

TRABAJO DE INTENSIFICACIÓN – PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

ANÁLISIS DE CALIDAD DE GRANOS EN TRIGO
CANDEAL Y CEBADA CERVECERA



CAROLINA ZALBA

DICIEMBRE 2023

DOCENTE TUTOR:

DR. ING. AGR. CLAUDIO PANDOLFO

DOCENTES CONSEJEROS:

DR. ING. AGR. ROMÁN BORIS VERCELLINO

DR. ING. AGR. ALEJANDRO PRESOTTO



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a la Universidad Nacional del Sur por su compromiso con la educación pública y de calidad para todos los estudiantes. Gracias a esta institución, he tenido la invaluable oportunidad de desarrollar mi carrera académica y personal. Estoy profundamente agradecida por la educación excepcional que he recibido a lo largo de estos años. También quiero expresar mi gratitud al Departamento de Agronomía y a todos los profesores que han compartido su conocimiento y dedicación conmigo. Su influencia ha sido esencial en mi formación y crecimiento.

Asimismo, quiero agradecer a la Escuela de Agricultura y Ganadería de Bahía Blanca y a todos sus profesores y personal por inculcarme los valores de la vida, por introducirme en las actividades de producción agropecuaria que inspiraron mi elección profesional. Estos primeros pasos en el colegio han dejado una huella duradera en mi corazón.

En segundo lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Candela y a Carmín. No solo han sido mis compañeras de estudio durante estos seis años, sino que han sido mi apoyo incondicional. Sin ellas, este recorrido indudablemente habría sido más largo y difícil. Su amistad ha sido invaluable, y estoy agradecida por tenerlas en mi vida.

Además, agradezco de corazón a mis amigos y compañeros de la carrera, quienes han compartido conmigo momentos inolvidables, desde los mates en cada clase hasta las comidas y las peñas a lo largo de este hermoso camino. Su amistad y compañerismo ha enriquecido mi experiencia universitaria.

También quiero agradecer a mis amigos y amigas del colegio por cada juntada que nos ayudaba a relajarnos después de cada ardua jornada de estudio y por su gran amistad. Agradezco tenerlos.

Mi profundo agradecimiento se extiende a Alejandra y Javier por abrir las puertas de su hogar, convertirla en la mía y brindarnos un espacio de estudio que ha sido esencial en mi formación.

Gracias a mi gran compañero Camilo, por ayudarme a transitar este camino, por cada consejo y abrazo motivador, por estar siempre luego de un buen o mal examen.

Sin lugar a duda, gracias a mi papa, Pablo, por su apoyo constante y sus sabios consejos. A mi mama, Mirta que ya no está conmigo pero que la siento presente en cada paso que doy. A mis hermanas y a mi prima, Julieta, Eugenia, Agustina y Cecilia, por estar siempre a mi lado, presentes en todo momento y sorprendiéndome con un chocolate antes de cada examen.

A mi abuelo Mario, quien siempre me esperaba con un almuerzo reconfortante después de cada examen y a mi abuela Titina, por encender una velita antes de cada parcial o final.

A mis tíos Liliana, Carlos y Patricia, por su presencia constante, por enviar mensajes de aliento y alegrarse por cada logro que he alcanzado.

Finalmente, gracias a cada persona que se encontraba en el Establecimiento Lonco-Hue por sus enseñanzas, especialmente a Bruno por cada aprendizaje, charlas y recorridas. Gracias a Guillermo por abrirme las puertas para realizar esta práctica.

También quiero agradecerle a mi tutor Claudio, por estar ahí siempre, respondiendo cada mensaje para ayudarme en este trabajo.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE	3
RESUMEN.....	4
INTRODUCCIÓN	5
Trigo candeal.....	5
Cebada.....	9
CONTROL Y MONITOREO DE LA COSECHA	12
<i>Madurez</i>	12
<i>Velocidad de avance</i>	13
ANÁLISIS DE CALIDAD TRIGO CANDEAL	14
ANÁLISIS DE CALIDAD CEBADA CERVERA	17
OBJETIVOS	19
Objetivo general	19
Objetivos Específicos.....	19
METODOLOGÍA Y EXPERIENCIA ADQUIRIDA.....	20
MODALIDAD DE TRABAJO	20
CONTROL Y MONITOREO DE LA COSECHA.....	20
EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE TRIGO Y CEBADA	23
Trigo candeal.....	24
Cebada.....	26
CONSIDERACIONES FINALES	30
BIBLIOGRAFÍA.....	31

RESUMEN

El trigo candeal y cebada son dos cultivos de invierno de importancia nacional e internacional. El trigo candeal representa un pequeño porcentaje de la producción global de trigo, con mayor relevancia en ciertos países. En Argentina, la producción se concentra principalmente en la provincia de Buenos Aires y ha variado debido a desafíos climáticos y reemplazos por trigo pan de ciclo corto. La calidad del trigo candeal es crucial para la elaboración de pastas de alta calidad, con ventajas como un menor uso de agua y mayor estabilidad en la cocción. La calidad se evalúa a través de parámetros como peso hectolítrico, contenido de proteína, fuerza y elasticidad del gluten, color y vitreosidad de los granos, influenciados por el genotipo y el ambiente de cultivo. Por otro lado, la cebada se cultiva principalmente para producción de malta cervecera. Las zonas de cultivo se ubican en la provincia de Buenos Aires, con algunas áreas en La Pampa, Córdoba y Santa Fe. La industria maltera tiene requisitos de calidad específicos para la cebada, como calibre, capacidad germinativa y contenido de proteína. La proteína debe ser de al menos 8.5%, evitando excesos que afecten su calidad. El calibre, evaluado con zarandas, es esencial para su clasificación, destinándose granos pequeños al mercado forrajero. Mantener la sustentabilidad del cultivo requiere la integración de toda la cadena, desde la producción hasta la exportación. El objetivo de este trabajo fue la vinculación con una empresa agropecuaria en Coronel Dorrego como parte de la carrera de Ingeniería Agronómica, aplicando conocimientos en Producción Vegetal Extensiva. Los objetivos específicos incluyeron control de cosecha y análisis de calidad en trigo candeal y cebada cervecera. Se utilizó el equipo Inframatic 9500 para analizar muestras de trigo candeal y cebada, midiendo humedad, contenido proteico, peso hectolítrico y gluten húmedo. Los datos se registraron en una planilla Excel. Se evaluó humedad y contenido proteico para cumplir con normativas y se ajustó la mercadería en caso necesario. En cebada, se realizaron mediciones en los parámetros de calibre, proteína y peso hectolítrico para cumplir con los requisitos normativos. Los resultados resaltan diferencias significativas en variables clave para trigo candeal y cebada en varios campos. En trigo candeal, las diferencias se centran en proteína, gluten húmedo y peso hectolítrico. En cebada, se observan variaciones en proteína, calibre y bajo zaranda en todos los campos, incluyendo diferencias entre las variedades Alhue y Montoya. Estos datos son cruciales para ajustar mezclas de granos cuando no cumplen con los estándares de comercialización.

INTRODUCCIÓN

Trigo candeal

El trigo (especies del género *Triticum* spp.) es el producto agrícola de mayor producción mundial, correspondiendo el 95% al trigo pan (*Triticum aestivum*). Casi la totalidad del 5% remanente es trigo candeal (*Triticum turgidum* ssp. *durum*), y ocupa una superficie de aproximadamente 14-16 millones de hectáreas (Tróccoli et al., 2000). Particularmente en Sudamérica el 99% de la producción es de trigo pan y sólo el 1% es de candeal (Figura 1). En la cosecha 2004/05 se llegó al récord de producción mundial (aproximadamente 33 millones de toneladas), que cayó bruscamente en la cosecha siguiente (26 millones), debido principalmente al desaliento de siembra por las reservas acumuladas del año anterior, y a la gran sequía que afectó a los principales países productores.

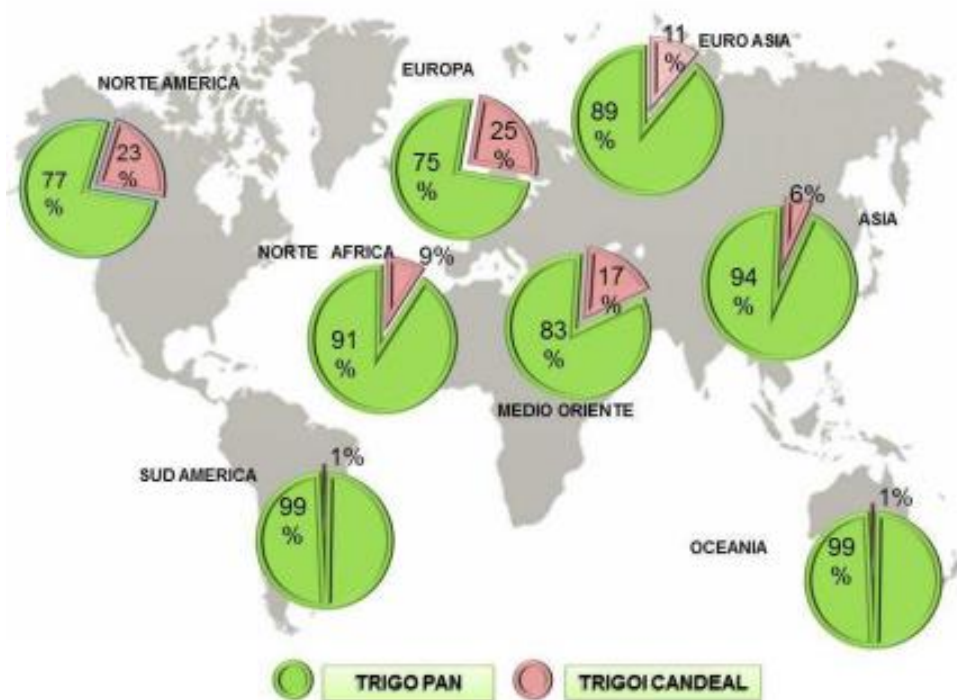


Figura 1. Producción mundial de trigo candeal. Fuente: International Wheat Council, 2006. Adaptado de Seghezzeo, 2014.

La importancia del trigo candeal a nivel mundial es sustancialmente mayor en algunos países de la Unión Europea (Italia, España, Francia y Grecia), América (Canadá, Estados Unidos, México y Argentina), África (Argelia, Marruecos y Túnez) Asia (India) y Australia, y otros como Rusia y Turquía, (Roncallo, et al. 2009).

En Argentina, el trigo candeal, o trigo para fideos, es un cereal producido habitualmente en el sur de la provincia de Buenos Aires, el cual, se lo cultiva para abastecer la demanda de la industria

fideera y semolera regional y nacional. Nuestro país ha sabido alcanzar el tercer lugar en el mundo como país exportador al obtener una producción de 760.000 T en la campaña 1969/70 (419.700 ha sembradas). (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca) Italia, el principal importador, exigía calidad. En aquel momento la superficie sembrada con trigo candeal representaba el 6-8,5% del total nacional de trigo y, unos años más tarde, no superaba el 1%. Esta drástica disminución en la producción se debió a dos ataques de *Fusarium* spp. consecutivos (campañas 1976/77 y 1977/78), al desplazamiento del trigo candeal por variedades de trigo pan de ciclo corto y alto potencial de rendimiento y remplazo de cultivares tradicionales de buena calidad por otros de mayor productividad que no cumplían los requisitos de calidad exigidos por la exportación. Según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, el promedio de la superficie sembrada en los últimos 5 años fue de 57.000 ha y la producción ronda las 144.000 T por año, con variaciones interanuales importantes, debidas fundamentalmente a condiciones agroclimáticas (Figura 2) (SAGyP, 2023; Seghezzo, 2014).

