sostener su viabilidad productiva y económica.

En este contexto, la PPS plantea como desafío integrar el conocimiento técnico de manejo del cultivo con la realidad empresarial, generando información que permita cuantificar los efectos de diferentes estrategias de fertilización sobre los rendimientos y el margen bruto del cultivo. De esta manera, se busca aportar al productor y a la empresa herramientas objetivas para la toma de decisiones, contribuyendo a mejorar la competitividad y la sostenibilidad de la cadena del trigo candeal en la región.

IV. OBJETIVOS

IV. 1. OBJETIVOS GENERAL

Evaluar el impacto de la fertilización sobre el rendimiento y la viabilidad económica del trigo candeal en un ambiente restrictivo del partido de Coronel Rosales.

IV. 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar alternativas de fertilización en función de:

- a) Rendimientos
- b) Calidad
- b) Resultado económico
- c) Localización estratégica de proximidad al molino
- d) Aspectos ambientales.

IV. 3. OBJETIVOS PROFESIONALES

Los objetivos profesionales que se esperan de esta pasantía:

- Adquirir experiencia profesional en la práctica de monitoreo agronómico de lotes de producción de trigo candeal bajo diferentes estrategias de fertilización.
- Desarrollar competencias profesionales del Ingeniero Agrónomo con una mirada integral sobre el negocio de trigo candeal en la empresa.
- Incorporar herramientas para la inserción en el ámbito laboral.

V. COMPAÑÍA MOLINERA del SUR S.A

CMS es una empresa que se originó en la transformación del molino América, con más de un siglo de presencia en Bahía Blanca desde sus inicios en 1897. por el vecino Bartolomé Long donde esta industria ofrecía las harinas Bahía Blanca, América (especialidad de la casa), Pampa (para galletas) y Patagonia (harina clase B).

La nueva empresa se origina en 2008 y se posiciona hoy como el principal exportador de sémola de trigo candeal (durum wheat semolina) en Sudamérica, consolidando una trayectoria de excelencia e innovación.

Ubicada estratégicamente en Bahía Blanca, epicentro de las mejores zonas trigueras del país, la empresa mantiene una cadena de valor completamente integrada verticalmente que abarca todas las etapas: desde el desarrollo genético y la producción de semillas, hasta la siembra, el acopio y la molienda para la obtención de sémola de alta calidad. Su éxito se sostiene en una combinación de factores estratégicos, entre los que destacan la rigurosa selección de variedades y ambientes de cultivo, la ubicación privilegiada de su planta industrial, un fuerte compromiso con la sustentabilidad, la incorporación constante de tecnologías de vanguardia, la garantía de calidad en cada etapa del proceso y una larga trayectoria en el sector agroindustrial.

La empresa no solo selecciona la genética sino que multiplica semillas propias y siembra tanto en campos propios como en convenio con productores bajo supervisión técnica, en un radio aproximado de 200 km alrededor de Bahía Blanca.

Entre sus características más importantes se destacan:

Sostenibilidad y tecnología

- **Sostenibilidad:** desarrolla variedades que requieren mínimo uso de agroquímicos, práctica rotaciones de cultivo y acopio bio-conservado según normativas europeas; su sistema de molienda minimiza residuos y energía, y está certificado bajo la norma ISO 14001.
- **Alta tecnología:** Busca emplear la última tecnología en cada etapa, desde siembra directa con GPS, acopio de precisión, hasta molienda automatizada, utilizando

equipamiento de la firma suiza Bühler AG, con capacidad de procesamiento de hasta 550 toneladas diarias (dos diagramas de 300 y 250 t/día).

Calidad y trazabilidad

- Posee certificaciones en ISO 22000/FSSC 22000 y aplica buenas prácticas agrícolas e industriales, además de un plan HACCP que asegura la calidad e inocuidad de sus productos.
- Implementa una trazabilidad total de los granos, asegurando transparencia y control desde el cultivo hasta la molienda.

Actualmente, sus clientes principales son en su gran mayoría de los países limítrofes, Brasil (todos los días), Chile (todas las semanas), Uruguay, Paraguay, en menor medida a Bolivia, Perú y países del Caribe. Muy esporádicamente comercializan a Sudáfrica, condicionado por el valor del flete. En cuanto, a la logística de las exportaciones, cuenta con sede de la Aduana en el molino, por lo tanto, los camiones salen del molino precintados y con todas las autorizaciones correspondiente, lo cual genera agilidad y seguridad para el comprador y vendedor de la materia prima, debido a que, el camión solamente es abierto en su destino final.

V. 1. Misión

Proveer alimentos de calidad en forma competitiva y sustentable, acompañando las tendencias del mercado y las expectativas de los clientes internacionales. La producción, orientada al crecimiento sostenible, incorpora programas de agricultura regenerativa y estrategias de selección genética, lo que permite adaptarse a los cambios y liderar las transformaciones del sector.

V. 2. Visión

Lograr ser una empresa líder en la obtención de alimentos incluyendo todos los eslabones de la cadena alimenticia, con el objetivo de ser: saludables, sustentables y competitivos.

V. 3. Organigrama

En la Figura 1, se muestra en forma sintética el organigrama de la empresa. La mayor jerarquía es la del Presidente (Cdor. Fabián Weimann), quien supervisa y coordina tres grandes áreas principales: sector agrícola, sector industrial, sector de investigación y desarrollo.

La práctica profesional fue desarrollada dentro del sector agrícola principalmente, pero con articulaciones con el sector de investigación y desarrollo y el sector industrial.

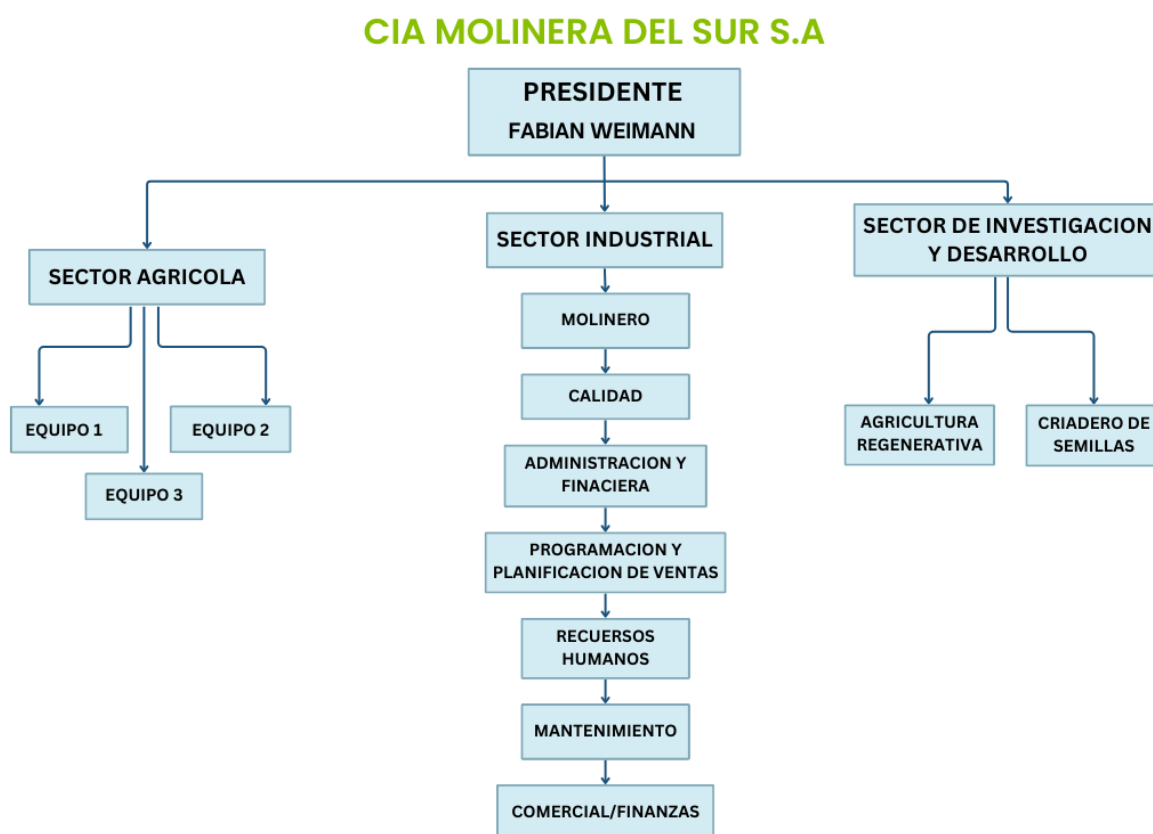


Figura 1. Organigrama de Compañía Molinera del Sur.

V. 4. Metodologías y actividades desarrolladas durante la práctica profesional

Las actividades que se enmarcaron en la PPS tuvieron lugar en varios ámbitos de CMS, con el monitoreo de cultivo en su establecimiento “Las Lomas” en el partido de Coronel Rosales, donde se desarrolló la práctica profesional. La PPS tuvo una duración de seis meses, desde julio a diciembre de 2024.

La experiencia consistió en realizar visitas periódicas al establecimiento con el acompañamiento y supervisión del responsable de esta sección de la empresa, el Ing. Agr. Federico Lloret, con el objetivo de llevar adelante un monitoreo integral del cultivo de trigo candeal. Para ello, se desarrollaron las siguientes actividades principales:

- Interrupción del cultivo de servicio mediante la aplicación de un desecante.
- Monitoreo del barbecho para evaluar la presencia de malezas y la humedad del perfil.
- Fertilización con urea en pre-siembra y durante el ciclo de crecimiento del cultivo.
- Siembra de trigo candeal en el lote asignado.
- Seguimiento del crecimiento y desarrollo del cultivo, con observación del estado de los distintos lotes en sus diferentes etapas fenológicas.
- Monitoreo de malezas, plagas y enfermedades para la toma de decisiones respecto a la aplicación de fitosanitarios.
- Aplicación del fertilizante foliar BlueN para potenciar la disponibilidad de nitrógeno.
- Cosecha y toma de muestras.
- Procesamiento y análisis de los datos obtenidos, vinculando rendimientos, calidad y márgenes económicos y aspectos ambientales

Además de las tareas de seguimiento directo, se realizaron las siguientes instancias de capacitación y visitas técnicas que permitieron complementar la experiencia práctica:

- Visita a la estancia Pichi Hue, con el objetivo de conocer la infraestructura y la metodología de trabajo aplicada a la obtención de nuevas líneas de trigo candeal desarrolladas por la Ing. Agr. Adelina Larsen.
- Visita a la planta industrial de CMS. en Bahía Blanca, para interiorizarse en los procesos de molienda y en las exigencias de calidad que demanda el mercado del trigo candeal, bonificaciones y ajustar las estimaciones económicas del cultivo en seguimiento.

