

TRABAJO DE INTENSIFICACIÓN

# Práctica Profesional supervisada en Compañía Molinera del Sur

02/07/2022

---



Irazusta Jone



Docente tutor: Dr. Claudio Pandolfo.

Docentes consejeros: Dra. María Soledad Ureta

Dr. Alejandro Presotto

Instructor externo: Contador Fabián Weiman

## **RESUMEN**

La Práctica Profesional Supervisada (PPS) fue realizada en la Compañía Molinera del Sur (CMS, ubicada en calle Neuquén 80, en la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires) con el fin de completar la formación profesional de la carrera, poniendo en práctica, los conocimientos adquiridos durante mis estudios universitarios mediante el desarrollo programado de actividades propias del ejercicio profesional. Paralelamente la PPS se realizó en un campo de la zona (en Las Oscuras).

La Práctica se realizó durante la época de cosecha de trigo en la zona. Aproximadamente desde el 6 de Diciembre de 2021 al 10 de Enero de 2022. Durante el desarrollo de la misma, realicé análisis de control de calidad en el trigo candeal (materia prima), y de las sémolas producidas en la empresa a partir del mismo.

En el presente informe se detallará el proceso de cosecha de trigo, recibo del cereal en la planta y los ensayos realizados al producto para corroborar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos.

La PPS fue finalizada de manera exitosa, pudiendo cumplimentar con el plan de trabajo establecido, siendo satisfactoria tanto en el área profesional, al adquirir y enriquecer conocimientos teóricos prácticos de control de cosecha y control de calidad, como en lo personal al desempeñar las tareas en un grupo humano que colaboró para que el ambiente de trabajo sea óptimo y confortable.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quería agradecer en primer lugar a Claudio, Sole y Ale, quienes estuvieron siempre dispuestos a ayudarme y me acompañaron en este proceso final, para concluir con una etapa muy importante de mi vida.

A mis amigas y amigos de la uni que fueron quienes estuvieron durante estos 5 años, parcial tras parcial, final tras final y, también, para sacar un poco la cabeza de tanto estudio.

A mis amigas y amigos del colegio, que después de cada cursada estaban esperando para hacer algún plan, que siempre tenían un mate, una salida, una cena o una merienda para salir de la rutina.

A mi novio, Matías, que apareció en una etapa de cambios, de frustraciones y de crecimiento, y me acompañó este último año en cada decisión y proyecto nuevo, siempre expectante y dispuesto a escucharme.

A mis tíos, primos, abuelos, que son aquellos que siempre están al lado, atentos para cualquier necesidad que tenga.

A mi abuela Didi, que este año partió, pero no puedo dejar de mencionarla, porque es ella la que prendía sus velas para cada examen y quien se encargaba de contarle a todos cada nueva nota obtenida.

A mis hermanas, que a pesar de tantas peleas están ahí, siempre, para todo y son las primeras a quienes recorro en cualquier necesidad.

Y por último, a mi mamá y a mi papá, que dan la vida por sus tres hijas, que me demuestran día a día lo que es el amor, el respeto y el esfuerzo para lograr lo que me proponga, y quienes siempre confiaron en mí.

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	6
Producción mundial de trigo .....	6
Trigo candeal .....	7
Embrión o Germen: .....	8
Pericarpio: .....	8
Capa de aleurona:.....	8
Endosperma: .....	8
Compañía Molinera del Sur .....	8
OBJETIVOS.....	10
Objetivo general.....	10
Objetivos específicos .....	10
METODOLOGÍA DE TRABAJO Y EXPERIENCIA ADQUIRIDA.....	11
COSECHA .....	11
Momento oportuno de cosecha .....	11
Manejo de residuos en la cosecha .....	12
Pérdidas de cosecha .....	12
Pérdidas de precosecha.....	13
Pérdidas por cosechadora .....	14
Pérdidas por cabezal .....	15
Resultados.....	15
RECIBO DE LA MERCADERIA .....	16
Instrumentos para la toma de muestras.....	17
CONTROL DE CALIDAD.....	19
CONTROL DE CALIDAD MATERIA PRIMA .....	19
Definiciones de rubros de calidad determinantes del grado: .....	21
Definiciones de rubros de condición: .....	23
Mecánica operativa para el recibo de la mercadería: .....	25
Mecánica operativa para determinación del grado .....	26
CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTO FINAL .....	27
Determinación de la humedad .....	27
Determinación del color .....	28
Granulometría .....	29

<b>Contenido de Gluten humedo. Gluten index .....</b>	<b>30</b>
<b>Número de caída o Falling Number (FN) .....</b>	<b>32</b>
<b>Picaduras y puntos negros.....</b>	<b>34</b>
<b>Porcentaje de proteínas .....</b>	<b>35</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>38</b>

## INTRODUCCIÓN

### Producción mundial de trigo

El trigo es originario del oeste de Asia, el mismo se cultiva hace más de 6000 años. Actualmente constituye el cultivo más difundido en el mundo, abarcando una superficie de 219 millones de ha por año (Divito y García, 2017). A nivel mundial (Gráfico 1), Argentina se ubica en el puesto 11 en cuanto a toneladas producidas de trigo (Statista, 2021).

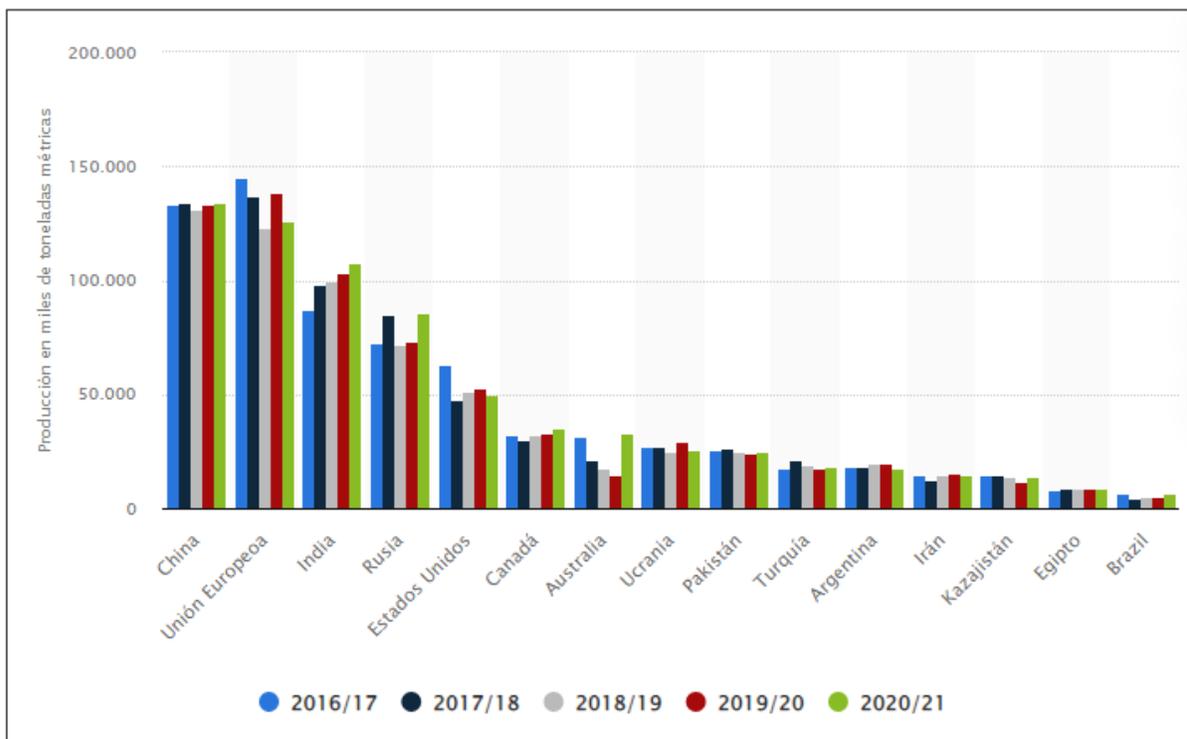


Gráfico 1. Ranking de los principales productores de trigo a nivel mundial de 2016/2017 a 2020/2021, por volumen de producción.

A partir de la domesticación de las especies silvestres e hibridaciones naturales interespecíficas, surgieron dos especies: *Triticum turgidum* subsp. *durum* (trigo candeal) y *Triticum aestivum* (trigo pan). El trigo pan se difundió a zonas templadas, fértiles y lluviosas, mientras que el candeal presenta mayor tolerancia a la sequía y a un periodo de desarrollo más breve, por lo tanto, se ha adaptado a climas cálidos/áridos como los del Mediterráneo (Foto 1).

Actualmente en el mundo se cultivan 18,5 millones de ha con trigo candeal, que producen entre 35 y 40 millones de toneladas, lo que representa un 8 % de la producción mundial de trigo (Seghezzo, 2014).

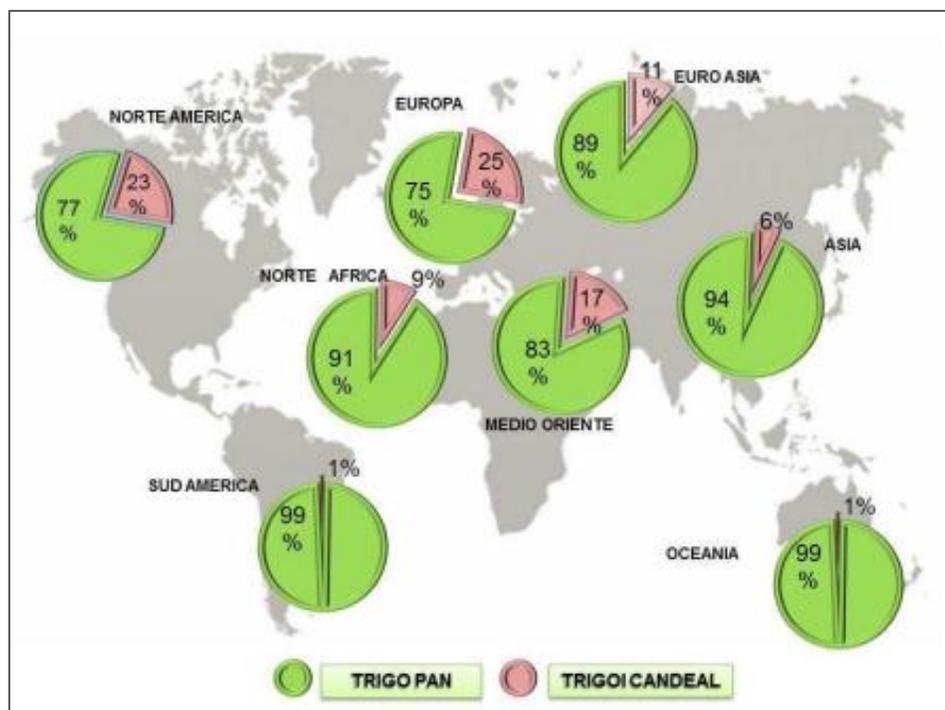


Imagen 1. Producción de trigo pan vs trigo candeal en el mundo. Fuente: International Wheat Council, 2006.

