

Trabajo de Intensificación

---

# Intensificación de la práctica profesional del Ingeniero Agrónomo en el establecimiento “La Guía”

---

Emilio Enrique Tellarini Prieto

Tutor

Dr. Alejandro Presotto

Consejeros

Dr. Juan Facundo Daddario

Dr. Claudio Ezequiel Pandolfo

Instructor externo

Ing. Agr. Francisco Lodos

Departamento de Agronomía

Universidad Nacional del Sur



Noviembre 2022

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, Andrea y Raúl, por brindarme la posibilidad de estudiar, el apoyo en todos los sentidos y la compañía incondicional durante todos estos años.

A Nani, por tus consejos, almuerzos, rezos, velas y oídos para escucharme cuando lo necesité. Gracias por preocuparte siempre por mí y enseñarme a ser una mejor persona.

A mi grupo de amigos, por haberle incluido esa cuota de diversión y buenos momentos al cursado de la carrera. Me llevo momentos inolvidables con ustedes y la alegría de haber conocido personas incondicionales, gracias por ayudarme siempre.

A Francisco, no solo porque me dio la posibilidad de realizar mi trabajo final en el establecimiento, sino por la forma en la que lo llevo a cabo. Por el acompañamiento, el aprendizaje, las comodidades, confianza y predisposición en todo momento

A Fabricio, por la ayuda durante el desarrollo de la intensificación en el campo.

A Alejandro, por ser mi tutor, y por la predisposición siempre brindada a lo largo de la elaboración de la tesis.

A Facundo y Claudio, mis consejeros que aportaron grandes detalles, sugerencias y predisposición.

A la Universidad Nacional Del Sur, y en especial, al Departamento de Agronomía por permitirme estudiar esta carrera y brindar todas las herramientas necesarias para formarnos como futuros profesionales.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE	3
RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
El partido de Coronel Suárez	7
OBJETIVOS	10
METODOLOGÍA Y EXPERIENCIA ADQUIRIDA	11
Modalidad de trabajo	11
Lugar de trabajo - Establecimiento agropecuario La Guía S.A.	11
Actividades que se realizan en el establecimiento	12
Tecnologías	13
Riego	14
Cultivo de trigo en la campaña 2020-2021	15
Elección de los cultivares	15
Elección de lotes en base a planes de rotación	16
Tipo y fecha de siembra	17
Densidad de siembra	18
Fertilización nitrogenada	19
Actividades realizadas en las distintas visitas	21
Primera visita	21
Segunda visita	24
Estado del cultivo	24
Monitoreo y control de malezas	25
Monitoreo de enfermedades	27
Tercera visita	28

Estado del cultivo	28
Monitoreo y control de malezas	31
Monitoreo y control de enfermedades y plagas	31
Cuarta visita	32
Estado del cultivo	32
Monitoreo y control de enfermedades y plagas	33
Estimación de rendimiento	35
Quinta visita	37
Control de cosecha	38
Postcosecha - confección de silos bolsas	39
Resultados de la campaña	40
CONSIDERACIONES FINALES	47
BIBLIOGRAFÍA	48

## RESUMEN

El presente trabajo de intensificación describe una serie de actividades llevadas a cabo en el establecimiento agropecuario La Guía S.A. (Sudoeste de Buenos Aires, Argentina), durante los meses de junio a diciembre de 2020. Estas se desarrollaron en el marco de una práctica profesional supervisada por el Ing. Agrónomo Francisco Lodos, centrándose en el manejo del cultivo de trigo. Entre las tareas llevadas a cabo se enumeran: recopilación de la información previa al inicio de las visitas (elección de lotes, plan de rotación de cultivos, plan de fertilización, estado hídrico del suelo, etc.), determinación del estado fenológico de los cultivos, cuantificación de los componentes del rendimiento, análisis del estado hídrico del suelo, monitoreo de malezas, enfermedades y plagas; definición del momento de cosecha y control de la misma, entre otras. A su vez, se realizaron actividades relacionadas al uso de equipos de riego por pivot central y tecnologías propias de la agricultura de precisión.