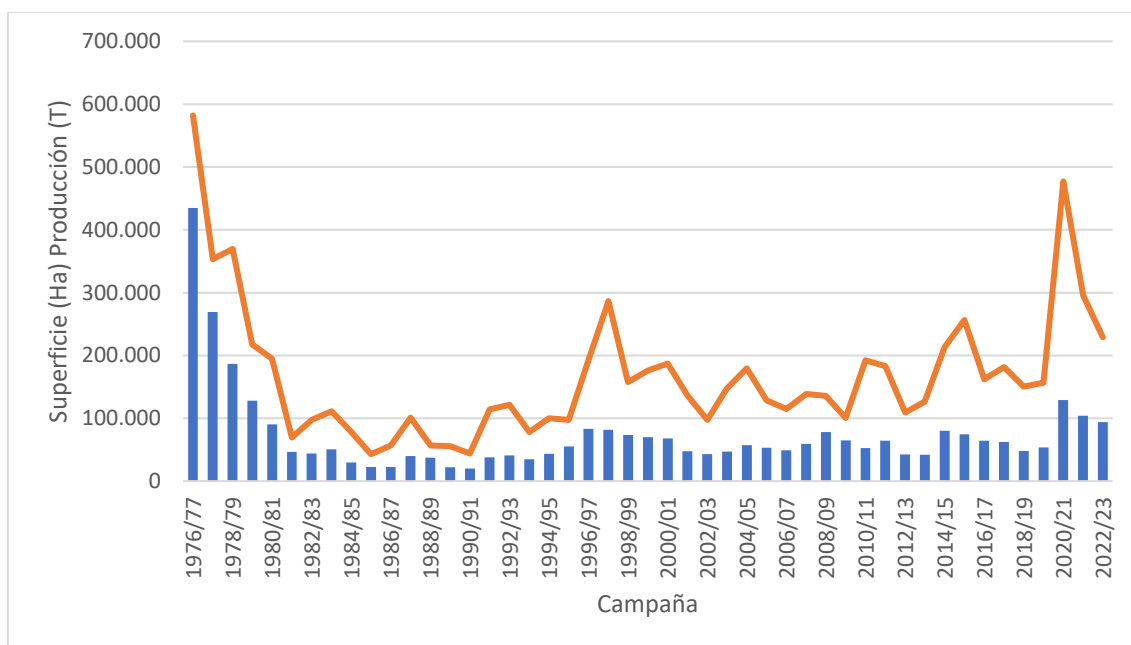


Figura 2. Evolución histórica de la producción Argentina. Línea naranja: producción en toneladas, barras azules: superficie sembrada en hectáreas. Fuente: Elaboración propia con base en la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2023.

La sémola que se obtiene de la molienda de trigo candeal se utiliza principalmente para elaborar pastas de tipo italiano. En otros países como Cercano Oriente y Norte de África se consume directamente el grano entero o partido en comidas regionales /étnicas como el couscous, trigo burgol, frekeb y chapattis (Kezih et al., 2014).

El trigo candeal es un cultivo invernal, de ciclo intermedio-corto, que se siembra desde julio a mediados de agosto y se cosecha en diciembre. Se encuentra localizado principalmente en la Provincia de Buenos Aires, donde se distinguen 3 zonas (Figura 3.), el sudeste, donde se obtienen

los mayores rendimientos unitarios pero el cultivo presenta ciertos riesgos sanitarios, por la posible presencia de hongos y por lavado de grano. La región presenta un régimen hídrico subhúmedo – húmedo con una media de precipitaciones de 900 mm. El período libre de heladas comprende desde principios de octubre hasta fines de mayo para el sector este, mientras que hacia el oeste dicho período comienza un mes antes. El centro sur (región donde se realizó la práctica profesional supervisada del presente trabajo) es una llanura suavemente ondulada, a menudo con limitaciones de tosca a 50-100 cm, cuyo régimen hídrico presenta un gradiente que varía de subhúmedo-húmedo (800 mm) a subhúmedo-seco en sentido este-oeste (600 mm). Y la última zona, el oeste, es de condiciones más secas y frías donde las posibilidades productivas de los sistemas agrícolas son inferiores (Figura 3) (Seghezzo, 2014).



Figura 3. Localización trigo candeal en Argentina. Fuente: Seghezzo, 2014.

En cuanto a la comercialización, a diferencia del trigo pan, la cadena productora del trigo candeal depende de la formación de contratos entre molino-productor, ya que la diversidad de los suelos, la amplitud del área en la que se lo cultiva y las variaciones climáticas, hacen que los parámetros de calidad de la industria fluctúen, afectando la operatividad de la industria molinera, la cual demanda una alta homogeneidad en la calidad de la materia prima (Miravalles, 2017). En estos contratos se establecen bonificaciones o rebajas de acuerdo con ciertos parámetros de calidad

comercial e industrial como: peso hectolítrico, vitreosidad, gluten y proteína. Con base a estos se establece un precio de acuerdo con el precio base del trigo pan (Molfese, 2020), y de acuerdo a la norma de comercialización de candeal se fija un grado (Figura 4).

Los grados son asignados mediante una combinación de evaluaciones visuales cuali y cuantitativas de una muestra de trigo representativa. La cantidad de daño se determina a través de factores medibles tales como granos brotados, punta negra, carbón, etc. Estos se combinan con estimaciones más subjetivas como el grado de limpieza, olor y madurez del grano. Otros atributos, tales como el peso hectolítrico, la cantidad de materia extraña y la presencia de trigo pan se utilizan para predecir el valor del procesamiento del trigo, lo que facilita su comercio y utilización (Seghezzi, 2014). En base a los parámetros de calidad, cabe destacar que el contenido de proteína en el grano, la fuerza, la elasticidad del gluten y la sémola son los principales factores involucrados en la calidad de trigo candeal.

Norma de calidad para la comercialización de TRIGO FIDEO NORMA XXI											
Grado	Peso Hectolítrico (Mínimo) Kg	Tolerancias máximas para cada grado					Granos Picados Máximos %	Trébol de olor Melilotus spp Semillas cada 100 grs.	Humedad máx. %	Trigo pan máximo %	Vitreosidad mínimo %
		Materias extrañas %	Granos dañados		Granos quebrados y/o chuzos (1) %	Granos con carbón %					
			Granos ardiados y dañados por calor %	Total dañados %							
1	78	0,75	0,50	1,00	1,50	0,10	0,5	8	14,0	3,00	50
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 c/kg. faltante de PH. o sobre el porcentaje de excedente	1,0	1,00	1,50	1,00	0,50	5,00	2,0	2% de merma y gastos de zarandeo	Merma y gastos de secada	0,5	ver cuadro aparte

VITREOSIDAD (2)		PROTEINAS (2)
Bonificaciones	Rebajas	
51 a 55% 0,5%	46 a 49% 1,0%	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.
56 a 60% 1,0%	41 a 45% 3,0%	
61 a 65% 1,5%	36 a 40% 5,0%	
66 a 70% 2,0%	31 a 35% 7,0%	
71 a 75% 3,0%	26 a 30% 9,0%	
76 a 80% 4,0%	21 a 25% 11,0%	
81 a 85% 5,0%	16 a 20% 13,0%	
86 a 90% 6,0%	11 a 15% 15,0%	
91 a 95% 7,0%	6 a 10% 17,0%	
96 a 100% 8,0%	0 a 5% 19,0%	

Figura 4. Norma de calidad para la comercialización de trigo candeal. Fuente: Bolsa de comercio de Rosario.

El trigo candeal posee características superiores para la elaboración de pasta de buena calidad. La dureza de su endosperma facilita la separación del germen de las capas externas del grano, incrementando el rendimiento de sémola. Los fideos hechos con sémola de trigo candeal tienen numerosas ventajas en el proceso de elaboración con respecto a los fabricados con trigo pan. En primer lugar, se requiere menos agua para formar la masa, facilitando el secado y volviendo el producto más económico. Además, presenta mayor estabilidad en la cocción, debido fundamentalmente a la calidad del complejo de proteínas de reserva denominado gluten, en cuanto a elasticidad, adhesión y apariencia general. El contenido de pigmentos carotenoides es mayor en

trigo candeal, otorgando el color amarillo característico a los fideos, muy apreciado por los consumidores, (Molfese et al., 2020).

El concepto de calidad en trigo candeal es complejo y está en permanente evolución en respuesta a avances tecnológicos de la molienda, a procesos secundarios y a las preferencias del mercado. La calidad puede ser definida como la habilidad de los granos de trigo o sémola para satisfacer los requerimientos específicos de los usuarios, que serán diferentes de acuerdo al lugar que ocupen en la cadena productiva. En general, se considera que el contenido de proteína en el grano, la fuerza y elasticidad del gluten y el color son los principales factores involucrados en la calidad de la sémola de trigo candeal y que, en definitiva, redundan en las cualidades reológicas de la masa. El porcentaje de vitreosidad de los granos es también una característica importante. La industria fideera prefiere los granos vítreos debido a su correlación positiva con el porcentaje de proteína, el rendimiento de sémola y la calidad de cocción. Mientras que la calidad del gluten, color de la sémola y cualidades reológicas de la masa están determinadas fundamentalmente por el genotipo, el contenido de proteína y la vitreosidad, resultan más afectadas por el ambiente (Tróccoli et al., 2000).

Cebada

La cebada es un cultivo de invierno, de ciclo intermedio. En el hemisferio sur se inicia la siembra desde fines de mayo hasta los meses de junio, julio, incluyendo los primeros días de agosto. La cosecha, se realiza a partir de los meses de noviembre, diciembre y eventualmente primeros días de enero (De Bernardi, 2019).

Es un cultivo ancestral cuyos orígenes se remontan a casi 10.000 años A.C. y cuya principal particularidad es su amplia adaptación a las diferentes condiciones climáticas o geográficas. Así podemos encontrar cebada en Escandinavia o Canadá con latitudes mayores a los 50° de Lat. N, en la sabana colombiana con 4° de Lat. N, a nivel del mar en la mayoría de las zonas productoras, o a más de 3000 m de altura en los Andes sudamericanos, donde se constituye en una de las principales fuentes de carbohidratos para los pueblos andinos (Miralles et al., 2012).

Actualmente, entre los productores mundiales más importantes del mercado se encuentran la Unión Europea, Rusia, Canadá, Australia, Ucrania, Turquía, y Kazajistán. Cabe señalar que Argentina desde hace un lustro ha interactuado en ese escenario mayor (De Bernardi, 2019).