El trigo aporta un alto porcentaje de los carbohidratos de la dieta humana. Además de ser una de las principales fuentes de energía, representa un aporte significativo de proteínas y otros componentes, que en menor magnitud contribuyen a una adecuada nutrición, como lípidos, vitaminas, minerales y fitoquímicos (Fraschina, 2017).

### Trigo candeal

Una de las materias primas esenciales para la elaboración de fideos es el trigo candeal, clasificado taxonómicamente como: *Triticum turgidum* subsp. *durum*.

El Código Alimentario Argentino (CAA), en su Capítulo IX, Artículo 657 (inciso b) lo define como se cita a continuación.

*Triticum durum* (Candeal y Taganrock) o Trigo Fideos: grano de forma elíptica sensiblemente alargado; de color ámbar claro; aspecto traslúcido, fractura vítrea y gran friabilidad; con gluten húmedo, corto y duro; no apto para panificación, con un peso de 50-60 g los 1.000 granos.

El grano de trigo es un cariopse, en el que el tegumento se encuentra adherido a la semilla. El lado dorsal del grano de trigo es redondeado y el lado ventral posee una canaleta profunda (surco) a lo largo del eje longitudinal, que penetra casi hasta el centro (Imagen 2). El color depende del pigmento en la cubierta de la semilla y es de herencia genética. En el trigo candeal se denomina internacionalmente ámbar. Externamente se reconoce el pericarpio y el germen; internamente, la capa de aleurona y el endosperma (Seghezzo, 2015).

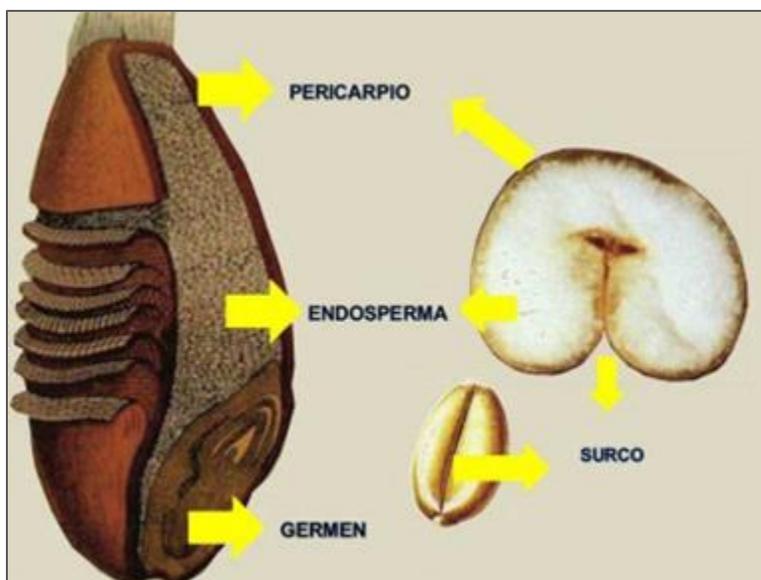


Imagen 2. Grano de trigo. Fuente: Seghezzo, 2015.

**Embrión o Germen:** Representa entre el 1 y 3 % del grano. Está constituido por los órganos que darán origen a una nueva planta (raicilla, escutelo, hojas). Tiene alto contenido de proteínas, aceite, sales minerales y cenizas, aunque no contiene almidón (Seghezzo, 2015).

**Pericarpio:** Constituye entre el 10 y 18 % del grano. Sirve de cubierta protectora. Su color está relacionado con la variedad. Su contenido de fibra y sales minerales es mayor a la del endosperma. Está compuesto por proteínas, cenizas, celulosa, lípidos, y pentosanos que, junto con la celulosa, son los componentes que le otorgan su alta capacidad de absorción de agua. Posee cuatro capas: epidermis, hipodermis, células cruzadas y células tubulares. El pericarpio junto con una parte de la capa de aleurona constituye lo que se denomina salvado (Seghezzo, 2015).

**Capa de aleurona:** Se trata de una capa monocelular (rica en proteínas y sales minerales). Las proteínas tienen una importante acción enzimática durante la germinación, estimulando diversas reacciones químicas (Seghezzo, 2015).

**Endosperma:** Es el principal componente del grano (80-83 %). Constituye el tejido de reserva de la planta y está conformado principalmente por almidón, proteínas y agua, más una cantidad reducida de lípidos. El almidón se compone de un cuarto de amilosa y el resto de amilopectinas, y se acumula, durante el desarrollo del grano, en forma de gránulos incluidos en una matriz proteica. La forma en que los gránulos se adhieren unos a otros dentro de esa matriz proteica, es lo que determina la característica de trigo duro o blando. En el trigo candeal la presencia de zonas harinosas se la considera un defecto llamado “panza blanca” causado por algún desequilibrio fisiológico en la planta. Cuando se fractura el endosperma de un trigo duro, los gránulos permanecen unidos a la matriz y las fracturas se producen entre las células del endosperma (Seghezzo, 2015).

### Compañía Molinera del Sur

CMS es una empresa que integra en forma vertical todas las etapas de producción de sémola: desarrollo genético, siembra de la semilla, acopio y molienda de trigo candeal. Las razones del éxito de la empresa se enmarcan en varios factores: selección de semillas, selección de campo donde se

siembra, localización de la planta, sustentabilidad, calidad, uso de la última tecnología y trayectoria en el rubro.

Cía. Molinera del Sur tiene entre sus principales ventajas competitivas, el origen propio del grano que muele. Esto abarca el desarrollo genético de la semilla, el cultivo de la misma, ya sea en forma directa o con productores vinculados y supervisados por sus ingenieros agrónomos y el acopio del cereal.

El cultivo del trigo se realiza mediante las buenas prácticas agrícolas, aplicando las últimas tecnologías disponibles lo que permite lograr granos de óptima calidad en forma competitiva y sustentable.

La materia prima, el trigo candeal (*Triticum turgidum* subsp. *durum*), es procesada para la obtención de diversos productos que cuentan con calidad certificada bajo normas ISO 22000 – FSSC 22000, detallados a continuación:

- Sémola Premium: para la elaboración de pastas secas de muy alta calidad.
- Sémola Estándar: ideal para la elaboración de pastas secas 100 % sémola o para elaborar premix con harinas.
- Sémola “Rimacinata” y “Rimacinata extrafina”: ideal para la elaboración de pastas frescas, pizzas y panes mediterráneos.
- Sémola Gruesa: ideal para la elaboración de ñoquis, sopas, postres y pastas gourmet.
- Sémola Integral: para la elaboración de pastas integrales
- Afrechillo: se comercializa como subproducto o producto secundario.

Para la obtención del producto final, la empresa cuenta con el área de molinos, conformada por equipos especializados y de alta tecnología para la limpieza y molienda del trigo, así como también de un laboratorio de control de calidad en donde tanto materias primas como productos son sometidos a una serie de análisis físicos y químicos diarios con el fin de verificar y reducir los errores a niveles aceptables y de esta manera cumplir con los más estrictos estándares de calidad que permitan asegurar y obtener el producto final deseado.

Desde el laboratorio de control de calidad se emiten informes diarios al supervisor del molino para la ejecución de las respectivas acciones correctivas y sirven de conocimiento, verificación y control de los estándares de los productos.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

- Comprender, validar y reforzar conocimientos adquiridos en la formación universitaria mediante el ejercicio de actividades propias del Ingeniero Agrónomo, en Compañía Molinera del Sur y en un campo de la zona. Comprender la importancia de las decisiones agronómicas en la producción para la obtención del producto final con la calidad deseada.

### Objetivos específicos

- Aplicar los conocimientos teóricos adquiridos a situaciones concretas de trabajo.
- Control de cosecha: decisión de cosechar o no dependiendo de la humedad del grano.
- Control de pérdidas de cosecha y distribución del material “no grano”.
- Recibo de cereal, aceptación o rechazo de camiones.
- Análisis comercial de cereal (trigo candeal).
- Análisis de laboratorio de materia prima y producto final de molienda de trigo candeal.

## METODOLOGÍA DE TRABAJO Y EXPERIENCIA ADQUIRIDA

La Práctica Profesional Supervisada (PPS) fue realizada en la Compañía Molinera del Sur (CMS, ubicada en calle Neuquén 80, en la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires) con el fin de que pudiera completar mi formación profesional de la carrera, poniendo en práctica, en el ámbito industrial, los conocimientos adquiridos durante mis estudios universitarios mediante el desarrollo programado de actividades propias del ejercicio profesional.

Paralelamente la PPS se realizó en un campo de la zona (en Las Oscuras). Para llevar adelante los objetivos propuestos, se participó de las tareas diarias de cosecha junto con los instructores a cargo. Se utilizó un medidor de humedad (Delver) para la decisión de cosecha, con el cual se definió si la humedad era óptima o no para cosechar el trigo (14 %).

Se observaron las “colas de máquina” para determinar si la distribución del material “no grano” era apropiada, ya que en caso de no serlo podía llegar a traer problemas en la próxima siembra del campo. También se utilizaron aros de 0.25 m<sup>2</sup>, con los cuales se midieron pérdidas pre cosecha y de cosecha, dividiéndose esta última en pérdidas del cabezal y en pérdidas de la cola de máquina.

### COSECHA

A continuación, se comentarán los diferentes momentos y parámetros que hay que tener en cuenta en la cosecha de trigo según Precop, INTA, los cuales fueron utilizados durante la realización de la práctica.

#### Momento oportuno de cosecha

Cuando el grano llega al 14 % de humedad puede ser cosechado, ya que es el punto en el cual se logra la mayor eficiencia de la cosechadora, con menor desgrane por acción del cabezal y un menor triturado de la paja durante la trilla, lo cual permite un mejor trabajo de los sistemas de limpieza y separación de la cosechadora (Imagen 3).