Para la campaña 2020 se sembraron cuatro cultivares de trigo pan y uno de trigo candeal, ambos bajo condiciones de riego y seco. Esta práctica permitió analizar el comportamiento de las diferentes especies y variedades ante distintos escenarios hídricos, evidenciando la importancia del agua para el cultivo de trigo en esta zona. Los rendimientos promedios fueron de buenos a muy buenos, de acuerdo con lo esperado para la región. Para las variedades de trigo pan, fueron de 7442 kg ha<sup>-1</sup> y 4886 Kg ha<sup>-1</sup> en lotes bajo riego y en seco, respectivamente. Para el caso del trigo candeal, los rendimientos alcanzaron los 4008 Kg ha<sup>-1</sup> bajo riego y 3207 Kg ha<sup>-1</sup> en seco. Esta diferencia de rendimientos respecto al trigo pan pudo haberse debido al retraso en la siembra que tuvieron, dado a que las condiciones de suelo no eran óptimas para la siembra cuando se debió realizar y se postergo unos días.

Este entrenamiento profesional ha sido una excelente oportunidad no solo para aplicar los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera de Ingeniería Agronómica, sino que también me permitió poner en práctica el espíritu crítico, evaluando situaciones reales y formando parte de la toma de decisiones para la optimización de los rendimientos del cultivo y eficiencia en los recursos utilizados.

# INTRODUCCIÓN

La agricultura tiene una importancia estratégica en la economía argentina y la creciente demanda de sus productos constituye una gran oportunidad para el desarrollo equitativo de los territorios del país, a través de la producción primaria y el agregado de valor a éstos. Este posicionamiento se debe en gran medida a la vasta superficie del país, unos 3.761.274 km<sup>2</sup>, incluyendo el territorio antártico e Islas del Atlántico Sur, que otorga una amplia variedad edafoclimática y una gran riqueza y diversidad de recursos naturales, posibilitando así un abanico muy grande de posibilidades de producción (FAO, 2015).

Del total de la superficie, el 14,4% es cultivable (alrededor de 37,5 millones de ha), siendo las oleaginosas (soja y girasol) y los cereales (trigo, maíz, sorgo, cebada, arroz y centeno) los principales cultivos en cantidad de hectáreas implantadas. Otros como yerba mate, algodón, vid, olivo, caña de azúcar, frutales, hortalizas y legumbres, completan la lista de cultivos agrícolas de importancia en el país, concentrándose su producción en ciertas provincias, dados sus requerimientos ambientales (BCR, 2019; Tabla 1).

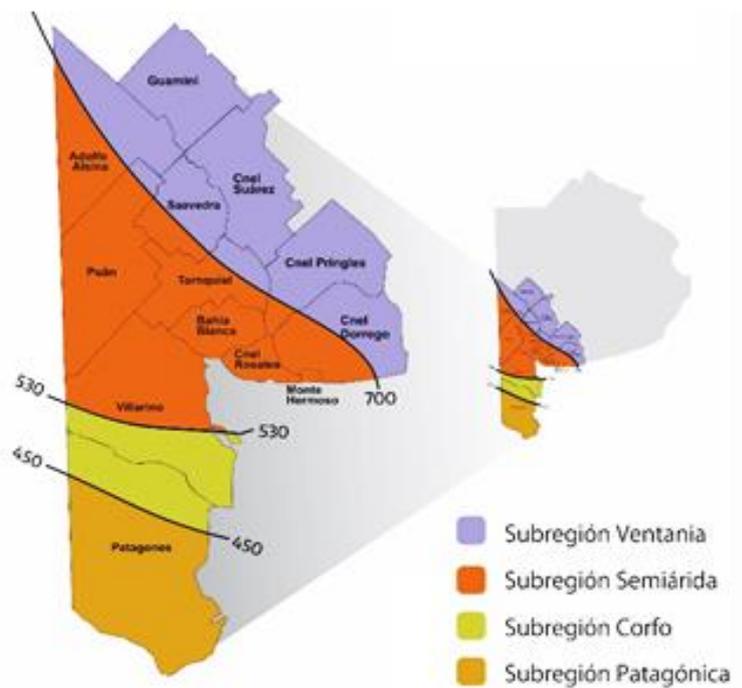
**Tabla 1. Superficie implantada (ha) y porcentaje de participación de los principales cultivos en Argentina (Censo Nacional Agropecuario 2019)**