La producción nacional alcanzada durante la campaña 2021/2022 se ubicó en poco más de 5 millones de T (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca) volumen que resultó ser el segundo mejor registro en lo que va de este siglo (De Bernardi, 2019).

A nivel local, ha sido el aumento de la demanda de malta lo que impulsó la producción de cebada cervecera. Esta interesante opción comercial, estimuló al productor para que los cultivares

evolucione como se dio en los últimos 5 años, además de beneficiar la estructura de los suelos, dada una mejor rotación de cultivos (De Bernardi, 2019).

Las zonas más importantes cultivadas con cebada se encuentran en el sudeste y centro/norte de la Provincia de Buenos Aires, el resto se divide en sur de La Pampa y el restante entre el sur de Córdoba y la provincia de Santa Fé (Figura 5) (De Bernardi, 2019).

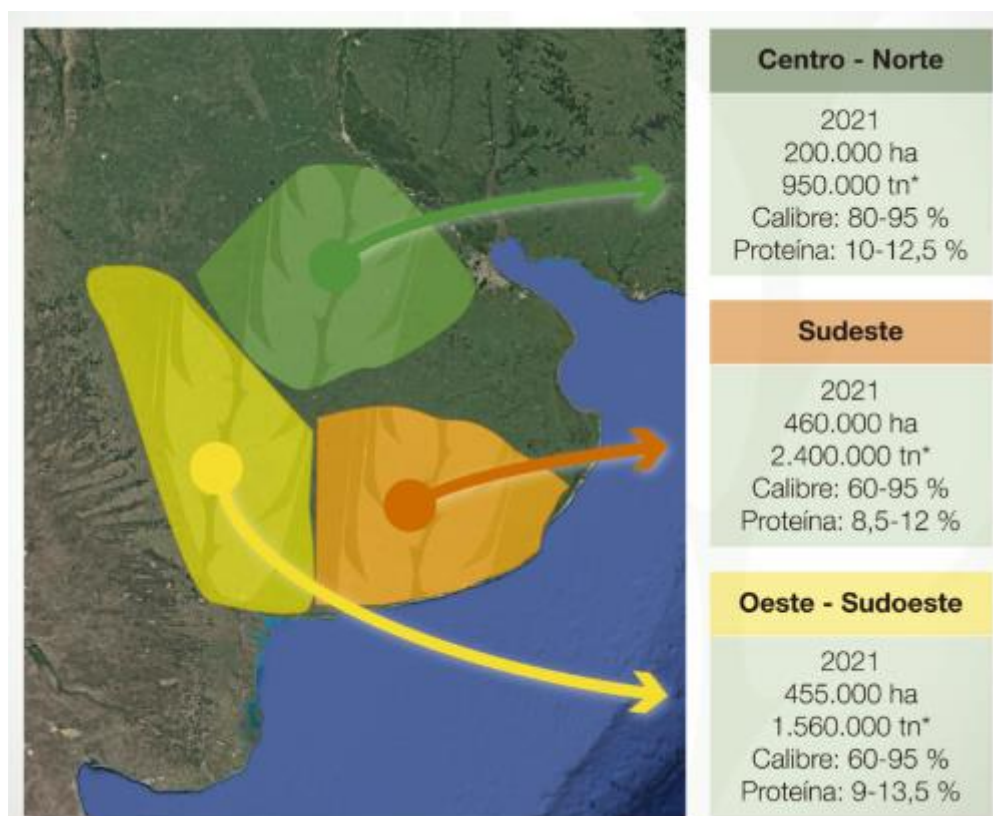


Figura 5. Principales zonas de producción de cebada en Argentina. Campaña 2021-2022. Fuente: Cattaneo, M. 2022. Consultado en: www.cebadacervecera.com.

La industria de malta exige ciertos parámetros para recibir mercadería que se encuentran contemplados dentro de la Norma de Comercialización de cebada cervecera. Algunos de estos como, un elevado porcentaje de granos grandes (calibre sobre zaranda 2,5mm), con una base de 85% y una tolerancia de 80%. Un porcentaje de germinación (capacidad germinativa), superior al 98 % y una tolerancia de 95%. Y en cuanto a la proteína (sobre sustancia seca) debe oscilar entre un mínimo de 9,5%, hasta una tolerancia de 13% (Figura 6).

Norma de calidad para la comercialización de CEBADA CERVECERA				
NORMA V - ANEXO A				
Rubros	Base (%)	Tolerancia de recibo (%)	Bonificaciones	Rebajas
Capacidad Germinativa (mínimo)	98	95	-	Para valores inferiores al 98% y hasta el 95% a razón del 0,5% por cada por ciento.
Materias Extrañas (máximo)	0,5	1,0	-	Para valores superiores al 0,5% y hasta el 1% a razón del 1,0% por cada por ciento o fracción proporcional.
Granos Dañados (máximo)	0,5	1,5	Para valores inferiores al 0,5% a razón del 1% por cada por ciento o fracción proporcional.	Para valores superiores al 0,5% y hasta el 1,5% a razón del 0,5% por cada por ciento o fracción proporcional.
Granos quebrados y/o pelados (máximo)	1,5	4,0	Para valores inferiores al 1,5% a razón del 1% por cada por ciento o fracción proporcional.	Para valores superiores al 1,5% y hasta el 4% a razón del 0,5% por cada por ciento o fracción proporcional.
Carbón (máximo)	-	0,2	-	Para valores superiores al 0,2% a razón del 1% por cada por ciento o fracción proporcional.
Granos Picados (máximo)	-	0,5	-	Para valores superiores al 0,5% a razón del 1% por cada por ciento o fracción proporcional.
Bajo Zaranda de 2,2 mm (máximo)	-	4,0	Para valores inferiores al 4% a razón del 1% por cada por ciento o fracción proporcional.	Para valores superiores al 4% a razón del 1% por cada por ciento o fracción proporcional.
Calibre sobre zaranda 2,5 mm (mínimo)	85	80	-	Para valores inferiores al 85% y hasta el 80% a razón del 0,5% por cada por ciento.
Proteína Mínima S.S.S.	-	9,5	-	-
Proteína Máxima S.S.S.	-	13	-	-
Humedad (máximo)	12	12,5	5 Para valores inferiores al 12,0% a razón del 1,2% por cada por ciento o fracción proporcional.	Para mercadería que exceda el 12,5% se aplicará una merma conforme a fórmula: $\text{Merma (\%)} = \frac{(H_i - H_f) \times 100}{100 - H_f}$ Hi: Humedad inicial Hf: Humedad Final (12,0%) Merma por manipuleo, 0,20%

Figura 6. Norma de calidad para la comercialización de cebada cervecera. Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario.

En cuanto a la calidad maltera, es un carácter complejo, ya que depende tanto de las propiedades físicas del grano maduro como de las enzimas sintetizadas durante la germinación (Thomas *et al.*, 1996), y ha sido definida como el producto de un conjunto de caracteres, siendo los más estudiados por su importancia: calibre y peso del grano, extracto de malta, diferencia del extracto, viscosidad del mosto, friabilidad de la malta, contenido de nitrógeno en el grano malteado y en el mosto (también expresado como proteína de la malta y proteína soluble respectivamente), relación N mosto/N malta (o índice Kolbach), amino nitrógeno libre en el mosto (FAN: free amino nitrogen), índice Hartong y poder diastásico, (Rivas, et al., 2002).

Este cultivo exige algunos tratamientos de cuidado que lo diferencia de otros *commodities*, como es el mantenimiento de la capacidad germinativa, pureza varietal o la baja tolerancia a granos dañados por lo que para el mantenimiento de la sustentabilidad del sistema es imprescindible la integración de la cadena productor-acopio-maltería-exportador (Miralles, 2012).

CONTROL Y MONITOREO DE LA COSECHA

Es de vital importancia minimizar las pérdidas tanto antes de la cosecha como después de esta. En el caso de cultivos con una probabilidad más baja de rendimientos, la labor de corte y recolección se vuelve más desafiante debido a la maduración desigual y las notables diferencias en la altura de las espigas. Esto hace que sea extremadamente complicado lograr niveles bajos de pérdidas por cabezal. En contraste, en cultivos con tendencia a un mayor rendimiento, la recolección, el corte y la alimentación de la cosechadora son más eficientes, lo que permite mantener los rendimientos por hectárea. Por lo tanto, resulta fundamental ajustar minuciosamente la configuración de la cosechadora, prestando especial atención al proceso de trilla, separación y limpieza, y garantizando que la velocidad de avance sea coherente con la capacidad real de la máquina (Bragachini, 2006).

Las pérdidas tolerables para trigo se indican en la Figura 7.

Trigo	Tolerancia para 3.500 kg/ha	
Tipo de pérdidas	kg/ha	%
Precosecha	0	0
Cosechadora	90	2,6
Total de pérdidas	90	2,6 (90 %)
Cabezal	40	1,15
Cola	50	1,45

Figura 7. Pérdidas tolerables trigo. Fuente: Braghachini 2006. Publicado en: Engormix.

Madurez

El trigo alcanza la madurez fisiológica con un contenido de humedad que oscila entre el 35% y el 41%, y se considera comercialmente maduro cuando su humedad desciende al 14% (Miralles, 2014). En el caso de la cebada, se aplican los mismos valores, con la excepción de que su humedad comercial tolerada es del 12,5%, según la norma de comercialización.

A medida que el grano se va secando, las pérdidas previas a la cosecha, debidas al desprendimiento natural (caída y actividad de aves), la infestación de malezas y otros factores climáticos adversos, aumentan gradualmente (Bragachini, 2006). Si la cosecha se realiza con un

contenido de humedad inferior al 14%, se hace necesario ajustar la agresividad del sacapajas y el tamaño de la zaranda (Figura 8).

Sin embargo, no se recomienda cosechar con más del 18% de humedad, ya que esto dificultaría su posterior almacenamiento. En caso de que esto ocurra, la mercadería deberá someterse a un proceso de secado gradual para reducir la humedad. En el caso del trigo candeal, es fundamental manejar esta fase con precaución, ya que, si la temperatura supera los 65°C, se podrían causar daños en el gluten, afectando así su calidad (Bragachini, 2006).

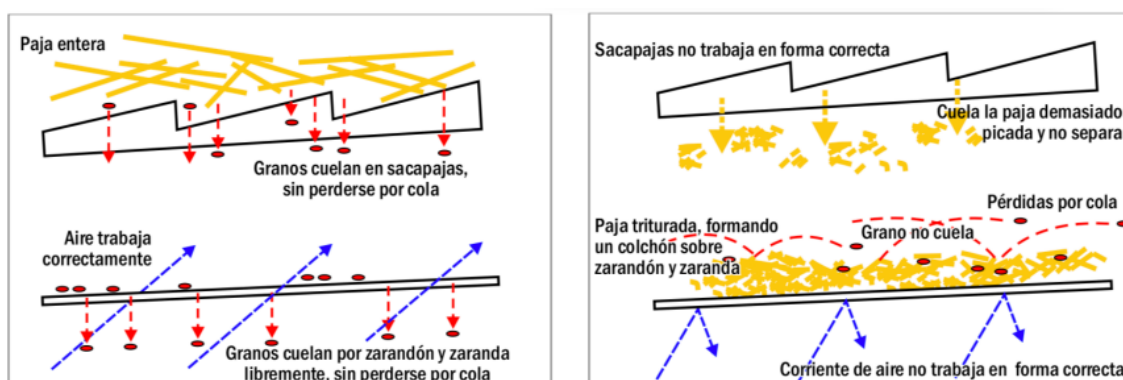


Figura 8. Regulación del sistema de trilla. Fuente: Cátedra de Producción Vegetal Extensiva, UNS, 2021.