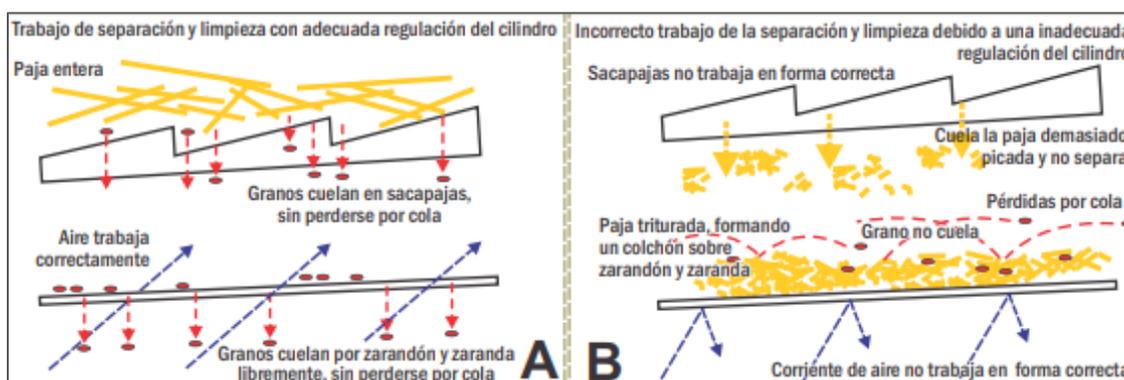


Imagen 3. Efecto del triturado excesivo de la paja durante la trilla de trigo, la dificultad del trabajo del sacapajas y las zarandas y las pérdidas de grano por cola. "A": situación adecuada con la paja lo más entera posible, "B": situación incorrecta con pérdidas por cola al producir un excesivo picado de la paja. Fuente: PRECOP.

Es importante tener en cuenta que, si la humedad del grano de trigo supera el 14 %, para almacenaje tradicional es necesario secar o airearlo convenientemente. En el caso de almacenaje en silo bolsa la humedad máxima es del 14 % para que el riesgo durante el almacenaje sea bajo y no se deteriore

la calidad del grano. Cuando el trigo tiene humedad entre 14 % y 16 %, el riesgo es medio; y en más de 16 % el riesgo es alto, cualquiera sea el tiempo.

### Manejo de residuos en la cosecha

En Siembra Directa es muy importante lograr una distribución homogénea de la paja y granza que sale de la cola de la cosechadora. En un cultivo de trigo con un rendimiento de  $2.800 \text{ kg ha}^{-1}$  de grano, se producen aproximadamente  $4.500 \text{ kg ha}^{-1}$  de material no grano. Según la altura de corte del cabezal, la cantidad de residuos que ingresan a la cosechadora estaría rondando en  $2.500 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Si tenemos en cuenta los anchos de corte cada vez mayores de los cabezales y el aumento en los rendimientos de los cultivos en grano y paja, los residuos que se depositan concentrados detrás de la cola de la cosechadora pueden llegar a superar los  $13.000 \text{ kg ha}^{-1}$ . Si la distribución de los residuos no es uniforme, durante la siembra en el próximo año, en las zonas de mayor acumulación de residuos se dificultará la correcta colocación de la semilla en contacto con el suelo, esto se debe a que la cuchilla de la sembradora no logra cortar todo el material y lo empuja al fondo del surco, impidiendo el buen contacto de la semilla con el suelo.

Otro problema generado por una excesiva concentración de residuos en la superficie es que no se obtiene una profundidad de siembra adecuada, ya que, al producirse un colchón de residuos, aumenta la separación entre el suelo y la rueda limitadora de la sembradora (Imagen 4).

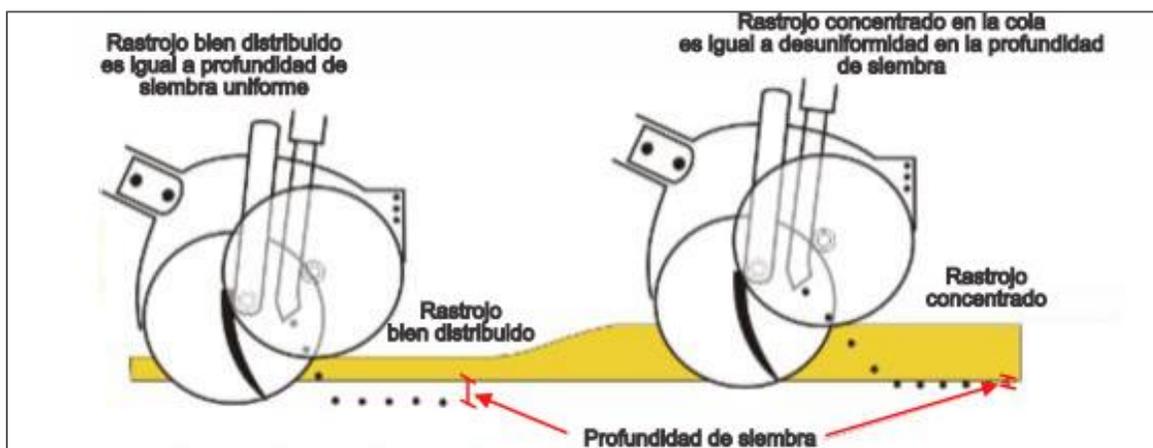


Imagen 4. La distribución desuniforme del residuo en superficie produce una profundidad de siembra irregular y una emergencia desuniforme. Fuente: PRECOP

### Pérdidas de cosecha

Las pérdidas de cosecha se encuentran divididas en precosecha y postcosecha (cola y cabezal) (Imagen 5).

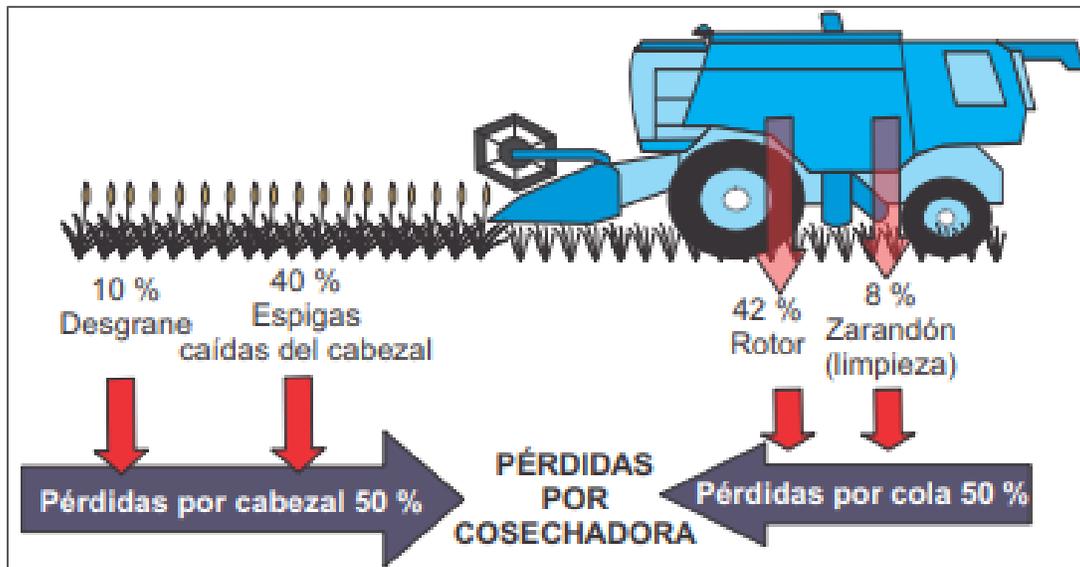


Imagen 5. Ubicación de las pérdidas. Fuente: PRECOP.

### Pérdidas de precosecha

Las mismas se refieren a las pérdidas generadas antes de pasar la cosechadora. Se determinó colocando suavemente en el cultivo cuatro aros de alambre de 56 cm de diámetro ( $\frac{1}{4}$  de  $m^2$  c/u), antes del trabajo de la máquina. Se recolectaron los granos sueltos y espigas quebradas y volcadas que a nuestro criterio no iban a ser levantadas por el cabezal (Imagen 6).

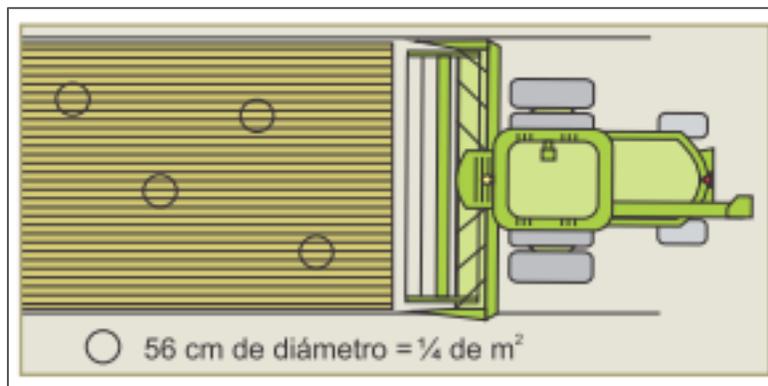


Imagen 6. Esquema mostrando la metodología para evaluar pérdidas de precosecha. Fuente: PRECOP.



*Imagen 7. Momento de muestreo.*



*Imagen 8. Momento de conteo de granos.*

### **Pérdidas por cosechadora**

Pérdidas por cola con esparcidor y desparramador: se determinó arrojando cuatro aros ciegos (con fondo), durante el paso de la cosechadora. Estos aros ciegos tenían la misma medida que para el caso anterior (56 cm de diámetro). Colocamos los aros en el suelo antes de que caiga el material de la cola de la máquina, uno debajo del cajón de zarandas (en el centro de la máquina) y los 3 restantes distribuidos en el área que abarca el cabezal. Luego del paso de la máquina, se evaluó cada aro y se juntaron los granos y el desgrane de las espigas mal trilladas que se encontraron sobre el aro ciego (Imagen 9).

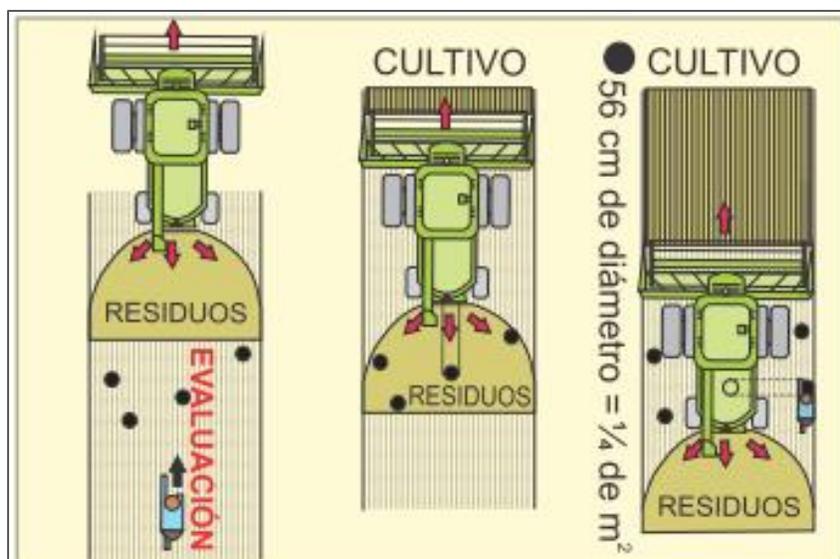


Imagen 9. Esquema mostrando la metodología para medir pérdidas por cosechadora en trigo (por cabezal y por cola).  
Fuente: PRECOP.