Tipo de cultivo	Superficie (ha)	Participación (%)
Oleaginosas	14.391.625	38,5%
Cereales	11.387.352	30,4%
Forrajeras	7.938.960	21,2%
Bosques y montes implantados	1.230.246	3,3%
Cultivos industriales	893.697	2,4%
Frutales	514.701	1,4%
Legumbres	363.441	1,0%
Hortalizas	134.993	0,4%
Aromáticas, medicinales y condimentarias	7.068	0,0%
Viveros	2.372	0,0%
Flores de corte	815	0,0%
Sin discriminar	546.724	1,5%
<b>Total implantado</b>	<b>37.411.993</b>	

Buenos Aires se ubica dentro de la Región Pampeana y es una de las provincias que mayor influencia tiene en la producción agropecuaria nacional. El 75% de su territorio forma parte de la denominada “pampa húmeda”, que posee condiciones climáticas y edáficas que le dan extraordinarias ventajas comparativas para el cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeros, estos últimos siendo claves para la ganadería vacuna. El clima es templado, con temperaturas anuales promedio de 15°C y lluvias regularmente repartidas en el año. Estas descienden de NE a SO, desde los 900 a los 400 mm, debido a que están expuestas a los vientos húmedos del Atlántico. Los fértiles suelos pampeanos obedecen al estrato de loess (sedimentos eólicos) que se encuentran superficialmente (Sánchez, 2004). Tradicionalmente, en esta provincia, la ganadería era mayoritaria en el territorio respecto a la agricultura. Sin embargo, esta situación se equilibró a partir de la década de 1990, a raíz del desarrollo de nuevas tecnologías como la soja resistente a glifosato y la labranza cero (SAGPyA, 1996). El 25% restante del territorio provincial (región del Sudoeste Bonaerense – SOB) no forma parte de la pampa húmeda, sino que está incluida dentro de las regiones semiárida, árida y subhúmeda-seca del país, con marcadas limitantes climáticas y edáficas para la producción agrícola y ganadera (MAA, 2010).

### **El partido de Coronel Suárez**

El partido de Coronel Suárez se encuentra dentro de la región sudoeste bonaerense. Esta última es la más extensa de la provincia de Buenos Aires ya que cuenta con una superficie estimada de 6.500.000 ha (MAA, 2010; Figura 1). La misma presenta condiciones climáticas relativamente diversas, siendo éstas las más desfavorables entre las zonas mixtas pampeanas, principalmente por el régimen hídrico, con una zona de características patagónicas en el sur y mayor fertilidad del suelo hacia el norte (SAGPyA, 1996).