Velocidad de avance

A medida que se incrementa el ancho del cilindro y se potencia el motor de la cosechadora, se aumenta la cantidad de material (grano, paja, granza y malezas) que la máquina puede procesar por unidad de tiempo, expresada en toneladas por hora (t/h). Este valor se conoce como el Índice de Alimentación Total (I.A.T.) y tiende a ser más alto cuando, para un ancho de corte dado, se incrementa la velocidad de avance de la cosechadora. El I.A.T., o capacidad máxima de la cosechadora, representa la cantidad de toneladas por hora que la máquina puede procesar sin que las pérdidas superen los 90 kg/ha en el caso del trigo, como se indica en el estudio de Bragachini (2006).

Además, al excederse de la velocidad de avance adecuada (mayor a 7km/h) la capacidad de corte de las cuchillas se ve limitada, provocando un mal corte de estas e incrementando las pérdidas por cabezal.

ANÁLISIS DE CALIDAD TRIGO CANDEAL

El trigo candeal se caracteriza por su gran dureza, alto contenido de gluten y color ámbar, cualidades ideales para la producción de pastas, couscous y ciertos tipos de pan mediterráneo. La calidad del trigo candeal se basa en su contenido proteico y dureza, influidos por factores ambientales y prácticas agronómicas (Acevedo Hinojosa et al., 2007).

En 2022, la molienda de trigo candeal en Argentina alcanzó un total de 276.921 T (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca).

El consumo per cápita anual de pastas en el país es de 7.9 kg por persona, sin distinguir entre trigo pan y candeal, (Lezcano, 2013).

En 2022, en el mercado interno, Compañía Molinera del Sur en Bahía Blanca y Molinos Río de la Plata lideran el mismo, con una producción total de 102.430 T y 94.086 T, respectivamente, (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca).

La evaluación del rendimiento industrial de los trigos se basa en criterios específicos. Mientras que el rendimiento industrial del trigo panadero se mide por la cantidad de harina producida (con una granulometría entre 100 y 180 micras), en el caso del trigo candeal, se utiliza el rendimiento en sémola (con una granulometría entre 200 y 850 micras) como indicador. A continuación, se presentan los principales parámetros de calidad industrial para el trigo pan y el trigo candeal (ver Figura 14) (Acevedo Hinojosa, et al. 2007).

Humedad

El control preciso del contenido de humedad en el almacenamiento de trigo candeal es esencial debido a múltiples razones. Mantener niveles adecuados de humedad previene el deterioro del grano, evitando problemas como hongos y mohos que pueden producir toxinas y afectar la calidad. La humedad incorrecta también impacta en la calidad del producto final y aumenta los costos de almacenamiento y transporte. Además, es esencial para la seguridad alimentaria y el cumplimiento de estándares en el comercio y exportación. La "Humedad Relativa de Equilibrio" relaciona la humedad del grano con la humedad en el ambiente, siendo un concepto clave en la conservación de los granos (PRECOP, 2013). Controlar la humedad es fundamental para preservar la calidad, valor económico y seguridad en el almacenamiento del trigo candeal a largo plazo.

La humedad relativa en el espacio entre los granos es especialmente importante porque afecta la capacidad de los hongos de almacenamiento para crecer; la mayoría de estos hongos no pueden sobrevivir cuando la humedad relativa es inferior al 67%, un valor conocido como "Humedad Relativa de Almacenamiento Seguro (PRECOP, 2013).

Así, la humedad de almacenamiento seguro para trigo es de 14,5%, si almacenamos cada grano a una humedad igual o inferior a su humedad de almacenamiento seguro, estaremos minimizando el desarrollo de hongos y favoreciendo la calidad durante el almacenamiento (PRECOP, 2013).

Proteína

Para trigo candeal, los parámetros de calidad más importantes son calidad y cantidad de proteínas, que definen la fuerza de masa de la pasta y la estabilidad de la pasta durante la cocción (firmeza de cocción), el color de gluten (índice de amarillo y marrón) y la punta negra (Nachit et al., 1993; ITCF, 1996)

El contenido de proteína en el grano de trigo candeal es un factor de gran relevancia, no solo desde la perspectiva nutricional, sino también en lo que respecta a las características tecnológicas de la pasta seca. En general, a medida que el contenido de proteína aumenta, la pasta tiende a ser más firme y menos pegajosa. Un grano de trigo duro con un alto contenido proteico produce una sémola de partículas uniformes que se hidratan de manera homogénea durante la preparación, lo que da como resultado fideos fuertes y elásticos (Miravalles, 2017).

Sin embargo, es importante destacar que, aunque un mayor contenido proteico puede mejorar la calidad de la sémola y la pasta, también puede afectar el rendimiento de la producción de sémola. La relación entre el contenido proteico y el rendimiento es compleja, ya que un aumento en el contenido de proteína a menudo se asocia con granos más pequeños y una menor cantidad de sémola. Por lo tanto, la industria debe encontrar un equilibrio entre la calidad y el rendimiento al seleccionar los niveles de proteína deseados (Miravalles, 2017).

El contenido de proteína en el trigo candeal está influenciado por diversos factores, incluyendo genéticos, ambientales y prácticas agronómicas, como la disponibilidad de nitrógeno, el agua, la temperatura, la fecha de siembra y el sistema de labranza. Además, se ha observado que la relación entre el rendimiento y el contenido proteico suele ser inversa, ya que un mayor rendimiento tiende a estar asociado con una disminución en el contenido proteico. Esto se debe a la dilución de compuestos nitrogenados durante el llenado del grano debido a la fotosíntesis (Miravalles, 2017).

En resumen, el contenido proteico en el trigo candeal es esencial para la calidad de la pasta, pero debe equilibrarse con el rendimiento de la sémola. La comprensión de esta interacción compleja es crucial para la producción de pasta de alta calidad (Miravalles, 2017).

Gluten húmedo

La calidad de los granos de trigo es de suma importancia, ya que determina si la harina obtenida se utilizará en la producción de pan u otros productos industriales. Las proteínas presentes en los granos de trigo se dividen en dos grupos principales: las que forman gluten y las que no. Las proteínas que forman gluten, también conocidas como proteínas de almacenamiento o reserva, representan aproximadamente el 75-80% del total de proteínas en el grano. Por otro lado, las proteínas que no forman gluten, que constituyen alrededor del 20-25% del contenido total, incluyen la mayoría de las enzimas necesarias para el proceso de panificación (Berrueta, 2019).

En términos de calidad panadera, el gluten desempeña un papel fundamental y está relacionado con la concentración de proteína en el grano. El gluten se compone de gliadinas, que aportan extensibilidad, y gluteninas, que proporcionan tenacidad y elasticidad a la masa. Estas características son esenciales para la elaboración de productos de panadería, ya que confieren a la masa sus propiedades viscoelásticas (Berrueta, 2019).

Tanto la concentración de proteína como la calidad del gluten en el trigo están influenciadas por factores genéticos, prácticas agronómicas y ambientales, como la fertilización con nitrógeno. El contenido de proteína afecta el precio del grano para los productores, mientras que, para los molineros, la calidad del gluten es más relevante. En resumen, la calidad del grano de trigo es crítica para la comercialización y la producción de alimentos (Berrueta, 2019). Un alto contenido de gluten es beneficioso para la sémola y la harina de calidad.

Peso hectolítrico o peso específico

El peso hectolítrico es una medida que evalúa la densidad y calidad de los granos de trigo candeal. Se expresa en kg hl^{-1} y refleja la relación entre el peso y el volumen de los granos. Un peso hectolítrico más alto se relaciona con granos más densos y sanos, indicando mayor calidad. En Argentina, se utilizan valores mínimos de peso hectolítrico para clasificar diferentes grados de calidad en el trigo destinado a la producción de fideos. Factores como el tamaño, el peso, la forma de los granos y condiciones ambientales afectan la calidad del peso hectolítrico (Miravalles, 2017).

ANÁLISIS DE CALIDAD CEBADA CERVERA

La calidad comercial de la cebada cervecera se refiere a las normas de comercialización que se relacionan con su comportamiento en la maltería. Estos estándares varían según el propósito de uso, con énfasis en la proteína y el tamaño de los granos para la industria cervecera. Sin embargo, la búsqueda de granos uniformes entra en conflicto con el objetivo de altos rendimientos, ya que esto implica la incorporación de granos más pequeños (Arias, 1991; Prystupa, 2012; Gottschalk, 2014).

El contenido proteico total desempeña un papel central, ya que da origen a los catalizadores biológicos que descompondrán las paredes celulares y las reservas del endosperma, además de proporcionar aminoácidos libres para las levaduras durante la fermentación. Esto tiene un impacto significativo en varios aspectos físicos de la cerveza, como su estabilidad coloidal, así como en sus características organolépticas, como el cuerpo y la calidad de la espuma (Savio et al. 2011; Gottschalk en 2014).

Los parámetros de humedad, proteína y peso específico son análogos a los mencionados previamente en el contexto del trigo candeal. Sin embargo, es importante destacar que la proteína y el peso hectolítrico presenta particularidades significativas que se mencionaran a continuación. Además, a este cultivo se introduce otra variable a analizar denominado "calibre", que merece una explicación detallada.

En el caso de la proteína, las sustancias nitrogenadas desempeñan un papel crucial en la calidad de la malta utilizada en la fabricación de cerveza. Estas sustancias tienen efectos positivos en tres aspectos importantes, mejoran el sabor de la cerveza, mantienen la estabilidad de la espuma y nutren a las levaduras durante la fermentación (Arias, 1991). Por estas razones, se establece que la cebada cervecera debe contener al menos un 8.5% de proteína, y algunos incluso sugieren un nivel mínimo del 9%. Sin embargo, un exceso de proteínas puede tener efectos negativos en la calidad industrial de la cebada cervecera (Arias, 1991).

En el proceso de malteado, un alto contenido de proteína puede ocasionar una germinación desigual y aumentar las pérdidas. La cantidad de extracto en la malta se relaciona directamente con el contenido de almidón y, de manera inversa, con el contenido proteico del grano. Es esencial considerar la fracción de proteínas soluble en alcohol, llamada hordeína, que prevalece en niveles elevados de proteína. Esta fracción constituye la mayoría de las proteínas de reserva y se almacena en el endosperma, cerca de la capa de aleurona (Arias, 1991).

Según González Pérez (2020), la cebada presenta una variabilidad en su contenido proteico, que oscila entre 8% y 13%. Esta proteína se encuentra distribuida de manera específica en diversos tejidos del grano de cebada. Las proteínas predominantes en la cebada son la hordeína, que

representa entre 35% y 45%, y la glutelina, que también se encuentra en un rango de 35% a 45%. Por otro lado, el salvado y el germen de cebada contienen principalmente proteínas citoplasmáticas, como la albúmina y la globulina.