### Pérdidas por cabezal

Para evaluar las pérdidas por cabezal se recolectaron todos los granos sueltos y los obtenidos de espigas quebradas que no fueron recogidos por el cabezal. Para esto se juntaron los granos y restos de espiga que hayan quedado debajo de los aros utilizados en la evaluación de pérdidas por cola. De esta manera obtuvimos las pérdidas por  $m^2$  que incluyen las pérdidas por cabezal y pre cosecha. Para obtener solo las pérdidas por cabezal debimos restar las pérdidas de precosecha.

Es importante recordar que la tolerancia es de  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  (cabezal + cola), de la cosechadora independientemente del rendimiento del cultivo.

### Resultados

El control de cosecha fue realizado en un campo ubicado en el km 627 de la ruta nacional 3, el día 28 de diciembre de 2021.

Se realizó el procedimiento comentado anteriormente 2 veces y se obtuvieron los resultados expuestos en las tablas 1 y 2. El peso de 1000 granos era de 43g.

Tabla 1. Resultados del control de cosecha: Granos recolectados en las 4 repeticiones para cada tipo de pérdida, granos por ¼ m2 para cada tipo de pérdida, gramos por m2 para cada tipo de pérdida, gramos por m2 totales y Kg por hectárea totales.

	Precosecha	Por cosechadora		Total (g/m2)	Total (Kg/ha)
		Cola	Cabezal		
1	3	1	8	3,268	32,68
2	1	3	10		
3	2	28	9		
4	1	0	10		
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>32</b>	<b>37</b>		
<b>Peso</b>	<b>0,301</b>	<b>1,376</b>	<b>1,591</b>		

Tabla 2. Resultados del control de cosecha: Granos recolectados en las 4 repeticiones para cada tipo de pérdida, granos por ¼ m2 para cada tipo de pérdida, gramos por m2 para cada tipo de pérdida, gramos por m2 totales y Kg por hectárea totales.

	Precosecha	Por cosechadora		Total (g/m2)	Total (Kg/ha)
		Cola	Cabezal		
1	2	14	4	4,472	44,72
2	1	29	5		
3	0	24	6		
4	3	13	3		
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>80</b>	<b>18</b>		
<b>Peso</b>	<b>0,258</b>	<b>3,44</b>	<b>0,774</b>		

### RECIBO DE LA MERCADERIA

El trigo que es recibido en la CMS llega en camiones, y estos deben ser contralados antes de que la mercadería sea almacenada, por lo que tomábamos una muestra de cada camión para verificar su calidad. Paralelamente tomamos el peso de la mercadería ingresada por el camión con una balanza (Imagen 10).



Imagen 10. Monitor de balanza de camiones

A fin de evaluar la calidad de la mercadería de cada entrega, se extraía una muestra representativa de acuerdo al procedimiento establecido para el muestreo en granos, por la NORMA XXII, postulada a continuación (SAGyP, 1994).

La obtención de una muestra representativa para determinar la calidad de una partida es la operación básica sobre la cual se desarrolló la tarea de evaluación. El objetivo del método es la obtención de una muestra de características similares, en todos los aspectos, a las características medias del lote del cual ha sido tomada (SAGyP, 1994).

### Instrumentos para la toma de muestras

Calador cilíndrico o calador sonda, el cual consta de dos tubos metálicos, uno dentro de otro con un espacio mínimo entre ambos (Imagen 11). Cada uno de los tubos posee una serie de perforaciones, equidistantes entre sí, cada una de las cuales corresponde a un compartimento en el tubo interior. Cada compartimento o celdilla tiene una capacidad aproximada de cincuenta centímetros cúbicos. Las perforaciones de los tubos se superponen al girar, desde la parte superior, un tubo con relación al otro, por lo que el calador puede penetrar en la masa del grano y salir de ella con los compartimientos cerrados o abrirse para tomar la muestra en el instante adecuado. Se utiliza para mercadería a granel (SAGyP, 1994).

Cada vez que ingresaba un camión se introducía en la masa con los compartimientos cerrados, se abría dejando entrar los granos, se cerraba y se extraía el calador, volcando luego su contenido sobre un catre para su inspección.



Imagen 11. Calador cilíndrico

- Chasis: Se realizaba un mínimo de tres caladas, distribuidas en dos de los cuatro ángulos del vehículo, a cuarenta centímetros aproximadamente de la pared, y en el centro, extrayendo además doscientos cincuenta gramos del conjunto de boquillas, si las había (Imagen 10).
- Acoplados: Se realizaba de manera similar al chasis, pero realizando un mínimo de cinco caladas, cuatro en cada ángulo del vehículo a cuarenta centímetros aproximadamente de la pared, y una equidistante en la zona central del mismo. Se extraían además doscientos cincuenta gramos del conjunto de boquillas si las había (Imagen 12).

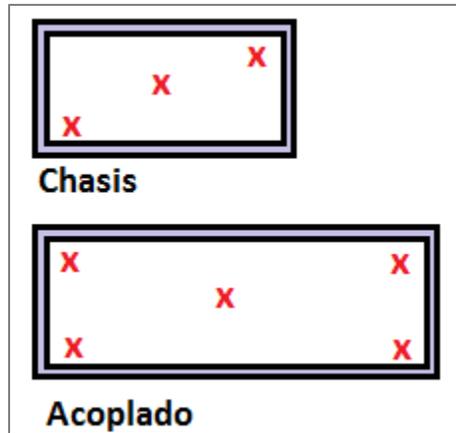


Imagen 12. Muestreo en chasis y acoplado

Una vez obtenida la muestra se colocaba sobre el catre, en el cual se analizaba la mercadería subjetivamente y se sacaban muestras para determinar la calidad del material (Imagen 13).



Imagen 13. Catre

Homogeneizador y divisor de muestras: es un aparato portable compuesto por una tolva receptora de grano con forma de cono invertido de una capacidad variable, comunicada por su base al cono por medio de una válvula que permite cortar o posibilitar el paso del grano. El cono, recinto donde se produce la expansión del grano, continúa su base con la corona divisora, que consta de 72 celdas radiales que dividen la muestra en partes iguales, derivándolas a las bandejas cónicas ubicadas debajo de la corona. Estas se encuentran de a dos, una debajo de la otra y reciben el grano separado por la corona divisora desviándolo a 2 salidas o recipientes, donde se recibe finalmente el grano (Imagen 14).

Se utilizaba para producir la mezcla de los granos o porciones de granos que componen una muestra, a la vez que se efectuaba una división de la misma en un número variable de partes semejantes.

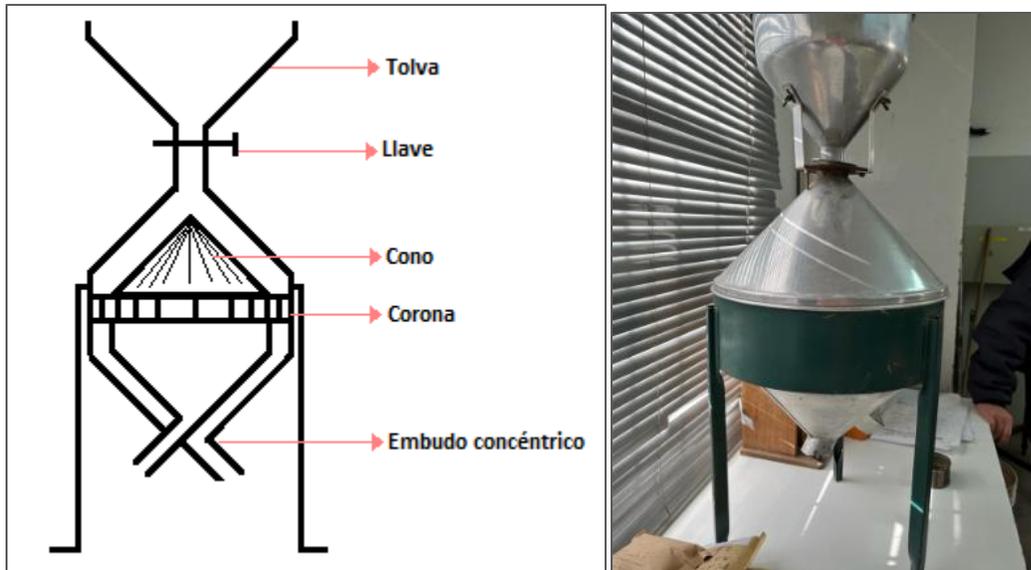


Imagen 14. Homogeneizador y divisor de muestras

## CONTROL DE CALIDAD

La industria alimentaria sufre permanentemente el desafío de la competencia, y para ello la calidad es una de las herramientas que permiten diferenciarse claramente. Dentro de los programas de calidad existe como base fundamental la necesidad que los productos alimenticios se encuentren por encima del umbral de seguridad que le otorgue la inocuidad que los haga confiables en su consumo.

La Compañía Molinera de Sur cuenta en sus instalaciones con un laboratorio de control de calidad, en el cual se realiza un seguimiento diario de la producción y de la calidad tanto de la materia prima, como de los productos para verificar que cumpla con las especificaciones de los proveedores (en el caso de la materia prima) y de los clientes. Para este fin se realizan una serie de análisis y ensayos técnicos que definen detalladamente sus características químicas, físicas, higiénicas y de calidad, en conformidad con los parámetros establecidos por ley y la calidad certificada bajo normas ISO 22000:2005 – FSSC 22000.

## CONTROL DE CALIDAD MATERIA PRIMA

La calidad del trigo candeal está determinada por la genética y el ambiente, por lo tanto, para asegurar un adecuado potencial de industrialización de la mercadería, el molino requiere el cumplimiento de una serie de especificaciones. Las distintas formas de daño físico asociadas al ambiente impactan sobre las propiedades de procesamiento en diferentes grados (Seghezzo, 2015).

En nuestro país estas normas se denominan estándar o base estatutaria y determinan la calidad de la mercadería. La disposición actualmente vigente para trigo fideo corresponde a la resolución de la ex junta Nacional de Granos N° 31591 del 13 de Julio de 1988 (Norma SENASA XXI).

En base a los rubros de calidad comercial tomados en consideración, clasificábamos el trigo fideo en tres grados, de acuerdo a las siguientes especificaciones:

Tabla 3. Grados de acuerdo a las distintas especificaciones.

Grado	Peso Hectolítrico	Materias extrañas	GRANOS ardidos y/o dañados por calor	DAÑADOS Total dañados	Granos Quebrados y/o Chuzos	Granos con carbón
	Kg/hl mínimo	% Máximo				
1	78,00	0,75	0,50	1,00	1,50	0,10
2	76,00	1,50	1,00	2,00	3,00	0,20
3	72,00	3,00	1,50	3,00	5,00	0,30

Fuera de estándar

La mercadería que excedía las tolerancias del grado tres o que excedía las siguientes especificaciones era considerada fuera de estándar.