VI. MARCO REFERENCIAL

VI. 1. Producción de Trigo en Argentina

La producción de trigo en Argentina ocupa el tercer lugar entre los granos, luego de la soja y el maíz. El país se especializa principalmente en trigo pan (*Triticum aestivum* L.), que representa alrededor del 98% de la producción, mientras que el trigo candeal (*Triticum turgidum* L. var *durum*), destinado a la elaboración de pastas, alcanza apenas entre el 1% y 1,5%, y el trigo blando “galletero” (*T. aestivum*) representa aún una menor proporción (SAGyP, 2025). En la campaña 2024/25 la producción nacional de trigo fue de 18,8 millones de toneladas, con exportaciones por 12,2 millones hacia 47 destinos, siendo Brasil el principal comprador (con un 40% del total (AF, 2025).

La producción se concentra en la provincia de Buenos Aires, que aporta la mitad del volumen nacional, seguida por Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos. Los rendimientos promedios oscilan entre 2,8 y 3,5 t/ha⁻¹, condicionados por la variabilidad ambiental y los contextos comerciales. La demanda interna se cubre holgadamente con unas 6 millones de toneladas, mientras que el saldo exportable refuerza la relevancia del complejo triguero en la balanza comercial (SAGyP, 2025).

Desde el punto de vista cualitativo, Argentina dispone de programas de mejoramiento genético apoyados en biotecnología, que permiten atender demandas específicas: trigos panificables con distintos niveles de calidad, trigos candeales para pastas y, en menor medida, trigos blandos para galletitería (CIA, 2024). En el mercado interno, la harina de trigo se destina principalmente a pan tradicional (71%), seguido por pastas (9%), galletitas y bizcochos (7%) y pan industrial (5%).

El comercio del trigo candeal se rige por la Norma de Calidad para la Comercialización de trigo fideo (NORMA XXI - Resolución SAGyP 1075/94), que clasifica el grano en tres grados en función del peso hectolítrico, materias extrañas, granos dañados, granos quebrados y/o chuzos y granos con carbón, etc; considera bonificaciones o descuentos adicionales según parámetros de proteína, humedad, presencia de impurezas y vitreosidad. (BCP, 2025). Estas pautas determinan la liquidación final de la mercadería entregada, reforzando la necesidad de

estrategias de manejo que aseguren no solo volumen, sino también calidad, especialmente en trigos diferenciados como el candeal.

Tabla 1. Norma de calidad para la comercialización de trigo fideo.



Norma de calidad para la comercialización de trigo fideo

NORMA XXI - Resolución SAGyP 1075/94



BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO
CÁMARA ARBITRAL DE CEREALES

GRADO	Peso Hectolitrico Mínimo Kg.	TOLERANCIAS MAXIMAS PARA CADA GRADO					Granos Picados Máximo %	Trébol de olor (Melilotus sp.) Semillas c/100 grs. Máximo	H U M E D A D Max. %	Trigo Pan Máximo %	Vitreosidad Mínimo %	VITREOSIDAD (2)	
		Materias Extrañas %	Ganos Dañados		Granos Quebrados y/o Chuzos (1) %	Granos con Carbón %						Bonificación	Rebaja
			Granos ardidos y dañados por calor %	Total Dañados %									
1	78	0,75	0,50	1,00	1,50	0,10	0,50	8	14,0	3,00	50	PROTEINAS (2)	
2	76	1,50	1,00	2,00	3,00	0,20							
3	72	3,00	1,50	3,00	5,00	0,30							
Descuento porcentual a aplicar por cada kg. faltante de PH. o sobre el porcentaje de excedentes	1.0	1.0	1.5	1.0	0.5	5.0	2.0	2% de merma y gastos de zarandeo	Merma por tabla y gastos de secada	0.5	Ver recuadro aparte	Para valores superiores a 11% (base 13,5% de humedad), se bonificará a razón del 2% por cada por ciento o fracción proporcional. Para valores inferiores a 10% (base 13,5% de humedad), se rebajará a razón de 2% por cada por ciento o fracción proporcional.	

INSTITUTO ARGENTINO DE SANIDAD Y CALIDAD VEGETAL

Libre de insectos y arácnidos vivos.

(1) Son todos aquellos granos o pedazos de granos de trigo fideo que pasan por una zaranda de agujeros acanalados de 1,6 mm. de ancho por 9,5 mm. de largo, excluidos los granos o pedazos de granos de trigo fideo dañados.

(2) Bonificaciones y rebajas sobre el precio del grado 2.

Arbitrajes establecidos descuentos sobre el precio (según intensidad)

Punta negra por carbón desde 1% a 4%.

Revolcado en tierra desde 0,5% a 2%.

Olores comercialmente objetables desde 0,5% a 2%.

VI. 2. El Trigo Candeal

El trigo candeal posee características particulares que lo diferencian del trigo pan y le otorgan ventajas comparativas en ambientes cálidos y secos, debido a su mayor tolerancia a la sequía y a su ciclo de desarrollo más corto (Miravalle, 2020). A nivel mundial, se cultivan unas 18,5 millones de hectáreas, con una producción estimada entre 35 y 40 millones de toneladas, lo que representa alrededor del 8% de la producción triguera global (Figura 2). Los principales productores y exportadores son Canadá con más del 50% del total, seguidos por países de Europa como Italia y España, y Estados Unidos (IGC, 2024).

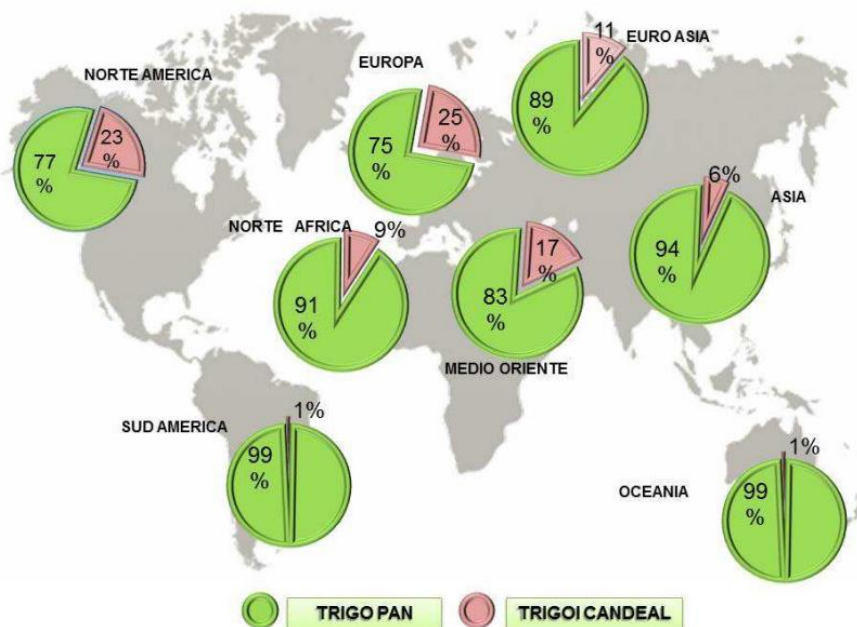


Figura 2. Producción de trigo pan y trigo candeal en el mundo (%). Fuente: International Wheat Council, 2006. Adaptado de Seghezzo, 2014.

En Argentina, el trigo candeal fue introducido en la provincia de Buenos Aires hacia la década de 1920 por inmigrantes italianos, alcanzando una rápida difusión en las décadas siguientes (Seghezzo, 2015). Durante la campaña 1969/70 el país logró una producción récord de 760.000 toneladas en 419.700 hectáreas sembradas, ubicándose en el tercer lugar entre los exportadores mundiales, con Italia como principal destino, impulsado por las exigencias de calidad del mercado (Molfese et al., 2017). En la actualidad, la superficie promedio sembrada en los últimos cinco años es de 57.000 hectáreas, con una producción estimada en torno a las 144.000 toneladas anuales, aunque otras fuentes elevan esa cifra a cerca de 300.000 toneladas (CIA, 2024). Estas oscilaciones se explican principalmente por las condiciones agro climáticas interanuales.

Desde 2007, las exportaciones argentinas de sémolas de trigo candeal muestran una tendencia creciente, motorizadas en gran medida por la actividad de CMS, que hoy concentra el 97% de las ventas externas, con Brasil como destino casi exclusivo (95%). La región del sudoeste bonaerense, donde se concentra buena parte de la producción, ofrece condiciones ambientales muy favorables: altas temperaturas y baja humedad relativa en el llenado de grano, vientos secos y un rápido secado poscosecha, lo que contribuye a obtener granos duros y vítreos con alto contenido proteico (Miravalle, 2020). Esta calidad, altamente valorada por la industria

molinera, permite maximizar el rendimiento de sémola frente a la harina, consolidando al candeal como un cultivo estratégico para la diferenciación productiva y la competitividad exportadora (Miravalle et al., 2008). Dentro del Sudoeste Bonaerense se observan algunas características generales en el comportamiento del cultivo a partir de su régimen climático (Figura 3) que incorporan elementos para las evaluaciones de aspectos diferenciales en el manejo del cultivo (Molfese et al., 2020).