El peso hectolítrico tiene menos relevancia en la comercialización de cebada cervecera en comparación con el trigo y los granos de cebada forrajera. Esto se debe a que un alto peso hectolítrico a menudo resulta de una trilla intensa que elimina las cáscaras de los granos. Esto puede causar problemas de humedad y calidad en la malta. En cebada, no existe una relación sólida entre el peso hectolítrico y la calidad en términos de sustancia seca, almidón o proteína. El calibre de los granos en cebada es más determinante para su destino, ya sea para la producción de cerveza o fines forrajeros. Se evalúa utilizando zarandas, y se requiere que al menos el 85% de los granos tengan un tamaño superior a 2,5 mm, con un límite máximo del 4% de granos más pequeños (<2,2 mm). Si no se cumplen estos parámetros, la cebada se clasifica como forraje, ya que la industria cervecera no la acepta en esas condiciones (Arias, 1991; Lauric et al., 2009).

OBJETIVOS

Objetivo general

Vincularme a una empresa agropecuaria productora y exportador de la zona de Coronel Dorrego durante el 5to año de la carrera de Ingeniería Agronómica, llevando a cabo actividades como futura profesional, aplicando los conocimientos adquiridos en la cátedra de Producción Vegetal Extensiva.

Objetivos Específicos

- 1) Control de las condiciones de cosecha
- 2) Análisis de calidad de trigo candeal: humedad, proteína, gluten húmedo y peso específico)
- 3) Análisis de calidad de cebada cervecera: humedad, proteína, peso específico y calibre
- 4) Procesamiento de datos de parámetros de calidad

METODOLOGÍA Y EXPERIENCIA ADQUIRIDA

MODALIDAD DE TRABAJO

La experiencia se desarrolló dentro del establecimiento agropecuario Lonco-Hue, ubicado en el partido de Coronel Dorrego, ruta nacional N°3, km 627. Las tareas gestionadas tuvieron que ver con el control y monitoreo de cosecha (pérdidas por máquinas, variaciones de humedad, granos húmedos, condiciones climáticas), la toma de muestras de los camiones que llegaban a planta, el análisis de calidad y las condiciones de almacenamiento.

CONTROL Y MONITOREO DE LA COSECHA

Método práctico para evaluar pérdidas precosecha y de cosecha

Precosecha

Antes de que la cosechadora pase por el cultivo, se instalan cuatro aros de 0,25 m² en el lote. En estos aros, se realiza un conteo de los granos sueltos, así como de las espigas que han caído o se han quebrado y que la cosechadora no será capaz de recoger. Para calcular estas pérdidas, se considera que 333 granos medianos de trigo y 270 granos medianos de cebada (según la Cátedra de Maquinaria Agrícola de la UNS en 2020) en los cuatro anillos representan 100 kg ha⁻¹ de pérdidas, tal como se señala en el estudio de Bragachini, (2006). Además, es importante tener en cuenta que se admite una tolerancia de pérdidas de 0 kg ha⁻¹, según la Cátedra de Producción Vegetal Extensiva de la UNS en 2021.

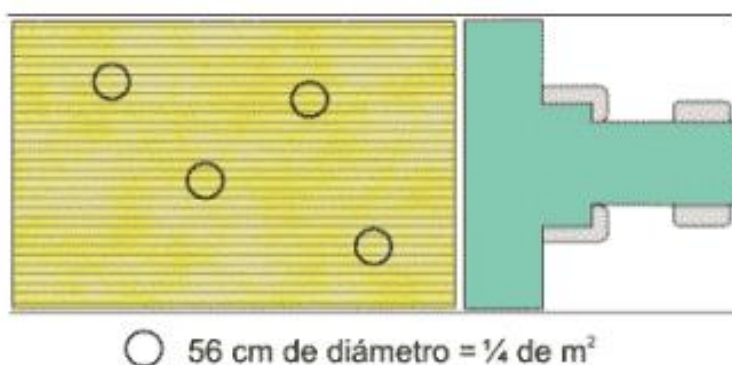


Figura 9. Aros precosecha. Fuente: Bragachini, 2006. Publicado en: Engormix.

Pérdidas de cosecha

Estas pérdidas pueden dividirse en dos categorías: las pérdidas por cabezal y las pérdidas por cola, generalmente atribuidas en un 50% cada una (Figura 10).

En la misma ubicación donde se evaluaron las pérdidas previas a la cosecha, se instalan cuatro aros ciegos, cada uno con una superficie de 0,25 m². Después de que la cosechadora ha pasado por el área, se procede a contar los granos que quedan por debajo de estos aros ciegos y se suman a las pérdidas previas a la cosecha, atribuyéndolas a las pérdidas por cabezal. Los granos que quedan por encima de los anillos se consideran pérdidas por cola, según la información proporcionada por el INTA PRECOP.

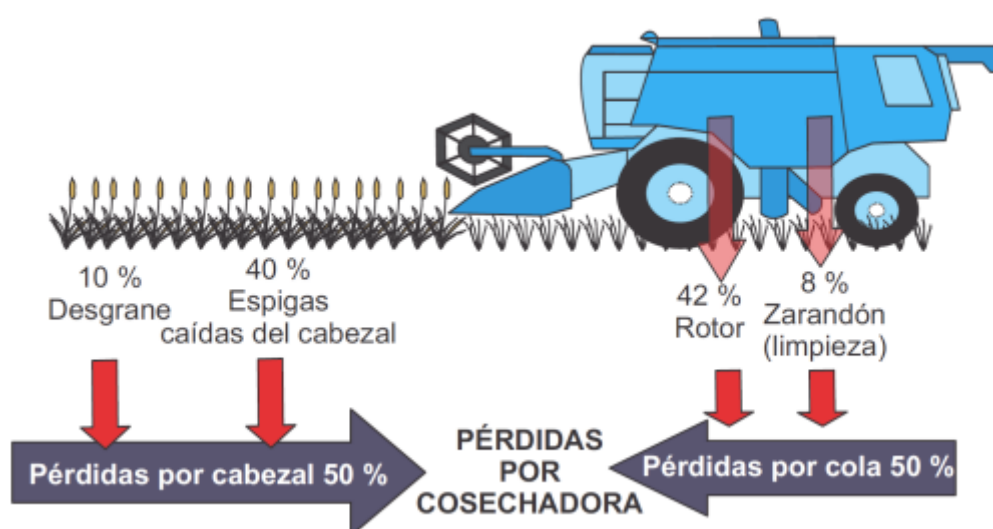


Figura 10. Pérdidas de cosecha. Fuente: INTA PRECOP.

En el contexto de la práctica profesional supervisada, para determinar si un lote estaba cerca de alcanzar la madurez comercial, se solían seleccionar espigas al azar y se procedía a girarlas sobre las palmas de las manos. De esta manera, si el desgrane resultaba relativamente sencillo y los granos mostraban una dureza tal que no permitía que fueran marcados con una uña, se consideraba que era el momento adecuado para iniciar la cosecha. Después de esto, se recopilaban tres datos de humedad en el campo. En primer lugar, se efectuaba una pasada con la máquina cosechadora para verificar la humedad registrada en la cabina. A continuación, se tomaba una muestra de la tolva de la máquina y se medía la humedad en el lugar con un humidímetro de campo (Figura 11). Luego, esta misma muestra se transportaba al laboratorio de análisis de calidad, donde se empleaba una máquina más precisa para medir este parámetro de manera exacta (Figura 12).

Finalmente, se emitía la orden de iniciar la cosecha cuando esta máquina de laboratorio mostraba un valor igual o inferior al 14%, siempre y cuando las condiciones climáticas lo permitieran.



Figura 11. Delver, humidímetro de campo



Figura 12. Espectrofotómetro Analizador para granos enteros NIR, Inframatic 9500 para la determinación de humedad, proteína, materia grasa y gluten en cereales

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE TRIGO Y CEBADA

Durante mi práctica profesional, las muestras eran recibidas en el laboratorio procedentes de los camiones encargados del transporte de los cereales hacia la planta de almacenamiento. En el laboratorio, se empleaba el equipo Inframatic 9500 para obtener datos fundamentales, tales como humedad, contenido proteico, peso hectolítrico y gluten húmedo, utilizando la tecnología de emisión de luz infrarroja, este dispositivo es un espectrofotómetro de infrarrojo cercano (NIR) utilizado para la medición rápida y precisa de diversos parámetros en granos y productos agrícolas. Su funcionamiento se basa en la absorción de la radiación infrarroja por las moléculas presentes en la muestra, lo que proporciona información sobre su composición química. Funciona como una especie de "escáner" que brilla con una luz especial sobre la muestra. Esta luz interactúa con los granos dentro de la muestra y crea un patrón de luces y sombras llamado espectro. Luego, el Inframatic 9500 compara ese patrón con una lista de referencia para decirnos cuánta humedad, proteína, etc., hay en la muestra. Es una forma rápida y precisa de saber lo que hay en los granos sin tener que hacer pruebas químicas complicadas.

Posteriormente, las muestras eran etiquetadas con información referente a su procedencia, establecimiento de origen, tipo de cultivo y variedad, antes de ser almacenadas. Los datos recopilados se introducían meticulosamente en las hojas de cálculo correspondientes en el programa Excel, para su posterior análisis y registro formal.

En lo que respecta al parámetro de humedad, su utilidad residía principalmente en determinar si era necesario llevar a cabo la mezcla de la mercadería. El objetivo era alcanzar un nivel de humedad seguro para el almacenamiento. Cuando los resultados de las muestras indicaban un contenido de humedad superior al 14,5%, se requería realizar una mezcla de la mercadería con el fin de obtener un promedio de humedad igual o inferior al 14,5%. Con respecto al parámetro de contenido proteico para ambos granos, el propósito era análogo al abordado en el caso del porcentaje de humedad. Concretamente, se contemplaba la posibilidad de llevar a cabo la mezcla de la mercadería en situaciones en las que el contenido proteico se ubicara por debajo del umbral estipulado por las normativas. Este procedimiento se llevaba a cabo con el fin de obtener un promedio igual o superior al 11% en candeal y un rango de 9,5-13% en cebada, garantizando así la conformidad con los requisitos específicos del molino y de la industria maltera respectivamente.

Dentro del proceso de análisis de la muestra que se sometía al Inframatic 9500, también se obtenían datos referentes al parámetro conocido como "gluten húmedo" para trigo candeal. Este dato se utilizaba como una indicación crucial para evaluar la calidad semolera de la mercadería en cuestión.

En lo que respecta al análisis de la cebada, se procedió a la meticulosa medición de una muestra de 100 gramos. Esta muestra fue sometida a un proceso de zarandeo mediante una zaranda vibratoria, el cual se llevó a cabo durante un período de 5 minutos. Para este proceso, se utilizaron tres bandejas de zarandas con diámetros específicos: 2,8 mm, 2,5 mm y 2,2 mm. Al concluir el proceso de zarandeo, se recopilaron los granos retenidos por las dos primeras zarandas (2,8 mm y 2,5 mm), tras la separación de granos pelados, quebrados, partidos, dañados, materias extrañas, granos con carbón y granos picados. El peso total de esta fracción se expresó en porcentaje entero, y debía cumplir con el requisito normativo de no ser inferior al 85% y según la Norma de Comercialización para valores inferiores al 85% y hasta el 80%, se rebajará al 0,5% por cada por ciento.