- 1- Humedad: Máximo catorce por ciento (14%)
- 2- Granos Picados: Máximo cero coma cincuenta por ciento (0,50%)
- 3- Semillas de trébol: Máximo 8 cada 100 gramos.
- 4- Granos de trigo pan: máximo tres por ciento (3%).
- 5- Vitreosidad: mínimo cincuenta por ciento (50%).
- 6- Insectos y/o arácnidos vivos: Libre.
- 7- Asimismo, la presencia de olores comercialmente objetables, granos punta negra por carbón, granos revolcados en tierra productos que alteren su condición natural o cualquier otra causa de calidad inferior, determinará que el trigo sea considerado fuera de estándar.

Norma completa:

Tabla 4. Norma completa

GRADO	Peso Hectolítrico	Tolerancias máximas para cada grado					Granos Picados	Trébol de olor Melilotus spp. Semillas	HUMEDAD	Trigo Pan	Vitreosidad
		Materias extrañas	Granos dañados		Granos Quebrados y/o Chuzos	Granos con carbón					
	Granos ardidos y/o dañados por calor		Total dañados	%			%	Máx. %	c/100 grs Máx	Máx. %	Máx. %
1,00	78,00	0,75	0,50	1,00	1,50	0,10	0,50	8,00	14,00	3,00	50,00
2,00	76,00	1,50	1,00	2,00	3,00	0,20					
3,00	72,00	3,00	1,50	3,00	5,00	0,30					
Descuento porcentual a aplicar por c/Kg faltante de P.H o sobre c/% de excedente	1	1	1,5	1	0,5	5	2	2% de merma y gastos de zarandeo	Merma por tabla y gastos de secado	0,5	Ver recuadro aparte
LIBRE DE INSECTOS Y ARACNIDOS VIVOS.											
Punta negra por carbón desde 1% a 4%. Revolcado en tierra desde 0,5% a 2%.											
Olores comercialmente objetables desde 0,5% a 2,0%											

### Definiciones de rubros de calidad determinantes del grado:

1. **Peso hectolítrico:** Es el peso de un volumen de cien litros de trigo tal cual, expresado en kilogramos por hectolitro. Es una especificación ampliamente usada porque se reconoce como un índice de limpieza de la materia prima y un indicador de su potencial de molienda. El peso hectolítrico se ve afectado por el contenido de humedad, la densidad del grano y factores de empaquetamiento como la forma del grano, depende de la densidad de cada uno de los granos y de cómo los granos se acomodan. El peso hectolítrico tiene mejor correlación con la molienda que el peso del grano (Dexter y Symons 2007).
2. **Granos dañados:** Son los granos o pedazos de granos de trigo que presentan una alteración sustancial en su constitución, como son los ardidos y/o dañados por calor, verdes, helados, brotados, calcinados, roídos por isoca y roídos en su germen.

Ardidos y/o dañados por calor: Son los que presentan un oscurecimiento en su tonalidad natural, debido a un proceso fermentativo por ataque de hongos o bacterias o a la acción de elevadas temperaturas (Imagen 15).



Imagen 15. Granos ardidos

Verdes: Son los que presentan una intensa coloración verdosa debido a inmadurez fisiológica. La consecuencia más importante de los granos inmaduros es una declinación del peso hectolítrico, del rendimiento semolero y un aumento en el contenido de cenizas de la sémola (Imagen 16).



Imagen 16. Granos verdes

Helados: Son los que presentan concavidades pronunciadas en sus caras laterales, debido a la falta de llenado. Exhiben una disminución en la relación gliadinas/gluteninas (Imagen 17).



Imagen 17. Granos helados.

Brotados: Son aquellos en los que se ha iniciado el proceso de germinación, manifestándose por una ruptura de la cubierta del germen, a través de la cual asoma el brote. El grano brotado produce sémola con alta actividad alfa-amilásica. Si el porcentaje de brotado no supera el 10%, no se observa deterioro en la calidad de sémolas ni fideos. Con porcentajes

mayores, los glútenes resultan extensibles y pegajosos y los fideos más oscuros debido al aumento del nivel de azúcares reductores (Imagen 18).



*Imagen 18. Granos brotados.*

**Calcinados:** Son los que presentan una coloración blanquecina, a veces con zonas de color rosado, cuyos endospermas presentan aspecto yesoso y que pueden desmenuzarse cuando se ejerce una leve presión sobre los mismos (Imagen 19).



*Imagen 19. Granos calcinados.*

**Roídos por isoca:** Son los que se encuentran carcomidos por larvas de insectos que atacan al cereal en planta y cuya parte afectada se presenta negruzca o sucia (Imagen 20).



*Imagen 20. Granos roídos por isoca.*

**Roídos en su germen:** Son aquellos cuyo germen ha sido destruido o roído manifiestamente por acción de larvas (Imagen 21).



*Imagen 21. Granos roídos en su germen.*

3. Granos con carbón: Son aquellos transformados en una masa pulverulenta de color negro a causa del ataque del hongo *Tilletia* sp. Su aspecto exterior es redondeado y de un color grisáceo (Imagen 22).



Imagen 22. Granos con carbón.

4. Granos quebrados y/o chuzos: Son los granos o pedazos de granos (no dañados) de trigo que pasan por una zaranda de agujeros acanalados de ancho 1,6 mm y largo 9,5 mm. Estos granos están más expuestos al ataque de los microorganismos e insectos, disminuyen la extracción de sémola y aumentan el porcentaje de almidón dañado.
5. Materias extrañas: Son todos los granos o pedazos de granos que no son de trigo y toda otra materia inerte, es importante removerlas ya que esos componentes pueden afectar la apariencia de la sémola y la pasta, aumentando el número de pecas visibles.

#### Definiciones de rubros de condición:

1. Humedad: Es el contenido de agua, expresado en por ciento al décimo y determinado sobre muestra tal cual. Debe ser lo más baja posible, normalmente entre 10 – 16 %. Es un parámetro importante para el comercio y la industrialización. Valores altos de humedad disminuyen la producción de sémola porque impiden la adición de agua al trigo.
2. Granos picados: Son los granos o pedazos de granos de trigo que presentan perforaciones causadas por el ataque de insectos y/o arácnidos. Tales como gorgojos, taladrillos, carcomas y polillas. El ataque de los insectos se produce durante el almacenamiento, consumen la mercadería causando una reducción del peso y la contaminación con la presencia de larvas, excrementos, cuerpos muertos y trozos de los mismos. La presencia de alta cantidad de insectos puede provocar el aumento de la temperatura y humedad con el consecuente desarrollo de mohos y olores desagradables (Imagen 23).



Imagen 23. Granos picados.

3. Semillas de trébol: Son las pertenecientes al género *Melilotus* sp. Todo olor que no sea propio del grano es objetable y motivo de rebaja del precio (Imagen 24).

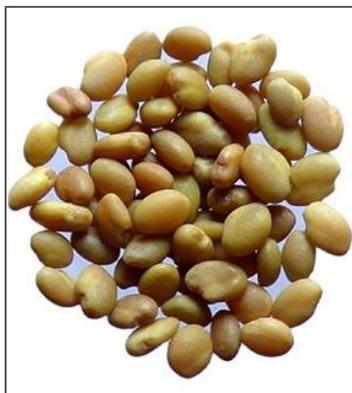


Imagen 24. *Melilotus sp.*

4. Granos de trigo pan: Son los granos sanos pertenecientes a la especie *Triticum aestivum* L. Hay una tolerancia máxima para que no haya disminución del rendimiento semolero ni decaimiento del color amarillo de las sémolas por aumento de la producción de harinas blancas.
5. Insectos y/o arácnidos vivos: Son los que afectan a los granos almacenados (gorgojos, carcomas, etc.). La presencia de un solo insecto vivo causa el rechazo de la mercadería.
6. Punta negra por carbón: Se considera como tal a todo lote que presente una elevada proporción de granos cuyos cepillos muestren una coloración negruzca, como consecuencia de tener adheridos a los mismos esporos del hongo *Tilletia sp* (Imagen 25).



Imagen 25. Granos punta negra por carbón.

7. Revolcado en tierra: Se considera como tal a todo lote que presenta una elevada proporción de granos que llevan tierra adherida en la mayor parte de su superficie (Imagen 26).



Imagen 26. Granos revolcados en tierra.

8. Olores comercialmente objetables: Son aquellos que por su intensidad y persistencia afectan la normal utilización del grano.

9. Productos que alteran la condición del grano: Son aquellos que resultan tóxicos o perniciosos y que impiden su normal utilización.
10. Otras causas de calidad inferior: Es toda otra condición del grano que no ha sido contemplada en forma específica en este apartado y que desmerezca su calidad.
11. Vitreosidad: Es el porcentaje en peso de los granos vítreos presentes, entendiéndose como tales a los granos totalmente translúcidos que no presenten puntos, áreas o manchas opacas debido a endosperma almidonoso o fenómeno de opacidad por causa del lavado. La vitreosidad está correlacionada con el contenido de proteína, la calidad de cocción y el color de la pasta. Los granos no vítreos son más blandos, se muelen más fácilmente y tienden a producir harinas finas disminuyendo la producción de sémolas (Imagen 27).



*Imagen 27. Granos vítreos.*

12. Proteína: Es el contenido proteico, expresado como Nitrógeno total x (5,7 en %) sobre una humedad base de 13,5 %. El aspecto vítreo y la textura están fuertemente correlacionados con el contenido de proteína y con altos rendimientos de sémola. Sin embargo, los granos chuzos que pueden tener alta proteína, producen bajos rendimientos de sémola. El contenido de proteína también está asociado al aspecto de la pasta (color, fisuras, textura de la superficie) y cualidades de cocción (firmeza y pegajosidad).

#### **Mecánica operativa para el recibo de la mercadería:**

A fin de evaluar la calidad de la mercadería, se extrajo una muestra representativa de acuerdo con el procedimiento establecido por la NORMA XXII para el muestreo en granos.

Una vez que se extraía la muestra representativa del lote, se procedía a efectuar las siguientes determinaciones:

- 1- Presencia de insectos y arácnidos vivos: Se determinaba de manera visual mediante el uso de una zaranda.
- 2- Olores comercialmente objetables, productos que alteran la condición natural del grano y otras causas de calidad inferior: Se determinó por métodos empíricos sensoriales.
- 3- Humedad: Se determinó a partir del inframatic comentado posteriormente.
- 4- Punta negra por carbón, revolcado en tierra: Se determinó apreciando igualmente la proporción e intensidad de estos caracteres que afectan al lote en su conjunto.
- 5- Semillas de trébol: En el caso de que hubiera semillas de trébol, se procedió a cuantificarlas a fin de determinar si excedían la tolerancia, de la siguiente manera: se separaba una porción no inferior a cien gramos representativa de la muestra original obtenida y se zarandeaba.
- 6- Granos de trigo pan: En caso de que fuera necesario cuantificarlos, se determinó sobre una porción de cincuenta gramos representativa de la muestra original.