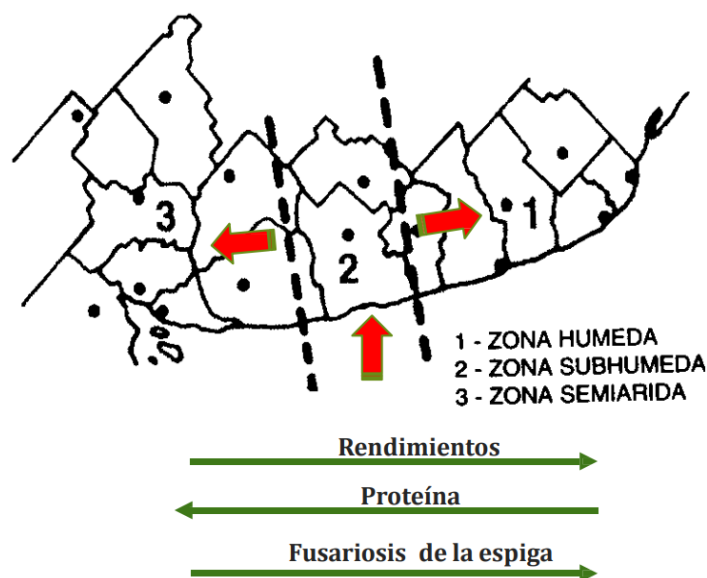


Figura 3. Características agronómicas principales del comportamiento del cultivo en el sudoeste bonaerense. (Cátedra de Producción Vegetal extensiva, UNS)

La presencia de *deoxinivalenol* (DON), es una micotoxina producida principalmente por género *Fusarium* especialmente por la especie *Fusarium graminearum*, constituye una de las principales limitantes sanitarias y comerciales del trigo candeal en la Argentina. Este compuesto, generado bajo condiciones de elevada humedad y temperaturas moderadas durante la floración, no solo reduce el rendimiento y la calidad industrial del grano, sino también parámetros de calidad como una disminución peso hectolítrico y aumentando granos chuzos, sino que también representa un riesgo para la inocuidad alimentaria, afectando la comercialización en mercados que establecen límites estrictos de micotoxinas.

En la región triguera del sudeste bonaerense, se han evidenciado la presencia de DON en campañas con alta incidencia de “fusariosis de la espiga”, destacándose áreas como el partido

de Tres Arroyos, Necochea, donde la frecuencia de condiciones predisponentes como son, lluvias en floración y elevada humedad relativa, favorecen su desarrollo.

En contraste, en el partido de Coronel Rosales, no se hallan registros frecuentes que confirmen la presencia de DON en las últimas campañas evaluadas, ya que, la región presenta condiciones ambientales opuestas, durante la floración y el periodo de llenado de grano, como son, temperaturas altas, baja humedad relativa y vientos desecantes. El conjunto de condiciones climáticas representa una ventaja competitiva para la región, dado que permite ofrecer un trigo candeal de mayor calidad tecnológica y sanitaria, con mejor aceptación comercial y menor riesgo de rechazos en mercados externos. De todas formas, a pesar de no tener evidencia de que existan casos de la presencia de DON, no hay que perder la continuidad de los monitoreos sanitarios y realizar un manejo integrado de cultivo, desde la selección del lote y la variedad del cultivar, hasta la cosecha del mismo.

VI. 3. Las sémolas de trigo candeal en la salud humana

El trigo candeal (*Triticum durum*) se diferencia de manera significativa del trigo pan (*Triticum aestivum*) no solo en su morfología y usos industriales, sino también en su perfil nutricional. (Figura 4). A partir de su grano se obtiene la sémola, materia prima esencial en la elaboración de pastas secas de calidad, muy valoradas tanto en el mercado interno como en la exportación.

La pasta elaborada con sémola de trigo candeal presenta un contenido proteico superior (12–14%), mayor cantidad de fibra dietaria y un índice glucémico más bajo respecto a las pastas elaboradas con harina 0000 de trigo pan. Esto se traduce en una digestión más lenta, mayor sensación de saciedad y una respuesta más favorable en la regulación de la glucemia, lo que la convierte en un alimento recomendable para personas con dietas orientadas al control del peso corporal y la prevención de enfermedades metabólicas como la diabetes tipo 2 (Ridner et al., 2025). Además, el gluten del trigo candeal es más fuerte y confiere a la pasta una textura firme al dente, altamente apreciada en la gastronomía internacional (Acevedo et al., 2007).

Por el contrario, las pastas elaboradas con harina 0000, proveniente del trigo pan, contienen menor proporción de proteínas, se digieren más rápido y producen incrementos más bruscos de

glucosa en sangre, lo que desde el punto de vista nutricional las vuelve menos recomendables para un consumo habitual (Ridner et al., 2015) (Figura 3).

En los últimos años, diversos estudios en nutrición humana han señalado que la incorporación de cereales integrales o con bajo índice glucémico en la dieta diaria contribuye a disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas, a la vez que mejora la calidad de vida de los consumidores. En este marco, la producción de trigo candeal y sus derivados adquiere relevancia no solo económica sino también estratégica para la salud pública, dado que responde a una demanda creciente de alimentos más saludables y de mayor calidad nutricional.

La expansión del cultivo en regiones como el sudoeste bonaerense, aún en zonas marginales, se presenta entonces como una oportunidad de generar valor agregado local y posicionar al país en un segmento de alimentos diferenciados que combina nutrición, calidad industrial y competitividad internacional.

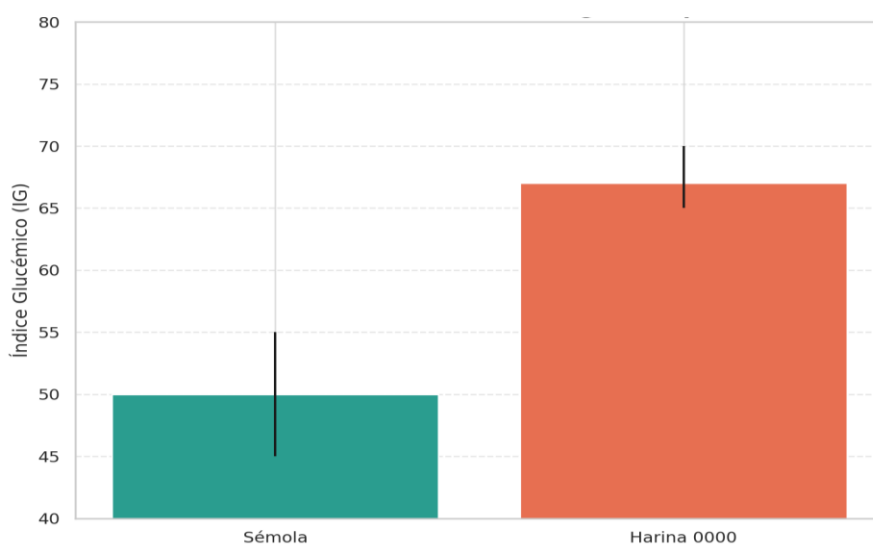


Figura 4. Índice glucémico medio de pastas según tipo de harina o sémola. Adaptado de Ridner et al., 2015.

VI. 4. La importancia del manejo de la fertilización nitrogenada en trigo candeal en zonas semiáridas.

El nitrógeno (N) es el macronutriente de mayor relevancia para el desarrollo del trigo, requiere en promedio 30 kg N Tn⁻¹ de grano, constituyendo un componente esencial de aminoácidos, proteínas y clorofila. Su disponibilidad en el suelo y su correcta aplicación impactan directamente sobre el crecimiento vegetativo, la fotosíntesis, la formación de biomasa y, fundamentalmente, sobre el rendimiento y la calidad del grano. En el caso del trigo candeal, cultivar de alto valor industrial destinado a harinas especiales, el manejo adecuado del N es crítico no sólo para alcanzar niveles productivos satisfactorios, sino también para garantizar una vitreosidad elevada del grano, característica esencial para la comercialización y la molienda (Gandrup et al., 2004).

En suelos de zonas semiáridas, como los del partido de Coronel Rosales, la estratificación del nitrato en los primeros centímetros y la limitada retención de humedad generan restricciones adicionales para la disponibilidad de N durante los períodos críticos de demanda del cultivo, particularmente en etapas reproductivas (Quiroga et al., 2003). Esto obliga a un manejo dinámico de la fertilización, ajustando las dosis según las condiciones climáticas, el potencial productivo del lote y el balance de N calculado desde la siembra hasta la madurez del grano (Molfese et al., 2020).

El N influye de manera directa en el porcentaje de proteína final del grano. La mayor parte de este nutriente es absorbido por la planta antes del inicio del llenado, y su aporte al grano proviene principalmente de la removilización de reservas acumuladas en los tejidos vegetativos. Durante el período de llenado, los fotoasimilados se trasladan hacia el grano, hasta alcanzar la madurez fisiológica, momento en que cesa dicho transporte y el único cambio posterior es la pérdida de humedad. En este proceso, la disponibilidad de N determina la formación de la matriz proteica y, por consiguiente, el contenido de proteínas y la dureza del grano (Stratonovitch et al., 2015). En situaciones de estrés hídrico o deficiencia nutricional previas a la floración, la removilización de N hacia el grano se ve limitada, lo que afecta la vitreosidad y reduce la calidad industrial del trigo candeal.

En ambientes semiáridos, las limitantes hídricas y térmicas potencian la volatilización y lixiviación del N, reduciendo la eficiencia de la fertilización. Un manejo fragmentado y estratégico, que combine aplicaciones al inicio del ciclo y suplementos en etapas clave como macollaje y elongación de tallo, puede optimizar la absorción y minimizar pérdidas. Asimismo,

la planificación del manejo debe integrar pronósticos climáticos y estimaciones de rendimiento objetivo, ajustando la fertilización según la variabilidad del lote y las expectativas de producción (Martínez et al., 2012).

Finalmente, la correcta gestión del N en trigo candeal tiene un impacto directo sobre la rentabilidad del cultivo. Al mejorar los rendimientos y la calidad del grano, se incrementa el margen bruto, especialmente en zonas marginales donde los costos de producción y las limitaciones ambientales reducen la eficiencia general. De esta manera, un diagnóstico de fertilidad dinámico y una fertilización nitrogenada bien planificada constituyen herramientas clave para sostener la competitividad de los productores en el sudoeste bonaerense y garantizar el abastecimiento de un trigo de alta calidad para la industria molinera (Seguezzo, 2015).