De manera análoga, se procedió a pesar la fracción de granos que no fue retenida por la zaranda de 2,2 mm. Esta fracción no debía exceder el 4% según la Norma de Comercialización, y en caso de superar este límite, se aplicaba un descuento equivalente al 1% por cada punto porcentual o fracción proporcional que excediera dicho límite, de acuerdo con la normativa vigente.

A continuación, se presentarán gráficos derivados de los datos recopilados a lo largo de toda la práctica profesional supervisada.

Trigo candeal

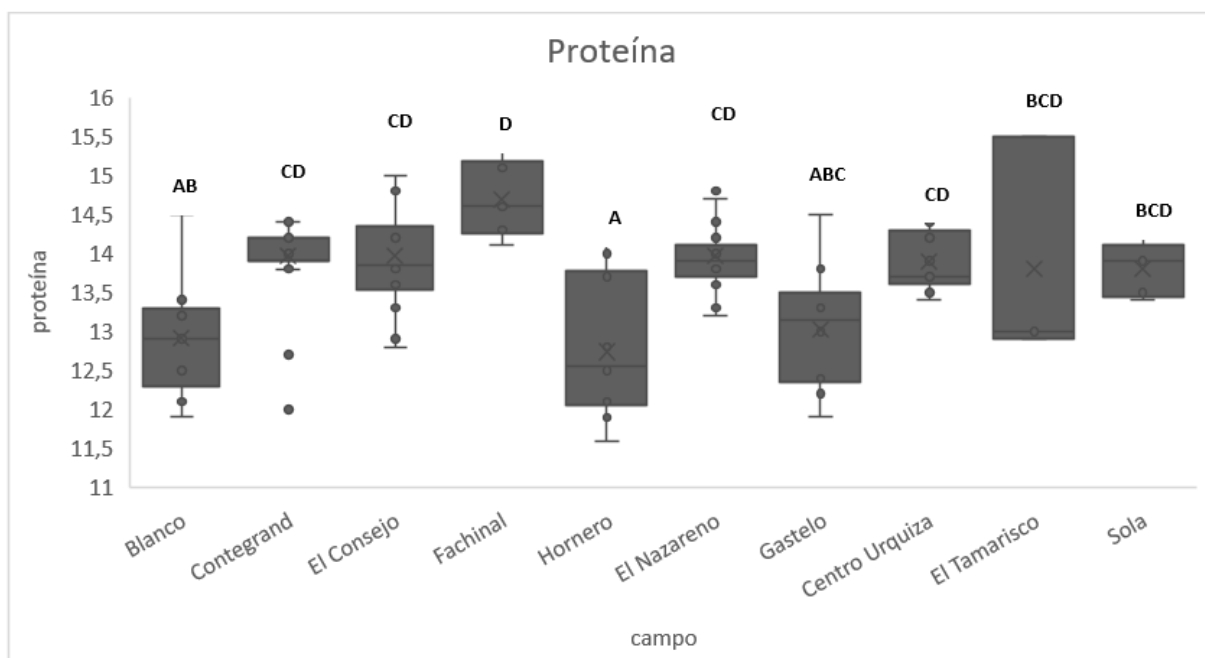


Figura 13. Trigo candeal: Comparación y análisis estadístico entre proteína y establecimiento de origen de la muestra.

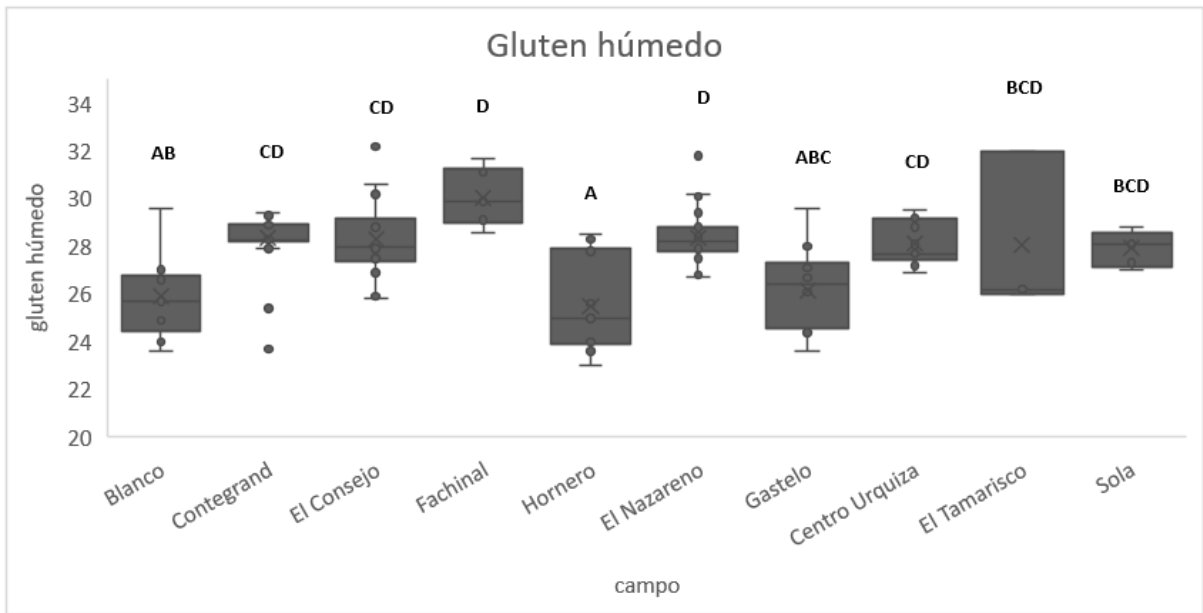


Figura 14. Trigo candeal: Comparación y análisis estadístico entre gluten húmedo y establecimiento de origen de la muestra.

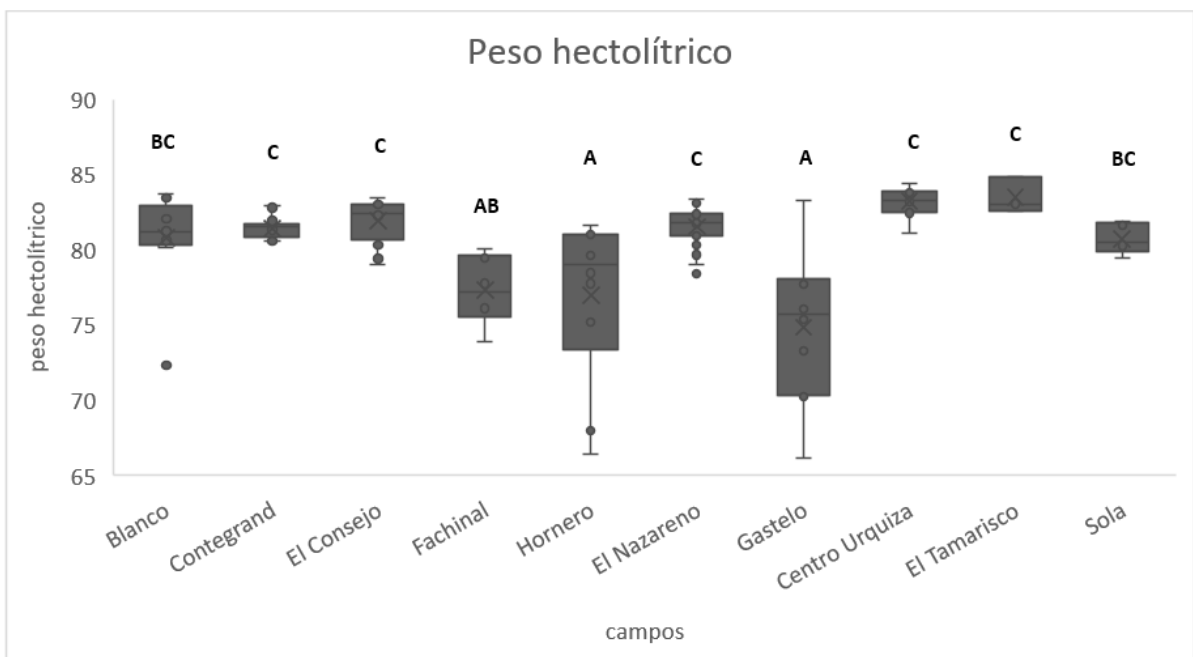


Figura 15. Trigo candeal: Comparación y análisis estadístico entre peso hectolítrico y establecimiento de origen de la muestra.

En este cultivo, no se realizaron evaluaciones de las diferencias que pudieran existir entre las dos variedades sembradas, Athoris y Cariló. Esto se debió a que la gran mayoría de los campos fueron sembrados con la primera variedad mencionada, y la disponibilidad de datos relacionados con la segunda variedad era limitada. En consecuencia, el análisis estadístico carecía de relevancia en este contexto.

Cebada

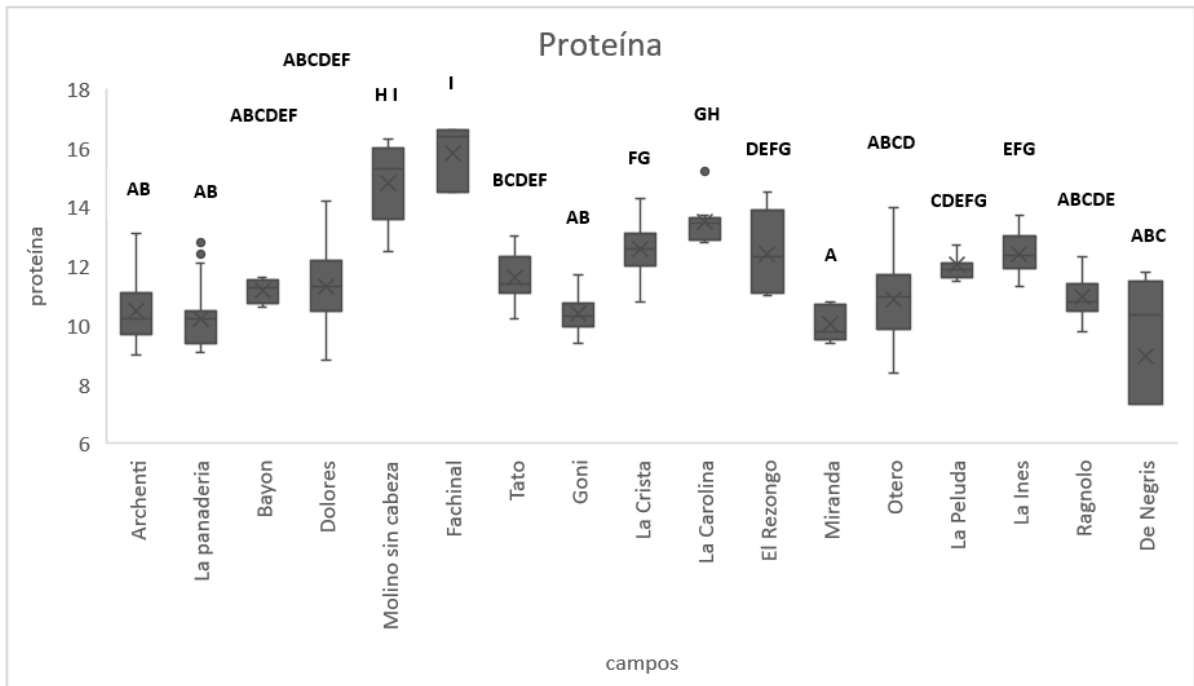


Figura 16. Cebada: Comparación y análisis estadístico entre proteína y establecimiento de origen de la muestra.