- 7- Calidad: Sin perjuicio del análisis que oportunamente debiera realizarse, se determinó por visteo en forma provisoria, a los efectos del recibo si la mercadería se encontraba o no dentro de las tolerancias establecidas.

#### Mecánica operativa para determinación del grado

- 1- Peso hectolítrico: Previa homogeneización de la muestra lacrada se procedía a la determinación del peso hectolítrico con el inframatic mencionado posteriormente.
- 2- Se separaba una porción de cincuenta gramos representativa de la muestra lacrada, mediante el uso de un homogeneizador y divisor de muestras y se procedía a efectuar las determinaciones indicadas a continuación:
  - 2.1- Materias extrañas: Se separaron manualmente las materias extrañas.
  - 2.2- Granos dañados: Se separaron manualmente los granos ardidos y/o dañados por calor y el resto de dañados presentes. Cada grupo se pesó separadamente
  - 2.3- Granos con carbón: Se separaron manualmente los granos o pedazos de granos afectados.
  - 2.4- Granos quebrados y/o chuzos: El remanente de la separación efectuada anteriormente se volcaba sobre una zaranda y se realizaban quince movimientos de vaivén. Se pesó el material depositado en el fondo de la zaranda.

Los resultados se expresaban al centésimo en forma porcentual, salvo el rubro vitreosidad que se expresaba en números enteros, relacionando el peso del rubro separado con el de la muestra analizada.

La determinación del peso hectolítrico, contenido de proteína y gluten como mencionamos anteriormente lo realizábamos mediante el Inframatic 9500 de Perten Instruments (Imagen 28). Este equipo se basa en la medición de las características de reflectancia de una muestra a longitudes de onda específicas cerca de la región de longitud de onda infrarroja. Posee un sistema de óptico de escaneo muy estable, sumado a calibraciones fiables que garantizaban que siempre se obtuvieran los resultados correctos. Pese a esto, siempre es recomendable comparar los datos con los obtenidos en los análisis de cámara, para corroborar el buen funcionamiento y calibrado del equipo ya que éste trabaja dentro de un rango que depende de la calidad del trigo con que se lo calibró. A continuación se muestra una imagen del equipo.



*Imagen 28. Inframatic de CMS mostrando parámetros de calidad de una muestra de trigo candeal. Humedad 10,4%, Proteína (b s) 16,8%, Gluten húmedo 35,1% y peso específico 73,68.*

## CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTO FINAL

### Determinación de la humedad

La determinación de la humedad de la muestra se realizaba a partir de una termobalanza (Imagen 29). Este equipo consiste en una balanza electrónica y un módulo calefactor, la balanza se encarga de medir el peso de la muestra mientras se le aplica calor para evaporar el agua que contiene. El cálculo de la humedad se determina por la pérdida de peso que sufre la muestra después de ser sometida al proceso de calentamiento (TecNM Campus CRODE Mérida, 2019).

Este ensayo se basa en el principio de termogravimetría, el cual es un procedimiento que determina la pérdida de masa que se produce al calentar una sustancia TecNM Campus CRODE Mérida, 2019).

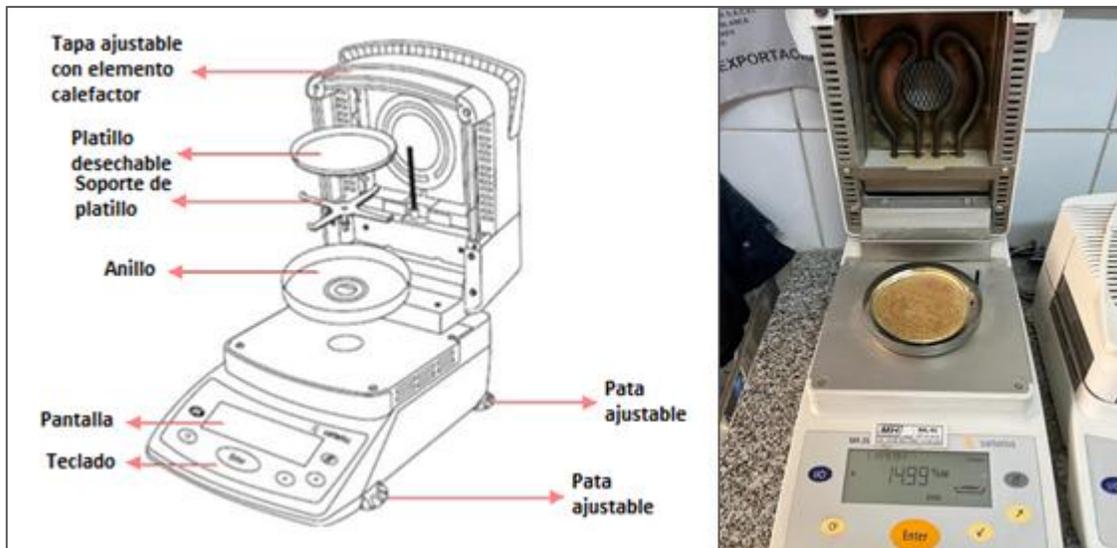


Imagen 29. Partes de la termobalanza.

### Procedimiento

- 1- Encendíamos la termobalanza y colocábamos el plato desechable sobre el soporte. Mediante el teclado de la misma procedíamos a tarar antes del paso siguiente.
- 2- Pesábamos 5 gramos de muestra con el cuidado de expandirlos uniformemente sobre todo el platillo desechable.
- 3- Cerrábamos la cámara de muestra y esperábamos hasta que sea desecada, cuando esto ocurría el equipo emitía un pitido y en la pantalla aparecía la palabra "End".
- 4- El cálculo de la diferencia entre el peso inicial y el final se realizaba directamente por la termobalanza, por lo tanto, el resultado final se leía en la pantalla.
- 5- Abríamos la cámara de muestra, esperábamos un tiempo para que se enfríe el equipo y procedíamos a descartar el platillo.

### Determinación del color

La determinación del color se hacía mediante el colorímetro Konica Minolta CR-400, el cual es un instrumento portátil diseñado para evaluar el color de objetos especialmente con condiciones de superficies suaves o con mínima variación de color (Imagen 30) (Kónica-minolta, 2022).

Hay dos factores independientes que influyen sobre él. Por un lado, la contaminación con salvado afecta negativamente. Por otro, existen pigmentos en el endosperma que otorgan un color amarillento o cremoso al producto final. El primero es claramente indeseable, mientras que el segundo se considera positivo. El color de la sémola y del semolín es un parámetro al cual el consumidor le da mucha importancia. El color es representado usando la nomenclatura CIE Lab que provee los valores de L (Brillo: 100 blanco; 0 negro), a (+ rojo; - verde) y b (+ amarillo; - azul). Una indicación directa del color está dada por la coordenada b, que correlaciona el contenido de pigmento (es decir, cuanto mayor sea el parámetro b, más amarillo y de mejor calidad es la sémola).

### Procedimiento

Se colocaba la muestra en un recipiente diseñado para este fin (incluido en el set del colorímetro), cerrábamos dicho compartimiento, colocábamos el equipo sobre él y lo accionábamos. Los resultados eran expuestos en la pantalla del aparato.

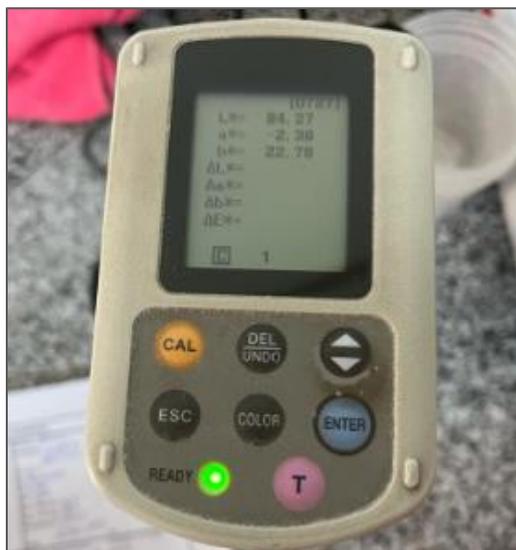


Imagen 30. Colorímetro y resultados de colorimetría obtenidos en el laboratorio. L 84,27; a -2,38 y b 22,70.

En general, el parámetro b debe ser mayor a 22 depende de las exigencias del cliente. Si el parámetro de color es bajo, se debe informar al responsable de planta ya que puede haber problemas en la molienda (alto contenido de salvado), o se está trabajando con un trigo de calidad inapropiada.

### Granulometría

Para determinar la granulometría se utilizaba un vibrador mecánico con mallas tamices de diferentes tamaños y una balanza (Imagen 31). Este ensayo se realizaba para conocer el tamaño de la sémola, de acuerdo a la cantidad de partículas que atravesaban las distintas mallas tamices. Así se podía obtener el porcentaje de sémola retenido en cada tamiz, el cual se obtenía de un cálculo simple mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ retenido} = \frac{P_i}{P_T} \times 100\%$$

Donde:

P<sub>i</sub>: Peso del retenido de la malla “i”.

P<sub>T</sub>: Peso total de la muestra.

### Procedimiento

- 1- Colocábamos las mallas en el vibrador mecánico de mayor a menor diámetro de abertura, de tal manera que la malla de mayor diámetro de abertura quedaba ubicada en la parte superior y la de menor apertura en la parte inferior justo por encima del plato colector.

- 2- Para la sémola utilizábamos mallas de 125, 350 y 500  $\mu\text{m}$ . En cambio, para el semolín utilizábamos mallas de 105, 250 y 350  $\mu\text{m}$ . A su vez, algunos clientes pedían especificaciones distintas en cuanto al cernido y se debían agregar o cambiar tamices.
- 3- Tarábamos la balanza y pesábamos 50 gramos de la muestra, los cuales se colocaban en la parte superior de la torre de cernido (malla de mayor diámetro). Se ajustan las clavijas del equipo para que la torre no se desarme por el movimiento del mismo.
- 4- Encendíamos el equipo, el cual lleva un tiempo de cernido de 5 minutos.
- 5- Retirábamos las mallas pesando su contenido por separado, es decir, era necesario tarar la balanza entre pesada y pesada. Como se mencionó anteriormente, los resultados se expresaban como un porcentaje del peso inicial de muestra.

El valor determinante para saber si había que aplicar alguna medida correctiva era el del plato del fondo. Si el valor obtenido era mayor o menor de lo esperado, se debía disminuir o aumentar la separación entre rodillos de los molinos para obtener un producto más fino o grueso, según era el requisito.

En general, se espera que el porcentaje en el plato colector no sean menores al 10% ni mayores al 30%. En el caso de que el análisis se le realice a la sémola para pastas frescas no debe quedar materia sobre la malla de 350  $\mu\text{m}$  y el retenido de 105  $\mu\text{m}$  deberá rondar el 90%.