VI. 5. Circuito del grano a la molienda, relación con la fertilización y calidad

La mayor parte del trigo candeal se destina a la producción de fideos, siendo la sémola de alta calidad, el insumo esencial para obtener un producto competitivo. La sémola se caracteriza por partículas de endosperma con granulometría uniforme, color amarillo brillante natural y ausencia de pecas o partículas extrañas que puedan afectar el color y la textura del producto final. La obtención de sémola de calidad depende tanto de la selección del grano en origen como de un adecuado procesamiento en el molino.

Recepción y almacenamiento:

El trigo que llega al molino es primero pesado y evaluado en su calidad, verificando que cumpla con los estándares requeridos para su destino industrial y pasa a la zona de descarga. (Figura 5). En el caso del trigo candeal, no se suelen realizar mezclas entre diferentes variedades, dado que la uniformidad del grano es fundamental para garantizar una molienda homogénea y una sémola consistente. La humedad del grano se controla estrictamente, debiendo ser inferior al 14% para evitar fermentaciones y asegurar un almacenamiento seguro.

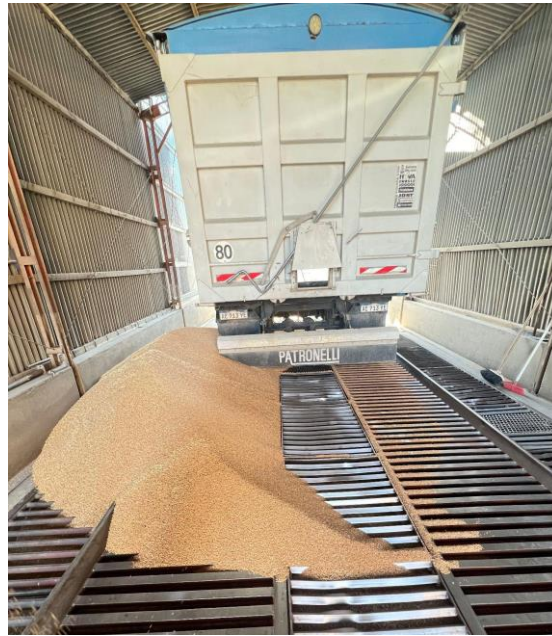


Figura 5. Sector de recepción del grano en CMS.

Limpieza y acondicionamiento:

El proceso de limpieza elimina impurezas que puedan generar pecas, incluyendo restos de malezas, piedras, otros granos y partículas de salvado (Figura 6). Para el trigo candeal, la dureza del grano provoca roturas durante el transporte, por lo que se incorporan mesas gravimétricas, separadores en espiral y clasificadora por color. El acondicionamiento incluye pelado y perlado, así como la adición controlada de agua (Figura 7), procesos que facilitan la separación eficiente del endosperma y el salvado, reduciendo contaminación y optimizando la extracción de sémola. Este paso es crítico para uniformizar lotes y lograr una calidad constante de sémola, directamente relacionada con la capacidad del grano de absorber agua y su comportamiento durante la elaboración de fideos.



Figura 6. Impurezas retiradas por la limpieza y el grano limpio CMS



Figura 7. Grano húmedo y silos de reposo CMS.

Molienda:

La molienda se realiza mediante rodillos corrugados (B, D y RED) y equipos complementarios como el plansifter y purificadores (Figura 8). Los rodillos de rotura (B) liberan el endosperma, los de separación (D) eliminan el salvado adherido a la sémola compuesta, y los de reducción (RED) ajustan la granulometría final. La eficiencia de la purificación es esencial para minimizar harinas y pecas, obteniendo sémolas gruesas o finas según el producto final. La calidad y granulometría uniforme de la sémola influyen directamente en la absorción de agua durante la cocción y en la textura de los fideos (Calidad en TC, M.L Seghezzeo, 2014)



Figura 8. Producto final tipos de sémolas CMS

Relación con fertilización nitrogenada y proteína:

El rendimiento y la concentración de proteína del trigo candeal están estrechamente vinculados con el manejo agronómico en campo, especialmente con la fertilización nitrogenada. Una adecuada aplicación de nitrógeno incrementa el contenido de proteína en el grano, mejorando las propiedades funcionales de la sémola y la absorción de agua, factores clave para la calidad industrial de los fideos. Sin embargo, en zonas marginales como el partido de Coronel Rosales, bajos rendimientos derivados de limitaciones edáficas o climáticas pueden concentrar la proteína en el grano, generando una alta calidad tecnológica a pesar de una menor cantidad de materia prima. Por el contrario, excesos de nitrógeno pueden incrementar el riesgo de roturas de grano, daño por enfermedades y variabilidad en la molienda.

VII. MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN EN TRIGO CANDEAL EN ZONAS DE BAJA APTITUD AGRÍCOLA. ANÁLISIS ECONÓMICO Y ESTRATÉGICO

VII. 1 Área de Trabajo y tecnología de cultivo

El área de trabajo se ubicó en el partido de Coronel Rosales (Figura 9), Este distrito comprende una superficie de 1.312 km² y se encuentra próximo a 30 km del molino de CMS.

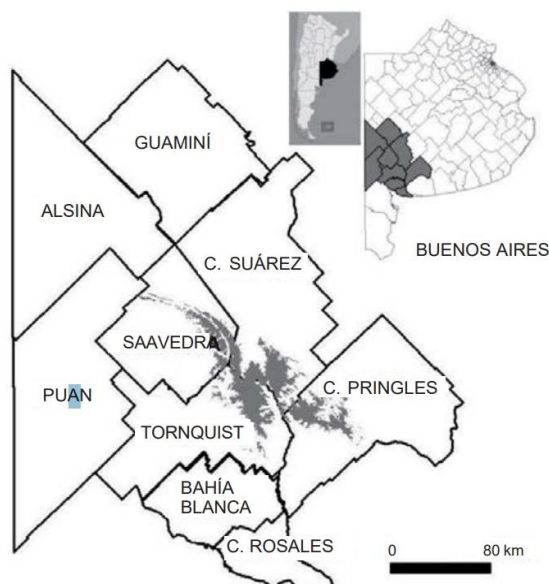


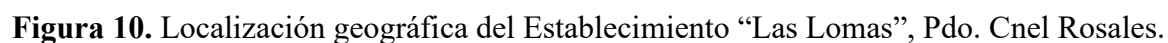
Figura 9. Mapa del Sudoeste Bonaerense con la ubicación del Partido de Cnel Rosales.
Adaptado de RIAN INTA, 2007.

El clima de esta región es semiárido-templado, con estaciones térmicas bien diferenciadas. La temperatura media anual se ubica en torno a los 15 °C, con medias del mes más cálido cercanas a 22–23 °C (enero) y del mes más frío próximas a 7–8 °C (julio). El promedio histórico de días con heladas anuales ronda entre 15 y 20, concentrándose principalmente en los meses de mayo a septiembre, con mayor frecuencia en junio y julio.

El nivel de precipitaciones medio anual histórico se ubica entre 600 y 650 mm, con marcada variabilidad intra e interanual. Los valores extremos registrados muestran un rango que oscila aproximadamente entre 350 mm en años secos y 1000mm en años húmedos. Esta oscilación condiciona fuertemente la producción de los cultivos (Torres Carbonell et al., 2012)

Respecto a los recursos naturales, el distrito presenta suelos de aptitud agrícola-ganadera, con predominio de Argiudoles y Haplustoles, aunque en sectores aparecen suelos con limitaciones de profundidad y drenaje. Estas características edafoclimáticas permiten la realización de cultivos de cosecha con moderados rendimientos (RIAN INTA, 2007).

La práctica profesional se llevó adelante en el establecimiento “Las Lomas”, ubicado en la Ruta Nacional N°3 Km 661, partido de Coronel Rosales, a 23 km de la ciudad de Bahía Blanca y a 21,7 km de la ciudad de Punta Alta (Figura 10).



La unidad de producción cuenta con 1172 ha dedicadas en el presente ejercicio principalmente a trigo candeal en las zonas altas y en los bajos salinos se desarrolla la producción de pasturas permanentes de agropiro para semilla o rollos. La Figura 11 expone la distribución de lotes con sus respectivas superficies. Los trabajos de siembra, pulverización y cosecha se tercerizan, en cambio, la fertilización es con maquinaria propia.

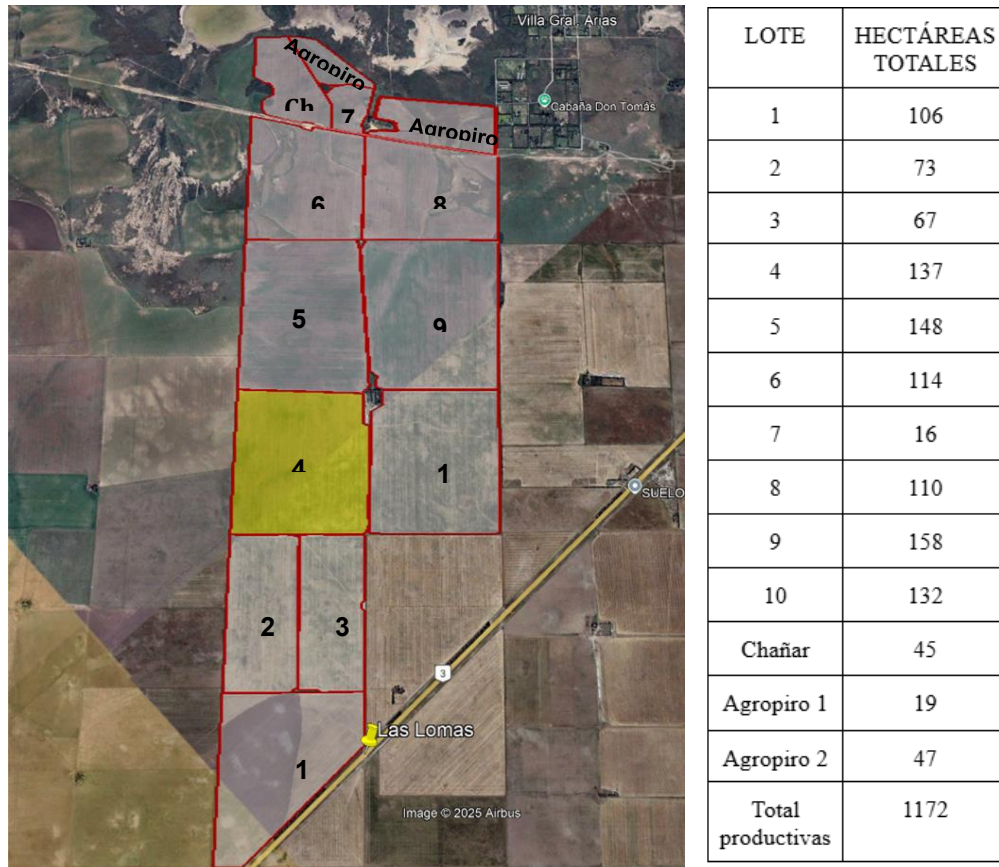


Figura 11. Distribución y superficies de lotes en el establecimiento “Las Lomas”

VII. 2 Manejo del cultivo de trigo candeal durante la campaña 2024/25

La siembra del cultivo se realizó el 24 de junio de 2024, utilizando el cultivar Athoris con una densidad de 75 kg ha^{-1} de semilla tratada previamente con fungicida e insecticida (difenoconazole, fludioxonil, tiametoxam y sedaxane). La distancia entre hileras fue de 19 cm, con el objetivo de alcanzar entre 160 y 180 plantas m^2 . La profundidad de siembra fue de 3,5 cm (Figura 12).