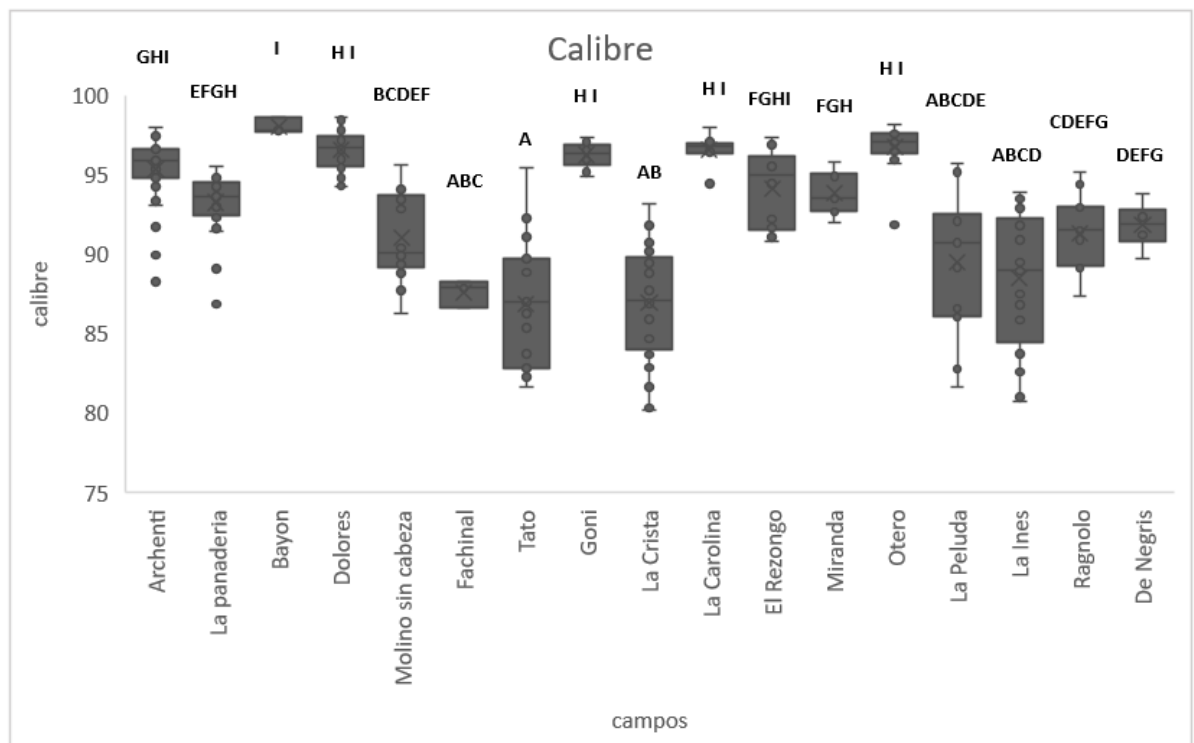


Figura 17. Cebada: Comparación y análisis estadístico entre calibre y establecimiento de origen de la muestra.

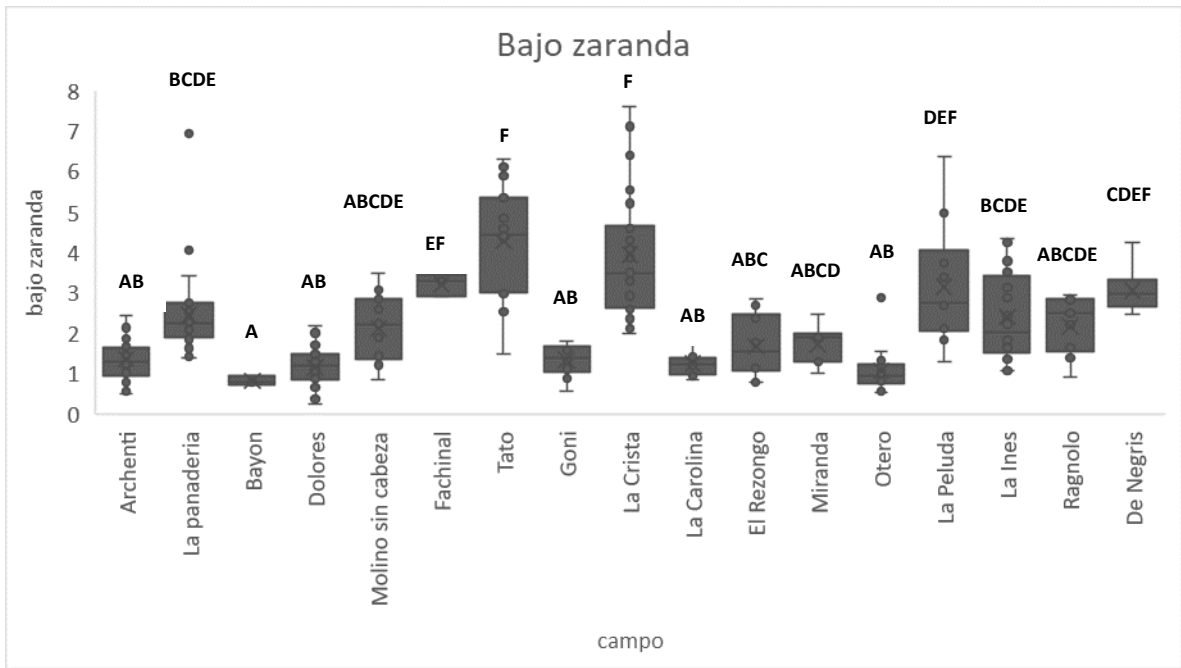


Figura 18. Cebada: Comparación y análisis estadístico entre bajo zaranda y establecimiento de origen de la muestra.

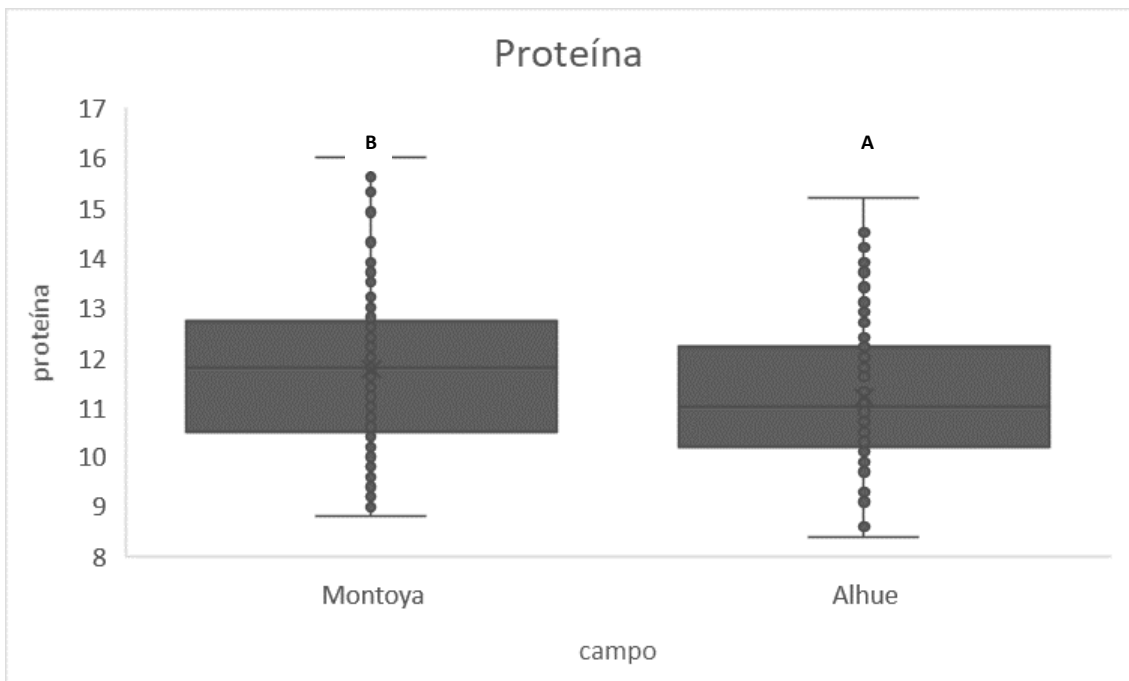


Figura 19. Cebada: Comparación y análisis estadístico entre proteína y variedad.

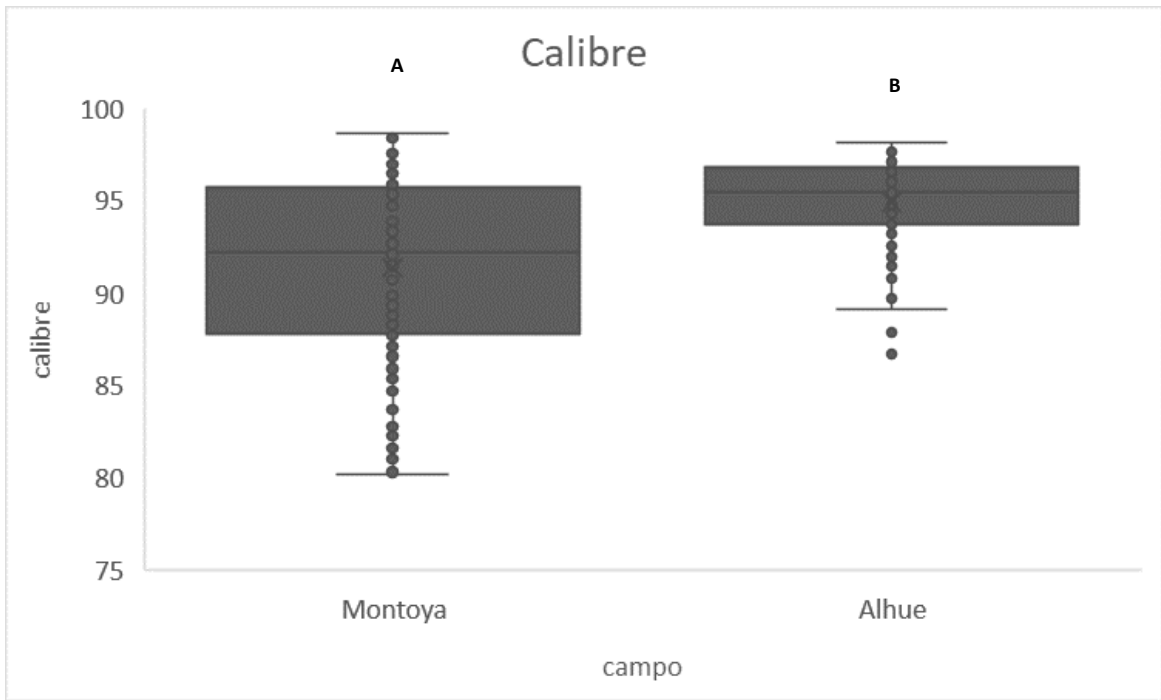


Figura 20. Cebada: Comparación y análisis estadístico entre calibre y variedad.