*Imagen 31. Vibrador mecánico con mallas tamices.*

### Contenido de Gluten humedo. Gluten index

El gluten es una proteína que está compuesta por glutenina y gliadina, las cuales forman el grupo de las prolaminas (Imagen 32) (Hosney, 1991).

El contenido de gluten le dará la calidad a la sémola y por lo tanto a las pastas que luego se produzcan con ella. Los dos tipos de prolaminas del trigo le otorgan diferentes propiedades a la

masa. Las gliadinas son viscosas y le otorgan extensibilidad, lo que permite que la masa pueda estirarse, sin cortarse, al aumentar de tamaño durante la fermentación. Las gluteninas le confieren elasticidad (la capacidad de un cuerpo de retornar a su forma y tamaño original luego de haber sido estirado), evitando que la masa se extienda demasiado y colapse, ya sea durante la fermentación como en la etapa de cocción (Álvarez, 2021).

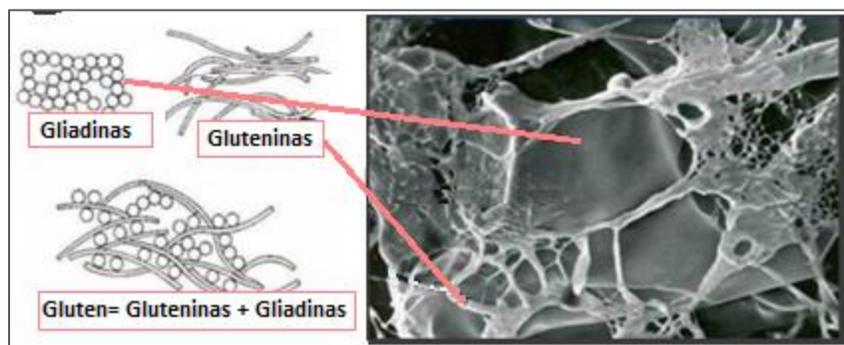


Imagen 32. Estructura del gluten.

La calidad del gluten afecta la elasticidad de la masa, la retención de gas durante la fermentación y el horneado, las propiedades de expansión y la forma y textura del producto final, por lo que es una de las especificaciones de la sémola en la que los clientes más énfasis hacen (Granotec, 2022).

El gluten húmedo es un producto viscoelástico constituido principalmente por agua y proteínas insolubles en agua. El índice es la medida de las características reológicas del gluten, la cual indica si el gluten es débil, normal o fuerte (SAGyP, 1994).

El sistema Perten Glutomatic es un sistema estandarizado para prueba de calidad y cantidad de gluten en trigo, harina y sémola. El sistema consiste en un instrumento Glutomatic para lavar el gluten de harinas y sémolas y un Centrifugo para remover el agua de la bola de gluten y determinar la fuerza del gluten. (Agrofy, 2022)

Este equipo además de proveer el dato de gluten húmedo en 6 minutos permite también determinar el Gluten Index. Para ello, el gluten húmedo se centrifuga en un dispositivo perforado, de forma tal que solo un porcentaje de la masa pasa a través del mismo. El porcentaje de gluten húmedo que no traspasa ese tamiz en esas condiciones es el Gluten Index.

El gluten húmedo expresado como porcentaje del peso de la muestra original se calculaba de la siguiente manera:

$$\% \text{ Gluten húmedo} = \frac{\text{Gluten total (g)} \times 100}{10 \text{ g}} = \text{Gluten total} \times 10\%$$

Mientras que el Gluten Index:

$$\% \text{ Gluten index} = \frac{\text{Gluten que permanece en el tamiz (g)} \times 100\%}{\text{Gluten total}}$$

Procedimiento (Imagen 33):

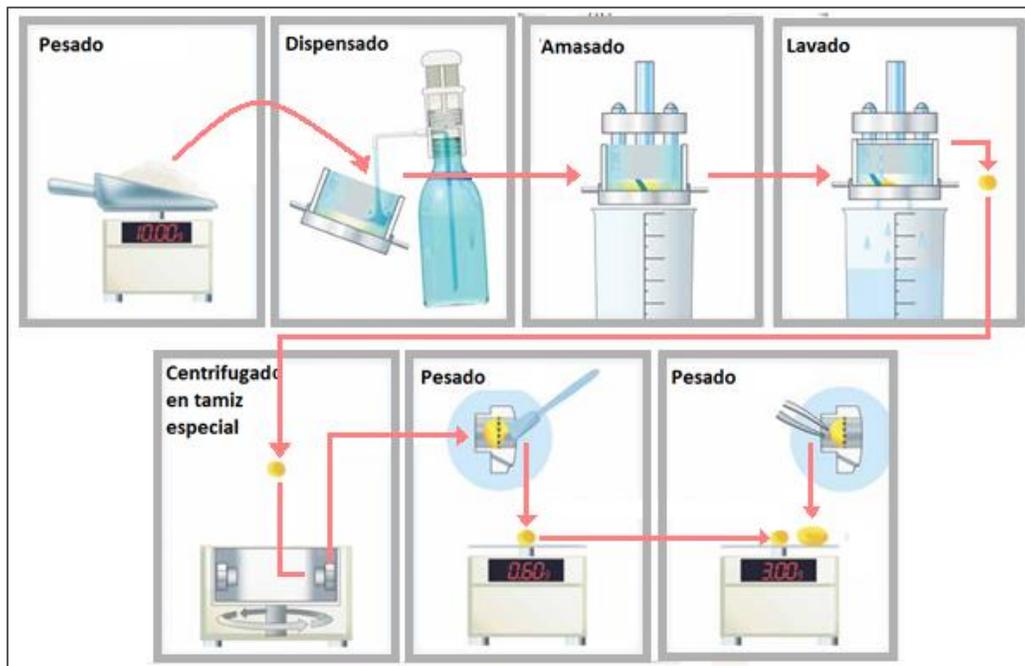


Imagen 33. Procedimiento para determinación de gluten.

- 1- **Pesado:** Pesábamos 10 g de sémola y poníamos la muestra en la cámara de lavado sobre un tamiz de poliéster de 88  $\mu\text{m}$ .
- 2- **Dispensado:** Añadíamos 4.8 ml de una disolución 2 % de cloruro de sodio sobre la muestra de la sémola en la cámara de lavado intentando que se esparza lo más uniformemente posible sobre la muestra.
- 3- **Amasado:** Amasábamos la harina junto con una solución salina durante 20 segundos para formar una masa.
- 4- **Lavado:** La etapa de lavado duraba aproximadamente 5 minutos.
- 5- **Centrifugado:** Colocábamos el gluten húmedo en el recipiente especial provisto de un tamiz que se insertaba en la centrifugadora a 6000 rpm durante 1 minuto.
- 6- **Pesado:** Retirábamos la fracción que pasa a través del tamiz y la pesábamos. Por otro lado, la fracción retenida en el tamiz también se pesaba.

Ya sea para la sémola o el semolín se requieren valores mayores a 25 % de gluten húmedo, aunque el límite depende del cliente. En cuanto a lo que respecta a valores de gluten index, no hay restricciones.

### Número de caída o Falling Number (FN)

El Falling number, también conocido como número de caída es el sistema estándar internacional para la determinación de la actividad alfa-amilasa en granos y harinas (Imagen 34) (Perten, 2022).

Las condiciones climáticas adversas y lluviosas durante la cosecha pueden causar el brotado. Cuando se produce la germinación, se desarrolla la enzima alfa-amilasa. La actividad de la alfa-amilasa tiene

un impacto directo en la calidad de la pasta. Tan solo un 5 % de grano germinado, mezclado con un 95 % de grano sano, puede hacer que toda la mezcla sea inaceptable. El valor del Falling Number puede variar desde 62 segundos para granos muy germinados con actividad enzimática excesiva hasta más de 400 segundos para granos de áreas cálidas y secas. Los límites exactos para la segregación varían entre los diferentes países o mercados y según el uso final del grano (Perten, 2022).

La producción de fideos a partir de harina con un índice de caída bajo es difícil, con problemas de manejo y corte de la masa y el producto se adhiere a la maquinaria. También da como resultado un producto de consumo final descolorido que será pegajoso después de hervirlo (Perten, 2022).

La prueba mide el tiempo en segundos que le lleva llegar al fondo, a un vástago introducido en un tubo sumergido en un baño de agua hirviendo, en el cual se coloca una suspensión de harina y agua. Cuanto menor es el “tiempo de caída”, mayor es la actividad alfa-amilásica de la harina, la cual rompe las moléculas de almidón, y, por ende, mayor el deterioro de la calidad industrial de la misma. Los valores deseables son mayores a 200 segundos (Miravalles, 2020).



*Imagen 34. Falling Number. Perten instruments.*

Procedimiento (Imagen 35):