Figura 12. Profundidad de siembra de 3,5 cm (izquierda). Lote ya sembrado (derecha)

Como fertilización de base, se incorporaron 50 kg ha^{-1} de MAP (fosfato monoamónico) junto con la semilla (Figura 13) y en pre siembra se aplicaron 150 kg ha^{-1} de urea granular al voleo.



Figura 13. Semilla de Trigo Candeal, Athoris (Izquierda). Fertilizante MAP (derecha).

El cultivar Athoris es de ciclo corto, porte semierecto y altura promedio de 0,85 m. Presenta capacidad de macollaje media, elevado potencial de rendimiento, buen comportamiento frente al vuelco y riesgo de desgrane moderado. En términos sanitarios, manifiesta buena tolerancia a roya del tallo y septoria, tolerancia intermedia a roya amarilla y roya anaranjada, y una respuesta aceptable frente a fusarium y mancha amarilla. A nivel de calidad, se destaca por su aptitud panadera y molinera: 12,1 % de proteína en grano, peso hectolítrico de 80, índice de estabilidad medio y peso de 1.000 granos de 42 g.

El MAP (11-22-00) es una fuente eficiente de fósforo y nitrógeno, caracterizado por su alta concentración de fósforo y granulometría entre 1,0 y 4,0 mm. Al ser el fósforo un nutriente inmóvil, se colocó localizado junto a la semilla. La urea granulada (46-0-0) constituye la principal fuente de nitrógeno, siendo el fertilizante sólido de mayor concentración de este nutriente.

El seguimiento del cultivo se efectuó mediante monitoreos quincenales (15-20 días), registrando estados fenológicos, condiciones ambientales y eventuales adversidades.

El primer acercamiento al lote fue luego de la siembra, para observar el avance del establecimiento (Figura 14) y determinar la presencia de anomalías que dificulte el mismo, ya que, el número de plantas m^{-2} es un factor que nos define el potencial rendimiento.



Figura 14. Establecimiento del cultivo de trigo candeal en “Las Lomas”

El lote, bajo labranza cero, presentaba buena humedad inicial gracias al rastrojo. Durante la implantación se observaron manchones de raigrás senescentes debido al correcto barbecho químico y escasos sectores con raigrás en emergencia, que generaron cierta competencia y redujeron levemente el stand de plantas. (Figura 15).



Figura 15. Manchones senescentes de raigrás y en emergencia.

Sin embargo, hacia el 22/08/2024, luego de precipitaciones y ya en estado de macollaje, el cultivo mostró excelente estado, sin presencia de enfermedades ni plagas, y con una baja incidencia de malezas. (Figura 16).



Figura 16. Estado de macollaje.

Las malezas detectadas en una de las visitas al lote fueron, *Raphanus sativus* “nabón” (Figura 17); *Bowlesia incana* “bowlesia” (Figura 18); Raigrás en estado de roseta (Figura 19) y nuevos individuos de raigrás (Figura 20).



Figura 17. *Raphanus sativus* “Nabón”



Figura 18. *Bowlesia incana* “Bowlesia”



Figura 19. Raigrás



Figura 20. Raigrás en estado de emergencia.

Un aspecto destacado fue la observación de lombrices (*Lumbricus terrestris*), bioindicadores de buena salud del suelo (Figura 21). Su presencia mejora la estructura y aireación, incrementa la fertilidad y estabilidad del sistema productivo y contribuye a la resiliencia, reduciendo la dependencia de insumos químicos



Figura 21. Presencia de "Lombrices"

Posteriormente, tras las lluvias de agosto, se esperó el secado del suelo para realizar una aplicación de herbicidas antes del cierre del surco. Se utilizó Voleris (2,4-D éster etilhexílico), de baja volatilidad, sistémico y de acción hormonal, en combinación con Banvel (dicamba), herbicida post-emergente para el control de malezas de hoja ancha. (Figura 22). Para optimizar la eficacia de la aplicación se agregó el coadyuvante Full Control Bio (AgroSpray), que corrige el pH y potencia la acción del caldo de aplicación.

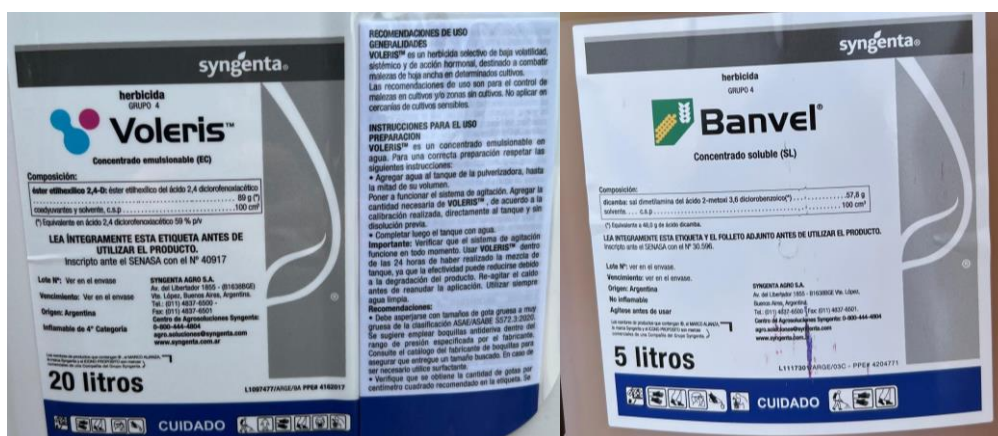


Figura 22. Fitosanitarios utilizados

VII 3. Ensayo y aplicación de fertilizantes

El objetivo particular de esta práctica fue analizar el impacto de la fertilización foliar en combinación con diferentes niveles de urea en el rendimiento, gluten, el porcentaje de proteína del grano y finalmente sobre el resultado económico. Se utilizó el fertilizante foliar biológico, BlueN (Figura 23).

BlueN es un fertilizante biológico promotor del crecimiento, que optimiza la eficiencia nutricional de los cultivos. Está compuesto por la bacteria natural *Methylobacterium symbioticum* SB23, caracterizada por su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico. La bacteria coloniza toda la planta, ingresando a través de las hojas y trasladándose a hojas nuevas, raíces y tallos.



Figura 23. Fertilizante foliar BlueN.

El funcionamiento del fertilizante foliar se basa en que las bacterias de BlueN ingresan a las hojas a través de los estomas y se establecen en la zona del citoplasma cerca de los cloroplastos. Una vez dentro, el nitrógeno fijado se transforma en amonio, quedando disponible para el cultivo durante todo el ciclo, de manera controlada y eficaz. En trigo, se recomienda aplicar el producto en pleno macollaje hasta dos nudos elongados, con una dosis de $0,333 \text{ kg ha}^{-1}$. (Figura 24).

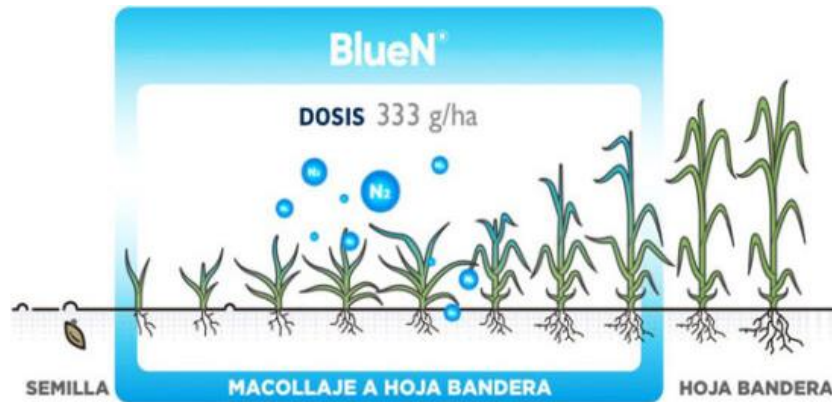


Figura 24. Dosis y etapa de la aplicación.

Principales beneficios de implementar BlueN:

- Eficiencia del uso de nitrógeno: las bacterias suministran N de forma constante en condiciones de limitación o inestabilidad del suelo.
- Flexibilidad en la aplicación: coloniza con eficacia y rapidez toda la planta.
- Nutrición equilibrada.
- Fácil de utilizar: formulación en polvo liviana.
- Sostenibilidad: evita lixiviación, volatilización o daños ambientales.
- Alta compatibilidad con otras soluciones.

La fecha de aplicación de Blue N fue el 24/08/24. Posterior a la aplicación, a los 15 días, se realizó la segunda parte del ensayo, con fertilización de urea en dosis variables (Figura 25).



Figura 25. Fertilización con urea a dosis variables.