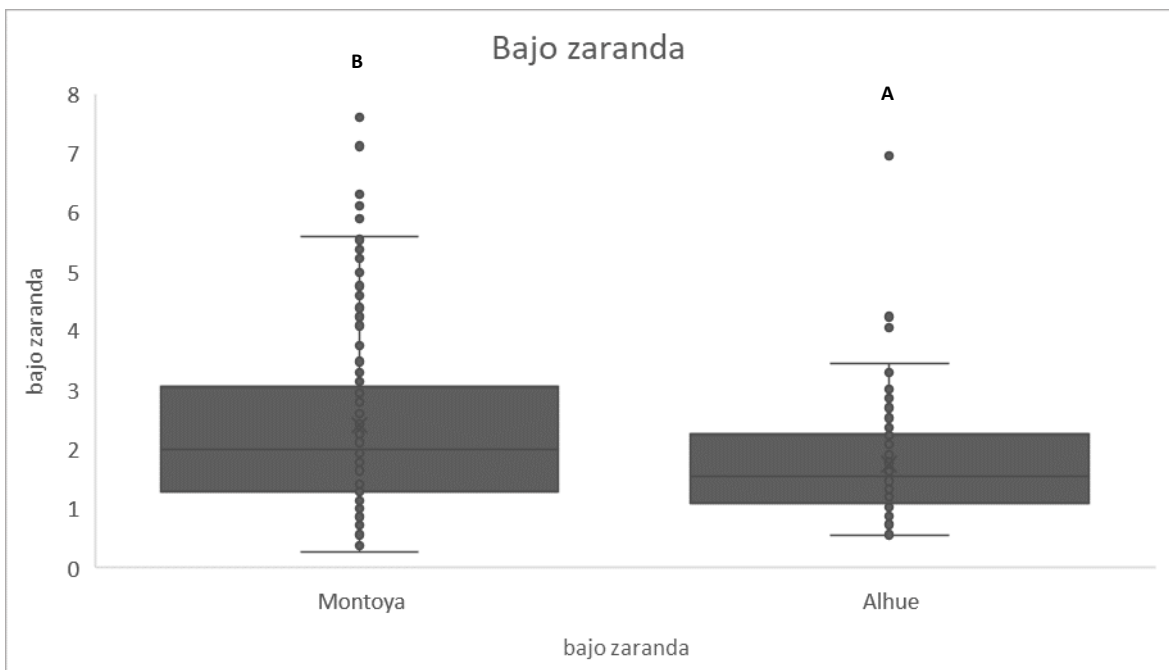


Figura 21. Cebada: Comparación y análisis estadístico entre bajo zaranda y variedad.

En resumen, al analizar los gráficos presentados, se destacaron las diferencias significativas en varias variables clave tanto para trigo candeal como para cebada, considerando los diversos campos sembrados.

En el caso de candeal, se observaron variaciones notables en tres variables específicas: proteína, gluten húmedo y peso hectolítrico. Cabe mencionar que en muchos casos en este cultivo existe una relación inversa entre el peso hectolítrico y la proteína, ya que al aumentar el peso hectolítrico por un efecto de dilución disminuye el porcentaje de proteína. Sin embargo, esto no se observó en los datos analizados en esta campaña, al realizar un análisis de regresión.

Por otro lado, en cuanto a cebada, se identificaron diferencias significativas en tres variables esenciales: proteína, calibre y bajo zaranda, para todos los campos donde se llevó a cabo el cultivo de este grano. Además, se realizó una comparación detallada entre las dos variedades de cebada sembradas, Alhue y Montoya, y se encontraron discrepancias significativas en estas mismas tres variables. Lo mismo que ocurre para proteína y peso hectolítrico en candeal sucede en cebada con las variables de proteína y calibre, es decir, al aumentar el tamaño del grano existe el mismo efecto de dilución de la proteína, por lo tanto, lo que implica una relación inversa para estas dos variables, aunque existen excepciones.

Estas evaluaciones subrayan la importancia de considerar las variedades a sembrar en el caso de cebada, las condiciones de manejo de los cultivos para los diferentes campos, en cuanto a la utilización de los diversos tipos de suelo, fertilizaciones, aplicaciones químicas, entre otras. Sin embargo, estos datos recopilados eran utilizados para poder hacer las mezclas de los respectivos granos en caso de no cumplir con los estándares de comercialización como se aclaró anteriormente.

CONSIDERACIONES FINALES

Considero que este trabajo hace hincapié en la relevancia fundamental del análisis de calidad de granos en el contexto de un establecimiento agrícola. No sólo se erige como una herramienta esencial para la mezcla y entrega de la mercadería, asegurando que se cumplan los estándares de calidad requeridos, sino que también desempeña un papel crucial en el manejo de la fertilización en los diversos tipos de suelos presentes en los campos de cultivo. Asimismo, el análisis de calidad de granos es de gran utilidad para la toma de decisiones relacionadas con la selección de cultivos, y variedades a sembrar en las próximas campañas, y para compilar datos valiosos a lo largo de la historia del establecimiento, que servirán como base para futuras decisiones agronómicas. Estos aspectos consolidan la importancia de esta práctica en la gestión agrícola y su contribución al éxito continuo de la actividad.

Realizar esta práctica profesional ha sido una experiencia invaluable que me ha permitido adentrarme en el ámbito laboral al que aspiro, aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera y formación académica, y a experimentar un significativo crecimiento tanto a nivel personal como profesional. Más allá de todo, esta oportunidad ha reafirmado mi convicción de que elegí la carrera correcta y que deseo ejercerla con pasión, dedicación y respeto a lo largo de toda mi vida.

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

Arias, G. (1991). Calidad industrial de la cebada cervecera (Vol. 18). INIA. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2919/1/111219220807120028.pdf>

Berrueta, W. A. (2019). Variabilidad en el contenido de gluten en una colección internacional de genotipos de trigo (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata). Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/83809/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bolsa de Comercio de Rosario, <https://www.bcr.com.ar/es>

Capellades, M. R. (2015). Respuesta en rendimiento, proteína y calibre de la cebada cervecera a la fertilización nitrogenada ya la aplicación de fungicida en Bragado, provincia de Buenos Aires. Disponible en: <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/433/1/doc.pdf>

Cattaneo, M. (2022, 21 de febrero). Cebada: Principales zonas de producción en Argentina. Www.Cebadacervecera.com. Consultado el 28 de agosto de 2023 en <https://cebadacervecera.com.ar/cebada-principales-zonas-de-produccion-en-argentina/>

Cattáneo, M. Los mercados de cebada cervecera en la Argentina y en el mundo. En: Cebada cervecera. Miralles, D.J., Benech-Arnold, R.L., Abeledo, G.L. (eds.). 2012. Editorial Facultad de Agronomía, UBA. Buenos Aires. Pag: 275-284.

De Bernardi, L. A. (2019). Perfil de la cebada. Dirección de Mercados Agrícolas. Disponible en: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/informes/perfil-de-cebada-2019.pdf

FLORES-RODRÍGUEZ, E. Obtención de gluten de trigo para cuantificar: gluten húmedo, gluten seco, contenido indirecto de proteína y porcentaje de almidón. Disponible en: [RP1-libre.pdf \(d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net\)](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net)

González Pérez, M. I. (2020). Métodos de análisis para la determinación de proteínas en cereales: amaranto y cebada. Disponible en: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/27174/GonzalezPerez_Maria%20Isabel_TFM_2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y

- Gottschalk, A. D. (2014). Respuesta en rendimiento, proteína y calibre de cebada cervecera a la aplicación de fungicidas y fertilizante nitrogenado en Alberti, provincia de Buenos Aires. Disponible en: <http://www.inia.uy/publicaciones/documentos%20compartidos/111219220807120028.pdf>
- Kezih, R., Bekhouche, F., & Merazka, A. (2014). Some traditional Algerian products from durum wheat. *Afr J Food Sci*, 8(1), 30e4. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/a78c/ee69a0849637d2e7da090f3ad9ca17662f0d.pdf>
- Lauric, A.; Marinissen, A.; Torres Carbonell y Loewt, T.. 2009. Cebada Cervecera: experiencia local. Fertilización nitrogenada e cebada cervecera en un año seco. Campaña 2008/09. Agencia de extensión INTA Bahía Blanca, (EEA INTA Bordenave), Argentina.
- Lezcano E, 2013. "Pastas alimenticias". En: Revista Alimentos Argentinos N° 57, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. ISSN 0328-9168.
- Lezcano E, 2014. "Farináceos 2013". Informe sectorial N° 14.
- Manual de buenas prácticas en poscosecha de granos: hacia el agregado de valor / editado por: Bernadette Abadía y Ricardo Bartosik. – Buenos Aires : Ediciones INTA, 2013.
Disponible en: [inta.manual.de.buenas.practicas.en.poscosecha.de.granos.region.48-220190925-13853-x3miy6-libre.pdf\(d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net\)](http://inta.manual.de.buenas.practicas.en.poscosecha.de.granos.region.48-220190925-13853-x3miy6-libre.pdf(d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net))
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Estimaciones Agrícolas. Disponible en: <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>
- 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/TEISIS%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>
- Prystupa, P. Marzo (2012). Calidad en cebada, un aspecto a tener en cuenta. En pag web <http://www.agro.uba.ar/noticias/node/777>. Consultado en Marzo2013
- Rivas, R., & Barriga, P. (2002). Capacidad combinatoria para rendimiento de grano y caracteres de calidad maltera en cebada (*Hordeum vulgare* L.). *Agricultura Técnica*, 62(3), 347-356. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072002000300001&script=sci_arttext&tlng=en

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-AnalisisDeLasBasesGeneticasDelColorEnTrigoCandeal-5718164.pdf](http://dialnet-analisisdelasbasesgeneticasdelcoloren trigo candeal-5718164.pdf)

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Gestión de la Información: Estadísticas – Granos. Disponible en: <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/gestion/>

Seghezzo, M. L. S. M. L. (2014). CALIDAD EN TRIGO CANDEAL TRIGO CANDEAL TRIGO CANDEAL. Disponible en: <https://uifra.org.ar/home/downloads/calidad-en-trigo-candeal-ML-seghezzo-2014.pdf>

Thomas, W.T.B., W. Powell, J.S. Swanston, R.P. Ellis, K.J. Chalmers, U.M. Barua, P.V. Lea, B.P. Foster, R. Waugh, and D.B. Smith. 1996. Quantitative trait *loci* and malting quality characters in a spring barley cross. Crop Sci. 36:265-273.

Troccoli, A., G.M. Borrelli, P. De Vita, C. Fares & N. Di Fonzo. 2000. Durum wheat quality: a multidisciplinary concept. Journal of Cereal Science 32: 99–113.