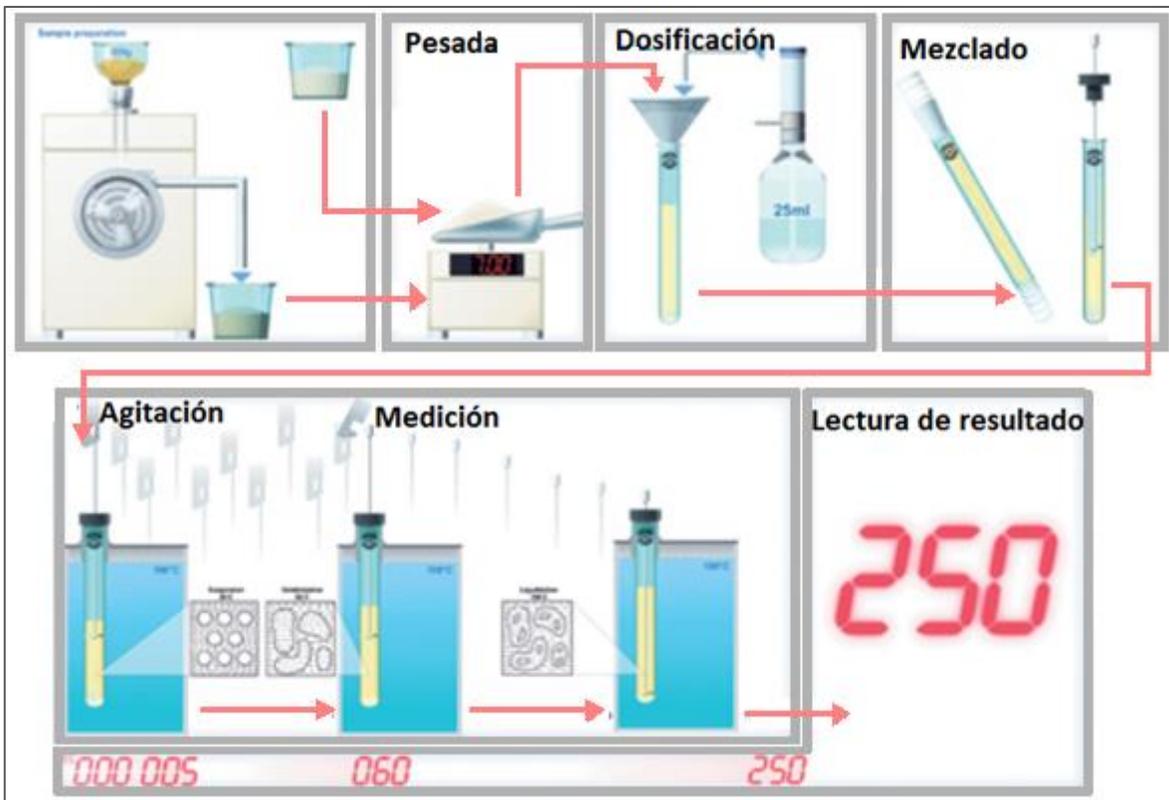


Imagen 35. Procedimiento para la determinación del número de caída

- 1- Pesado: Pesábamos 7 g de muestra de sémola y los colocábamos en el tubo viscosímetro.
- 2- Dosificación: Añadíamos 25 ml de agua destilada dentro del tubo viscosímetro que contenía la muestra
- 3- Mezclado: Colocábamos un tapón de goma en el tubo viscosímetro y agitábamos vigorosamente durante 20 s aproximadamente hasta obtener una suspensión homogénea.
- 4- Agitación: Colocábamos el tubo viscosímetro con el agitador dentro del baño de agua a través del agujero de la tapa y el aparato se activaba. Al cabo de 5 s la agitación empezaba automáticamente
- 5- Medición: A los 60 (5 + 55) segundos el agitador era liberado automáticamente en su posición superior e iniciaba el descenso debido a su propio peso.

El tiempo total, en segundos, transcurrido desde que el aparato se activa hasta que el agitador desciende una determinada distancia queda registrado por el equipo, pudiéndose leer su valor en la pantalla. La finalización del ensayo es automática y el equipo emite un pitido al terminar.

Los valores obtenidos deberán estar por encima de 200 segundos. Cuando el resultado es menor del límite, indica alta actividad de alfa-amilasa por lo que los granos están germinados.

### Picaduras y puntos negros

En este ensayo no se utilizaba ningún equipo, sólo se necesitaba un vidrio cuadrado de 1 dm x 1 dm. El conteo de picaduras y puntos negros se realizaba por medio de la vista. Esto se realizaba para determinar la cantidad de puntos rojizos (provenientes del afrechillo) presentes en la sémola, así como también la suciedad de la misma.

### Procedimiento

- 1- Colocábamos una fracción de la muestra sobre una superficie horizontal plana (mesada del laboratorio) (Imagen 36).
- 2- Colocábamos sobre la sémola el vidrio.
- 3- Procedíamos a observar minuciosamente y realizar el conteo de picaduras y puntos negros



*Imagen 36. Vidrio sobre la sémola.*

Se establece un límite de 50 picaduras por dm<sup>2</sup> para sémola, mientras que para el semolín es 30 por dm<sup>2</sup>. En el caso de puntos negros, el máximo aceptable es 3 por dm<sup>2</sup> para ambos productos. Cuanto menor sea número de picaduras y puntos negros, mejor calidad tiene el producto. En el caso que el conteo de picaduras supere el límite se debe informar al jefe de producción ya que los equipos que conforman el proceso de molienda del trigo no están trabajando de manera eficiente y dejan pasar el afrechillo al producto. Se deberá aumentar el caudal de aire en los sasores.

### **Porcentaje de proteínas**

Para la determinación del contenido de proteínas se utilizaba el mismo equipo mencionado anteriormente para la materia prima, el Inframatic 9500 de Perten Instruments. Este equipo se basa en la medición de las características de reflectancia de una muestra a longitudes de onda específicas cerca de la región de longitud de onda infrarroja.

### Procedimiento:

- 1- Seleccionábamos la opción “semolinas” en la pantalla digital del equipo y se presionaba “analizar”
- 2- Colocábamos la muestra en el módulo de harinas que viene en el kit del equipo (Imagen 37).
- 3- Una vez que el equipo medía los parámetros de referencia, indicaba en la pantalla que ya podíamos ingresar el módulo. Cuando hacíamos esto, presionábamos “ok”
- 4- Finalmente retirábamos el módulo (tarda aproximadamente 1 minuto, aunque también se podía leer un cartel de aviso en la pantalla) y le pedíamos al equipo que nos dé los datos (presionando “ok”). Estos se mostraban en la pantalla y solo usábamos el valor de la proteína.

El porcentaje de proteína debe estar entre 9% y 11%.



*Imagen 37. Módulo de harinas.*

## CONCLUSIONES

El profundo análisis de la calidad de la mercadería y del producto final realizado en la práctica profesional supervisada en Compañía Molinera del Sur, me ha permitido tomar conciencia acerca de la importancia de las buenas prácticas agronómicas desde el comienzo del ciclo productivo.

Lograr una materia prima (grano) de alta calidad es fundamental, y la misma depende de la utilización de semilla sana y limpia, del adecuado manejo de los lotes priorizando que estén limpios y de la profunda limpieza de las distintas maquinarias para evitar contaminaciones, de la fertilización adecuada para obtener un alto contenido de proteína, de la correcta calibración de la cosechadora y del adecuado manipuleo y almacenamiento del grano cosechado. Si logramos la integración del sistema de manera adecuada, la planta del molino recibirá un grano de alta calidad, el cual le permitirá obtener un producto final, en este caso sémola, también, de alta calidad.

Particularmente todo esto es importante en el caso de Compañía Molinera del Sur, ya que manejan un sistema integrado, desde el origen de la semilla, hasta la obtención de la sémola.

Compañía Molinera del Sur, me dio la posibilidad del uso y el conocimiento de las últimas tecnologías disponibles, lo cual en la actualidad es fundamental.

Afortunadamente la práctica profesional supervisada ha sido finalizada con éxito, permitiéndome un crecimiento, tanto a nivel profesional como humano. El ambiente en el que fue desarrollada tuvo una calidad humana excelente, en la cual siempre se trabajó en equipo.



## BIBLIOGRAFÍA

Agrofy, 2022. Disponible en: <https://www.agrofy.com.ar/determinacion-de-cantidad-y-calidad-de-gluten.html>

Alvarez Lucrecia, 2001. Proteínas del grano de trigo: gliadinas y gluteninas. Disponible en: [https://members.tripod.com/lucrecia\\_alvarez/gliadinas%20y%20gluteninas.htm](https://members.tripod.com/lucrecia_alvarez/gliadinas%20y%20gluteninas.htm)

Cámara arbitral de cereales de Rosario, 2018. Manual de calidad. Disponible en: [https://www.cac.bcr.com.ar/sites/default/files/2019-01/manual\\_calidad\\_-\\_original-baja\\_-\\_final.pdf](https://www.cac.bcr.com.ar/sites/default/files/2019-01/manual_calidad_-_original-baja_-_final.pdf)

CIA. Molinera del Sur. SA. 2022. Calidad. Disponible en: <https://molineradelsur.com.ar/calidad/>

Dexter J and Symons S – 2007- Impact of durum wheat test weight, kernel size, kernel weight, and protein content on semolina milling potential. Int Miller (4<sup>th</sup> Quarter): 27-33.

García Divito, 2017. Manual del cultivo de Trigo. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2017/10/Resumen-Manual-Trigo-IPNI.pdf>

Granotec, 2022. La importancia de la determinación de la cantidad y calidad de gluten. Disponible en: <https://granotec.com.ar/la-importancia-de-la-determinacion-de-la-cantidad-y-calidad-de-gluten/>

Hosney, C. 1991. Principios de Ciencia y Tecnología de Cereales. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España. 321 p.

Jorge A. Fraschina, 2017. Manual del cultivo de Trigo. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2017/10/Resumen-Manual-Trigo-IPNI.pdf>

Inta PRECOP, 2011. Cosecha de trigo. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cosecha\\_de\\_trigo\\_con\\_avo\\_2011.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cosecha_de_trigo_con_avo_2011.pdf)

Kónica-minolta, 2022. Disponible en: <https://www.atrios.cl/colorimetro-cr-400-de-konica-minolta>

Miravalles Marta, 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://moodle-h02.uns.edu.ar/moodle\\_2021/pluginfile.php/900122/mod\\_resource/content/1/Pruebas%20de%20calidad%20en%20Trigo%20Parte%20II%20Microm%C3%A9todos.pdf](https://moodle-h02.uns.edu.ar/moodle_2021/pluginfile.php/900122/mod_resource/content/1/Pruebas%20de%20calidad%20en%20Trigo%20Parte%20II%20Microm%C3%A9todos.pdf)

Perten instruments, 2022. Disponible en: <https://www.perkinelmer.com/es/category/perten-falling-number>

Perten, 2016. Inframatic. Disponible en: <https://www.perten.com/Global/Brochures/IM%209500/IM%209500%20brochure%20SPA%2020160208.pdf>

Perten, 2022. Gluten Index. Disponible en: <https://docplayer.es/20566481-Gluten-index-aplicacion-y-metodo-determinacion-objetiva-de-la-cantidad-y-calidad-del-gluten.html>

SAGyP (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación), 1994. Resolución 1075/94. Disponible

en:[https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/d\\_recursos\\_humanos/concurso/normativa/archivos//000001\\_Resoluciones/000000\\_RESOLUCIÓN%201075-1994%20Normas%20de%20Calidad,%20Muestreo%20y%20Metodolog%C3%ADa%20para%20los%20Granos.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/d_recursos_humanos/concurso/normativa/archivos//000001_Resoluciones/000000_RESOLUCIÓN%201075-1994%20Normas%20de%20Calidad,%20Muestreo%20y%20Metodolog%C3%ADa%20para%20los%20Granos.pdf) o [https://www.cac.bcr.com.ar/sites/default/files/2018-04/metodo\\_de\\_muestreo.pdf](https://www.cac.bcr.com.ar/sites/default/files/2018-04/metodo_de_muestreo.pdf)

Seghezzo, María Laura, 2017. Calidad en trigo candeal. Disponible en: <https://uifra.org.ar//home/downloads/calidad-en-trigo-candeal-ML-seghezzo-2014.pdf>

Statista, 2022. Ranking de los principales productores de trigo a nivel mundial de 2016/2017 a 2021/2022, por volumen de producción. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/634805/principales-paises-productores-de-trigo-en-el-mundo/>

TecNM Campus CRODE Mérida (Tecnología Nacional de México, Campus CRODE Mérida), 2019. Disponible en: [http://www.crodemerida.edu.mx/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=11:termobalanza-para-cin%C3%A9tica-de-secado&Itemid=6](http://www.crodemerida.edu.mx/index.php?option=com_k2&view=item&id=11:termobalanza-para-cin%C3%A9tica-de-secado&Itemid=6)