El ensayo con dosis variable de urea más BlueN, se llevó a cabo en el potrero N°4, con una superficie de 2.94 ha para cada tratamiento. La disposición del ensayo fue en cinco parcelas contiguas con distintos niveles de fertilización (Figura 26). Debido a limitaciones logísticas de la empresa no se efectuaron repeticiones, por lo que no fue posible aplicar análisis estadístico formal. En consecuencia, los resultados se consideran solo exploratorios y orientativos, ya que no muestran diferencias significativas estadísticas entre tratamientos.

1. Testigo
2. BlueN.
3. BlueN + 100 kg Urea.
4. BlueN + 150 kg Urea.
5. BlueN + 180 kg Urea.

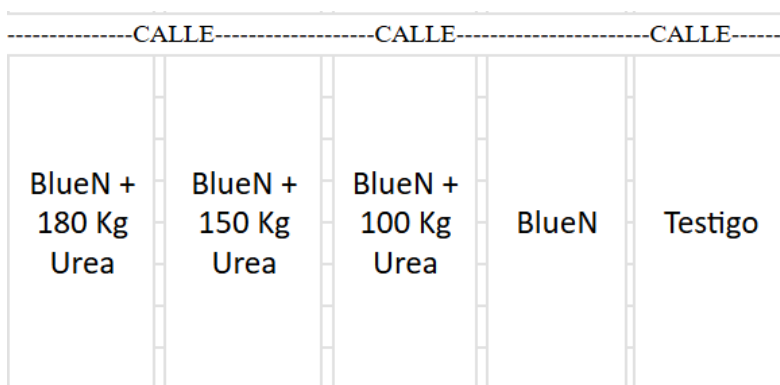


Figura 26. Esquema de la disposición de los tratamientos.

VII 4. Monitoreo final del cultivo y cosecha

En el monitoreo posterior a la fertilización cuando el cultivo se encontraba en la etapa de hoja bandera totalmente expandida y vaina de hoja bandera extendiéndose (Figura 27). No se observaron malezas ni enfermedades.



Figura 27. Trigo candeal en hoja bandera totalmente expandida

Al 22/10/24, el cultivo estaba en estado de grano lechoso (Figura 28). Se aprecian claras diferencias entre tratamientos: los lotes 1, 2 y 3 mostraron mayor número de plantas (Tabla 1) y espigas por m², así como espigas más grandes, gracias a la mejor disponibilidad de nitrógeno. El tratamiento BlueN + 100 kg se mostró levemente superior a BlueN solo y al Testigo, con una performance relativamente mejor, especialmente en el tamaño de espiga, aunque sin superar a algunos tratamientos con fertilización química. En cambio, el lote 5 (BlueN + 180 kg Urea) mostró un exceso de macollos que luego se perdieron por competencia, resultando en espigas más chicas y menor densidad final.

Tabla N°2. Muestreo de cañas por metro cuadrado.

<i>Testigo</i>	<i>BlueN</i>	<i>BlueN + 100 kg</i>	<i>BlueN + 150kg</i>	<i>BlueN + 180kg</i>
442.6	462.9	436.6	410.3	320.9
410.3	394.5	405.0	384.0	352.4
394.5	410.3	415.5	415.5	389.2
399.8	384.0	420.8	418.8	384.0
413.5	362.9	426.0	399.8	400.0
341.9	431.3	394.5	405.0	368.2
415.5	399.8	441.8	368.2	378.7
410.3	378.7	399.8	378.7	357.7
399.8	357.7	431.3	394.5	336.6
398.7	426.1	420.8	408.5	362.9
PROMEDIO				
402.7	400.8	419.2	398.3	365.1
DESVÍO STANDARD				
25.3	32.7	15.7	16.7	24.4



Figura 28. Estado de grano lechoso

Del 24 al 27 de octubre el cultivo sufrió un evento de estrés térmico con cuatro días de temperaturas máximas de 35°C y vientos desecantes de más de 50 km h⁻¹, en un mes de muy bajas precipitaciones. Lo cual permitió inferir graves daños sobre los altos rendimientos que se proyectaban a cosecha hasta el momento.

El 15/11/24, el lote alcanzó la madurez fisiológica (Figura 29).



Figura 29. Estado de madurez fisiológica

En esta etapa se evaluó la calidad del grano (Figura 30) y se planificó la logística de cosecha.



Figura 30. Espiga y granos en madurez fisiológica.

La cosecha en el establecimiento *Las Lomas* comenzó el 3/12/24. Se cosechó cada parcela de forma individual y posteriormente se registró el valor de cada tratamiento de la balanza de la monotolva donde descargaba la cosechadora para realizar las estimaciones de rendimiento de cada tratamiento. Para los análisis de calidad se tomaron en ese momento, muestras de 1 kg directamente de la tolva de la cosechadora (Figura 31), para evitar mezclas de calidad y asegurar datos precisos.



Figura 31. Cosecha en establecimiento Las Lomas

La cosecha se realizó con una cosechadora John Deere S670 de sistema axial (Figura 32), el cual presenta ventajas: menor daño mecánico de los granos, mayor calidad de cosecha, mayor eficiencia de procesamiento y menor consumo de combustible.



Figura 32. Equipo de cosecha (John Deere S670).

VII. 5. Rendimientos

Los rendimientos obtenidos se presentan en la Tabla 2. Si bien se observaron variaciones entre tratamientos, con valores que oscilaron entre 2034 y 2140 kg/ha, dado el carácter exploratorio del ensayo y la ausencia de repeticiones no se consideró su significancia estadística. En este sentido, el tratamiento con BlueN solo mostró el mayor rendimiento (2140 kg ha/ha), aunque sin poder concluir que ello represente una ventaja consistente frente al testigo (2102 kg/ha) o a las combinaciones con urea.

Durante el período del 25 al 28 de octubre el cultivo enfrentó un arrebato térmico, con temperaturas cercanas a 35 °C, vientos desecantes superiores a 50 km h⁻¹ y un mes sin precipitaciones. El arrebato térmico es un fenómeno característico en los cultivos de trigo de la región, que ocurre cuando el llenado del grano se interrumpe prematuramente por efecto combinado del estrés térmico y el déficit hídrico. Sus consecuencias más relevantes son: una marcada reducción en el peso de mil granos, debido al llenado incompleto; una disminución en la acumulación de almidón en el endosperma; y un aumento en el porcentaje de granos chuzos o dañados. Dado que la proteína es incorporada al grano en etapas tempranas del llenado, su concentración relativa tiende a incrementarse cuando el depósito de carbohidratos se ve limitado por el estrés (Vijayalakshmi et al., 2010; Khatun et al., 2015; Stratonovitch et al., 2015).

Tabla 3. Resultados de rendimiento por tratamiento (kg/ha)

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)
Testigo	2102
BlueN	2140
BlueN +100kg	2051
BlueN + 150kg	2034
BlueN + 180kg	2068

Las combinaciones de BlueN con urea no evidenciaron un patrón claro de respuesta, e incluso mostraron rendimientos levemente inferiores al testigo. Este comportamiento probablemente estuvo influenciado por las condiciones ambientales adversas, que limitaron el aprovechamiento del nitrógeno adicional, así como por el mayor número de macollos en el

tratamiento con 180 kg de urea/ha, que posiblemente derivó en competencia interna y espigas más pequeñas. Además, dado que el cultivo contó con un adecuado nivel de arranque en fertilización nitrogenada, no se esperarían diferencias muy marcadas en un ambiente marginal para la fertilización al macollaje, lo que ayuda a contextualizar la respuesta observada en este ensayo.

Siendo un ensayo exploratorio y con rendimientos tan semejantes, los datos no permiten establecer conclusiones definitivas sobre tendencias de eficacia relativa de los tratamientos. Sin embargo, el ensayo aporta información preliminar que señala la necesidad de profundizar la investigación en futuras campañas, incorporando, en la medida que la logística de la empresa lo permita, un diseño experimental con repeticiones y su correspondiente análisis estadístico, a fin de validar con robustez las posibles ventajas del uso de biofertilizantes como BlueN frente a la fertilización nitrogenada convencional. No obstante, aun en este carácter exploratorio, los resultados sugieren que no sería necesario evaluar inicialmente dosis tan elevadas de fertilización en futuras investigaciones, si existen dificultades de logística para el seguimiento de ensayos. De esta manera concentrar y favorecer los esfuerzos y recursos de muestreo en pocos tratamientos pero con un diseño experimental sólido.

VII 6. Calidad

La evaluación de la calidad se centró en parámetros físico-químicos y tecnológicos relevantes, principalmente el contenido de gluten medido con Glutomatic y la proteína ajustada a base 13,5% de humedad. Estos indicadores se consideraron más consistentes para interpretar la calidad, ya que otras mediciones, como Herpten, constituyen estimaciones indirectas. (Tabla 4)

El testigo presentó un contenido de gluten de 31,8% y proteína ajustada de 13,3%, valores aceptables aunque en el límite inferior de lo considerado óptimo para este tipo de trigo. En los tratamientos con BlueN, ya sea solo o en combinación con urea, se observó una tendencia leve a mejorar estos parámetros, aunque las diferencias fueron pequeñas y, dado el carácter exploratorio del ensayo, no permiten establecer conclusiones definitivas.

El tratamiento con BlueN solo alcanzó valores de gluten de 32,6% y proteína de 13,6%, mientras que las combinaciones con 100 y 150 kg de urea mostraron los valores más altos de gluten (33,7%) y proteína (13,8%). Sin embargo, estas diferencias deben interpretarse con cautela por la ausencia de repeticiones y análisis estadístico.

En cambio, la dosis más elevada (BlueN + 180 kg de urea) presentó una leve disminución en gluten (32,5%) y proteína (13,5%), además de un mayor porcentaje de grano dañado (4,0%) y quebrado/chuzo (1,8%). Este comportamiento podría vincularse al arrebató térmico ocurrido a fines de octubre, que limitó el llenado de grano, pero también sugiere que dosis excesivas de nitrógeno no necesariamente aportan mejoras en calidad.

Tabla 4. Resultados en cuanto calidad para tratamiento.

MUESTRA	H%	GLU TEN	GLUTOMATIC	PROT (13,5%)	PH	VITREOSIDAD	MAT. EXT.	DAÑADO	QUEB. Y CHUZO
TESTIGO	11.6	31.8	30.70	13.3	71.68	46	3.1	4	2.4
BLUEN (SOLO)	11.7	32.6	33.20	13.6	73.52	44	2.6	2.2	1.8
BLUEN + 100 KG UREA	11.6	33.7	33.40	13.8	68.79	45	3.5	2.5	2
BLUEN + 150 KG UREA	11.5	33.7	34.20	13.8	68.59	45	2.2	2.8	2.4
BLUEN + 180 KG UREA	11.6	32.5	32.00	13.5	71.27	42	3.8	4	1.8

Otros parámetros como índice de vitreosidad, tiempo de panificación y materia extraíble se mantuvieron en rangos semejantes entre tratamientos, sin diferencias relevantes para la interpretación de la calidad tecnológica.

Al igual que para lo analizado para el rendimiento, se requiere continuar con ensayos en campañas futuras, incorporando repeticiones y análisis estadístico, para confirmar si estas tendencias se sostienen y definir con mayor precisión las dosis más eficientes.

VII.7. Resultado económico

En Argentina, la producción y comercialización del trigo candeal se estructura principalmente a través de contratos pre-siembra entre la industria y los productores. Este esquema permite establecer con antelación condiciones de calidad y precios diferenciales respecto al trigo pan, aportando previsibilidad a ambas partes. El sistema de bonificaciones y descuentos por parámetros de calidad, como proteína, gluten, peso hectolítrico y vitreosidad, constituye un

mecanismo transparente que premia a los productores capaces de alcanzar estándares superiores, con un plus de hasta un 25–30%.

En este marco, los resultados del ensayo permitieron realizar un análisis económico. En la Tabla 4 se observa un incremento de los costos directos a medida que aumentan las dosis de urea: desde USD 366/ha en el testigo hasta USD 475/ha en BlueN + 180 kg de urea. El fertilizante representa el principal componente variable, pasando de USD 95/ha en el testigo a USD 196/ha en la máxima dosis de urea.

En términos de margen bruto (MB), el testigo alcanzó el valor más alto (USD 154/ha), seguido por BlueN solo (USD 134/ha). En cambio, las combinaciones con urea mostraron márgenes decrecientes, hasta apenas USD 47/ha en BlueN + 180 kg de urea. Estos resultados indican que el mayor gasto en fertilización no se tradujo en un incremento proporcional del rendimiento, lo que repercutió negativamente en la rentabilidad.

Tabla 4. Margen bruto de trigo Zona Sur campaña 2024/25. Partido de Coronel Rosales. "Las Lomas"						
Trigo		Testigo	BlueN	BlueN + 100 Kg Urea	BlueN + 150 kg Urea	BlueN + 180 kg Urea
RENDIMIENTOS	kg/ha	2100	2140	2050	2035	2068
PRECIO A COSECHA (PIZARRA+30% candeal)	USD/TN	236	236	236	236	236
PRECIO NETO	USD/TN	227	227	227	227	227
BONIFICACIÓN CALIDAD	USD/TN	42.6	52.0	52.0	52.0	52.0
INGRESO BRUTO	USD/ha	539	558	537	533	541
GS. COMERCIALIZACIÓN (Comisiones, paritarias)	USD/ha	19	20	22	19	19.0
GS. TRANSPORTE	\$ Km/TN	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
INGRESO NETO	USD/ha	520	538	515	514	522
SIEMBRA DIRECTA	USD/ha	32	32	32	32	32
SEMILLA - curasemilla	USD/ha	35	35	35	35	35
INSUMOS QUIMICOS	USD/ha	119	119	119	119	119
PULVERIZACIONES	USD/ha	27	27	27	27	27
FERTILIZANTES	USD/ha	95	133	168	186	196
FERTILIZADORA	USD/ha	8	8	16	16	16
COSECHA	USD/ha	50	50	50	50	50
COSTOS DIRECTOS	USD/ha	366	404	447	465	475
MARGEN BRUTO	USD/ha	154	134	68	50	47

El análisis de indicadores económicos (Tabla 5) contribuye a profundizar el estudio. El rinde de indiferencia muestra que, en la mayoría de los casos, el testigo o BlueN sólo requieren menores niveles de producción para igualar la rentabilidad de los tratamientos con urea adicional. De forma similar, los precios de equilibrio de las combinaciones con urea (USD 218–230/tn) se ubican por encima del precio real de mercado (USD 227/tn neto con bonificación), lo que limita su viabilidad económica.

Tabla 5. Indicadores económicos complementarios.

Indicadores		s/Pcio nto	s/Pcio nto	s/Pcio nto	s/Pcio nto	s/Pcio nto
Rinde Indiferencia (kg/ha)	kg/ha	1610	1779	1968	2045	2091
Precio de equilibrio \$/tn	USD/tn	174	189	218	228	230
Relación Urea:Trigo		1.54				
Relación MAP:Trigo		3.74				

Discusión:

Los resultados presentados permiten extraer varias consideraciones relevantes para las estrategias de manejo del trigo candeal en ambientes restrictivos como Coronel Rosales. En primer lugar, se confirma que bajo condiciones de estrés climático (arrebato térmico y déficit hídrico en el llenado de granos), la capacidad de respuesta a la fertilización nitrogenada convencional se ve fuertemente limitada. El agregado de urea y BlueN no lograron sostener incrementos en el rendimiento ni en la calidad, y en consecuencia se deterioraron los márgenes económicos.

A pesar de que el análisis se limitó a una sola campaña, desde una mirada de cadena, la información surgida de esta experiencia resulta relevante para la orientación de futuras líneas de investigación. La industria usuaria de trigo candeal demanda un producto de alta calidad y está dispuesta a pagar primas por ello. Sin embargo, en años con alta variabilidad climática, el productor debe priorizar estrategias que aseguren estabilidad de márgenes antes que máximos teóricos de rinde.

Finalmente, los indicadores de rinde de indiferencia y precio de equilibrio refuerzan que el nivel óptimo de fertilización es aquel que maximiza la rentabilidad neta sin sobrepasar puntos críticos de eficiencia. En este ensayo, el exceso de urea demostró ser ineficiente tanto en lo agronómico

como en lo económico, marcando la necesidad de ajustar las decisiones de fertilización a la realidad ambiental y de mercado de cada campaña.

VII.8. Localización estratégica de proximidad al molino

El análisis comparativo entre las tecnologías más utilizadas por CMS en diferentes zonas de influencia, permite evidenciar el peso que tiene la localización sobre la rentabilidad y la sostenibilidad de la cadena (Tablas 6).

En la zona cercana al molino (Coronel Rosales, 25 km), la principal ventaja radica en los menores costos logísticos (USD 9/t). Sin embargo, el potencial de rendimiento es limitado (2.100 kg/ha), lo que reduce la capacidad de amortizar los costos directos (USD 368/ha). En consecuencia, los márgenes brutos resultan ajustados (USD 152/ha), restringiendo la posibilidad de incorporar nuevas herramientas tecnológicas.

En cambio, al extender la producción a zonas medias y alejadas (Dorrego, 90 km, y Tres Arroyos, 200 km), los costos logísticos se incrementan (USD 17–28/t) y los gastos de comercialización llegan hasta USD 107/ha. No obstante, estos mayores egresos se compensarían con un incremento notable en los rendimientos, que bajo el manejo testigo alcanzaron entre 3.000 y 3.800 kg/ha. Esto permitiría absorber mayores costos directos (USD 430–538/ha) y lograr márgenes brutos más elevados (USD 262–296/ha).

En síntesis, la cercanía al molino ofrece ventajas logísticas, sin embargo, las limitaciones edafoclimáticas de Coronel Rosales reducen el potencial de rendimiento y ajustan los márgenes. Por el contrario, las zonas más alejadas presentan mayores costos de comercialización y transporte, aunque logran compensarlos con rendimientos sustancialmente más altos, que derivan en márgenes brutos más rentables. Bajo estas condiciones, se infiere que la fertilización se posiciona como una alternativa más competitiva para capitalizar el potencial productivo de las regiones medias y lejanas.

Tabla 6. Margen bruto de trigo Zona Sur campaña 2024/25. TESTIGO

Trigo		Cnel. Rosales (25km)	Dorrego (90km)	Tres Arroyos (200km)
RENDIMIENTOS	kg/ha	2100	3000	3800
PRECIO A COSECHA (PIZARRA+20% candeal)	USD/TN	236	236	236
PRECIO NETO	USD/TN	227	219	208
BONIFICACION CALIDAD	USD/TN	42.6	42.6	42.6
INGRESO BRUTO	USD/ha	539	752	941
GS. COMERCIALIZACION (Comisiones, paritariras)	\$/ha	19	60	107
GS. TRANSPORTE	\$ Km/TN	9	17	28
INGRESO NETO	USD/ha	520	692	834
SIEMBRA DIRECTA	USD/ha	32	32	32
SEMILLA - curasemilla	USD/ha	35	40	45
INSUMOS QUIMICOS	USD/ha	122	161	216
PULVERIZADORA	USD/ha	27	27	31.5
FERTILIZANTES	USD/ha	95	112	155.5
FERTILIZADORA	USD/ha	8	8	8
COSECHA	USD/ha	50	50	50
COSTOS DIRECTOS	USD/ha	368	430	538
MARGEN BRUTO	USD/ha	152	262	296

VII.9. Aspectos ambientales

CMS ha adoptado un modelo de producción que integra el abastecimiento local de trigo candeal en un radio de 25 a 200 km de su planta procesadora. Este enfoque estratégico no solo optimiza la eficiencia logística, sino que también fortalece la sostenibilidad ambiental y el cumplimiento de normativas agrícolas vigentes. La cercanía entre los campos de cultivo y la planta permite reducir de manera significativa las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al transporte, un factor clave en la huella de carbono de la cadena productiva.

En Argentina, la huella de carbono del trigo se estima en aproximadamente 148,5 kg CO₂ eq por tonelada en la puerta del campo, valor que puede incrementarse por los procesos de transporte y acondicionamiento posteriores (Noticias Agropecuarias, 2021).

Asimismo, la empresa promueve prácticas agrícolas sostenibles como la siembra directa y prácticas de cultivo en todos sus establecimientos, lo que contribuye a la reducción de emisiones y a un uso más eficiente de los insumos. Estas acciones se enmarcan dentro de las Buenas

Prácticas Agrícolas, que incluyen la aplicación responsable de insumos químicos y biológicos, la disminución progresiva de su uso y la implementación de esquemas de rotación adecuados para preservar la salud del suelo y reducir la dependencia externa. En este sentido cabe poner en relieve la inclusión en la experiencia de fertilizantes biológicos para ir generando información en este sentido.

De esta manera, se logra no solo mejorar la productividad y calidad del trigo candeal, sino también contribuir a una sustentabilidad ambiental y seguridad alimentaria dando cumplimiento de estándares nacionales e internacionales.

VIII. CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo permitió recoger la experiencia profesional de la realización de un ensayo en condiciones reales de producción, analizando la respuesta del cultivo de trigo candeal a distintas estrategias de fertilización nitrogenada en un ambiente semiárido y de limitada aptitud agrícola, característico del partido de Coronel Rosales. Esta zona, si bien cuenta con la ventaja estratégica de la proximidad al molino industrial (25 km), presenta restricciones edáficas e hídricas que condicionan la estabilidad de los rendimientos y, en consecuencia, la rentabilidad del cultivo.

La incorporación de las estrategias de fertilización tuvo carácter exploratorio y solo mostraron rendimientos muy semejantes al testigo (2.100 kg/ha). Por lo tanto, los cálculos económicos no evidenciaron una mejora significativa en los márgenes y la aplicación de fertilización adicional no se justificaría en este contexto y año climático (estrés térmico y déficit hídrico durante el llenado de grano). Esto reafirma la necesidad de ajustar las decisiones de fertilización no solo a los requerimientos nutricionales, sino también al contexto climático y a la relación costo-beneficio esperada.

En todo caso, los resultados exploratorios, sí sugieren la importancia de futuras evaluaciones en la cual incluir un ensayo con diseño experimental en biofertilización por sus beneficios potenciales frente a la variabilidad climática, al proveer nitrógeno de manera sostenida y con menor riesgo de pérdidas.

El análisis económico y estratégico también aporta una visión preliminar: la proximidad al molino reduce los costos logísticos (9 USD/km·tn), pero los bajos rendimientos regionales (2.100 kg/ha) restringen la capacidad de cubrir inversiones elevadas en fertilización y tecnología, resultando en márgenes ajustados (152 USD/ha). En contraste, las zonas medias y más alejadas (90–200 km), aunque presentan mayores costos de transporte, muestran un mayor potencial productivo y, por ende, una mejor relación ingresos/costos, posicionándose como áreas más rentables para la empresa.

A partir de este trabajo se puede concluir que los resultados muestran que la competitividad de la cadena de trigo candeal no depende únicamente de la disponibilidad de insumos, sino de la integración de otros pilares clave a tener en cuenta en futuras investigaciones: (i) la biofertilización como herramienta tecnológica, (ii) el manejo racional del nitrógeno en función de las condiciones ambientales y (iii) la planificación logística de la producción según la localización estratégica. Esta visión sistémica permite sostener la rentabilidad en ambientes marginales y, al mismo tiempo, capitalizar el potencial de zonas más productivas, asegurando un abastecimiento continuo de materia prima de calidad para la industria molinera de CMS.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo Hinojosa, E., & Silva Candia, P. (2007). Trigo candeal: calidad, mercado y zonas de cultivo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Disponible en: https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/169993/Trigo_candeal.pdf

Ámbito Financiero (AF). (2025). Finalizó la campaña de trigo que aportaría casi u\$s3.000 millones a la economía. Disponible en: <https://www.ambito.com/economia/finalizo-la-campana-trigo-que-aportaria-casi-us3000-millones-la-n6105816#:~:text=El%20clima%20jug%C3%B3%20a%20favor,cereal%20en%20los%20mercados%20internacionales>.

Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca (BCP). (2025). Disponible en: <https://www.bcp.org.ar/>

Compañía Molinera del Sur SA (CIA). (2024). Trigo Candeal. Disponible en: <https://moleradelsur.com.ar/productos/>

Farías Pérez C., Fernández Barros G., Espinoza Hernández A. (2019). El rol indicador del valor del trigo candeal en el funcionamiento del mercado y coordinación de la cadena. Oficina de estudios y políticas agrarias de la República de Chile.

Gandrup, M. E., García, F. O., Fabrizzi, K. P., & Echeverría, H. E. (2004). Evolución de un índice de verdor en hoja para evaluar el status nitrogenado en trigo. RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 33(3), 105-121.

Gandrup, M. E., García, F. O., Fabrizzi, K. P., & Echeverría, H. E. (2004). Evolución de un índice de verdor en hoja para evaluar el status nitrogenado en trigo. RIA 33(3): 105-121.

International Grain Council. (2024). Disponible en: <https://www.igc.int/en/default.aspx>.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2021). Transformar el conocimiento en evidencia para la transformación sostenible de los sistemas alimentarios de América Latina y El Caribe. <https://blog.iica.int/blog/transformar-conocimiento-en-evidencia-para-transformacion-sostenible-los-sistemas-alimentarios>.

Khatun, S.; Ahmed, J. U. y Mohi-Ud-Din, M. (2015). Variation of wheat cultivars in their relationship between seed reserve utilization and leaf temperature under elevated temperature. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, vol. 18, no. 2, pp. 97-101. ISSN 1975-9479, 2005-8276. DOI: 10.1007/s12892-014-0117-y.

Langham, M.A.C. 2009. Evaluation of Winter Wheat for Resistance to Viral Diseases.

Loewy, T., (1990). Fertilización nitrogenada del trigo en el sudoeste bonaerense. II Respuesta en la calidad del trigo. *Ciencias del Suelo*. 8: 47-57.

Martínez, J.M.; M.R. Landriscini, J.A. Galantini y M. Duval, (2012). Eficiencias de nitrógeno para trigo en suelos del sudoeste bonaerense. XIX Congreso Latinoamericano y XXIII

Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Trabajo completo en CD-ROM. Mar del Plata, Argentina

Miravalles M. (2020). Valoración de la calidad en la cadena triguera. Micrométodos para la medición de la calidad. Cátedra de Producción vegetal extensiva, UNS. Disponible en: https://moodleh02.uns.edu.ar/moodle_2021/pluginfile.php/900122/mod_resource/content/1/Pruebas%20de%20

Miravalle M., Alonso D., Zecca G. (2008). Cambios en la calidad industrial del trigo para fideos durante el almacenamiento. Actas VII Congreso Nacional de Trigo, Santa Rosa. La Pampa.

Miravalles, M. (2017). Calidad industrial del trigo para fideos en el sur bonaerense: efectos del genotipo, el ambiente y sus interacciones. Disponible en: <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4063/TESIS%20DOCTORAL%20Marta%20Miravalles.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Molfese, E. R., & Fritz, N. (2020). Producción y calidad del trigo candeal (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*) en Argentina: análisis del quinquenio 2014/2018. RIA. Revista de investigaciones agropecuarias, 46(3), 293-305. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/ria/v46n3/0325-8718-RIA-46-03-00293.pdf>

Nachit, M.M. 1992. Durum Wheat Breeding for Mediterranean Dryland of North Africa and West Asia. Paper presented at Durum Wheat Workshop “Discussion on Durum Wheat: Challenges and Opportunity”. CIMMYT, Ciudad Obregón, Mexico. March 23 - 25, 1992, p.14-27.

Quiroga, A; D Funaro & O Ormeño. (2003). Aspectos del manejo del agua del suelo para el cultivo de trigo. Trigo actualización 2003. INTA Anguil, Boletín Técnico 76: 33-44.

Ridner, E., & Di Sibio, A. (2015). Medición del índice glucémico de 2 variedades de pastas y 2 variedades de arroz. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 65(2).

Red Información Agroeconómica Nacional – RIAN. (2007). Anuario RIAN- RIAP 2006-2007. Ed. Bellini Saibene, Y., Schaab L., Belmonte L., Fuentes M.L. INTA

Roncallo. P., Garbus, I. Picca, A., Echenique. V., Carrera. D.A., Cervigni. G.L., Miranda. R. (2009). Análisis de las bases genéticas del color en trigo candeal. 1 Rev.Fac.Agron. Vol 108 (1): 9- 23. Disponible en: Dialnet-AnalisisDeLasBasesGeneticasDelColorEnTrigoCandeal5718164.pdf

Scoptoni L., Lauric A., Torres Carbonell C., De Leo G. (2024). Transiciones socio-técnicas hacia el desarrollo sostenible: Propuesta para la evaluación de aprendizajes en PyMEs agropecuarias de la Pampa semiárida de Argentina. Revista de Administração, Sociedade e Inovação, 10(2):14-38.

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP). (2025). Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/economia/agricultura/agricultura>

Seghezzo, M. L. S. M. L. (2015). Calidad en trigo Candeal. 64 p. Disponible en: <https://uifra.org.ar/home/downloads/calidad-en-trigocandeal-ML-seghezzo-2014.pdf>

Stratonovitch, P. y Semenov, M. A. (2015). Heat tolerance around flowering in wheat identified as a key trait for increased yield potential in Europe under climate change. *Journal of Experimental Botany*, vol. 66, no. 12, pp. 3599-3609. ISSN 1460-2431. DOI: 10.1093/jxb/erv070.

Torres Carbonell C., A. Marinissen, A. Lauric, F. Tohme, B. Scian, M.A Adúriz, & M.C Saldungaray. (2012) . Desarrollo de sistemas de producción para la Ecoregión Semiárida pampeana sur. 1. Diseño tecnológico ganadero agrícola INTA “El Trébol”. Bahía Blanca, Argentina. XLIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria.

Vijayalakshmi, K.; Fritz, A. K.; Paulsen, G. M.; Bai, G.; Pandravada, S. y Gill, B. S. (2010) Modeling and mapping QTL for senescence-related traits in winter wheat under high temperature. *Molecular Breeding*, vol. 26, no. 2, pp. 163-175. ISSN 1380-3743, 1572-9788. DOI: 10.1007/s11032-009-9366-8.