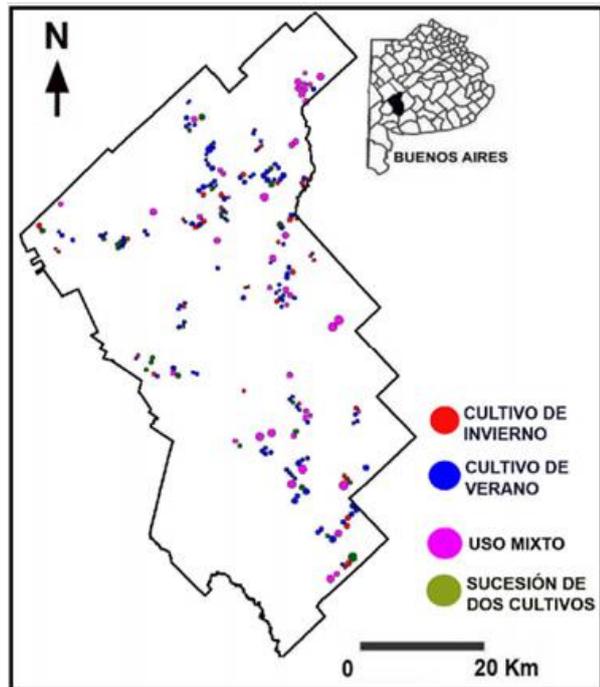


**Figura 1.** Área del SOB dividida en subregiones en función del régimen hídrico (tomada de MDA, s/f).

Específicamente en el partido de Coronel Suárez, alrededor del 80% de su superficie está destinada a la producción agropecuaria, siendo mayoritariamente agrícola (58%). Predominan suelos Argiudoles, caracterizados por su textura relativamente pesada (franco-arcillosa) y la presencia de un horizonte de acumulación de arcilla a partir de los 15-20 cm de profundidad. Estos suelos tienen valores medios de 3,8% para materia orgánica, 13 ppm de fósforo extractable y pH=6,6. Según la clasificación de Thornthwaite (1948), el distrito posee clima subhúmedo seco, mesotermal. El promedio anual de precipitaciones es de 650-700 mm, registrándose valores inferiores a lo normal durante período abril-septiembre. La temperatura media anual es de 13,7 °C, con una media histórica de 23°C para el mes más caluroso (enero) y de 8 °C para el mes más frío (julio). El periodo libre de heladas es de 207 días, con heladas que van desde principios de mayo a principios de octubre. Dentro de la actividad agrícola se destacan, como cultivos invernales, el trigo pan (*Triticum aestivum*) y la cebada (*Hordeum vulgare*), con un área sembrada de 98.490 y 61.453 ha, respectivamente. En cuanto a los cultivos estivales, el de mayor relevancia es la soja (*Glycine max*), con 97.000 ha sembradas y una producción de 194.625 t, seguida del maíz

(*Zea mays*), con 31.000 ha y 93.000 t, y el girasol (*Helianthus annuus*), con 25.768 ha y 43.000 t de producción (MAGyP, 2019).

Un aspecto interesante a mencionar es que en el partido de Coronel Suárez ha ido en aumento la utilización de riego por pivot central. En la campaña 2006/2007 el número de círculos bajo riego era de alrededor de 60 y, hoy en día el número asciende a unos 227 que determinan un total de 20.200 ha bajo riego, principalmente utilizados en el cultivo de maíz (Marín, 2019; Figura 2). El resto de la superficie se destina principalmente a la producción de verdes invernales y pasturas perennes, utilizadas para la producción animal. Dentro de este último, el sistema de cría es el dominante, aunque también hay productores que realizan recría y ciclo completo (Municipalidad de Coronel Suárez, 2020).



**Figura 2.** Distribución de lotes con riego de pivó central en el partido de Coronel Suárez, campaña 2018/19. Disponible en [ruralnet.com.ar](http://ruralnet.com.ar)

# OBJETIVOS

## Objetivos generales

Poner en práctica conocimientos profesionales adquiridos en la formación universitaria mediante la realización de tareas propias del Ingeniero Agrónomo, en el marco de las actividades productivas que se desarrollan en el establecimiento La Guía S.A.

## Objetivos específicos

- Analizar el comportamiento de diferentes cultivares de trigo durante la campaña 2020-2021.
- Familiarizarse con el ambiente productivo de la región.
- Participar de las actividades propias de la producción agrícola.
- Adquirir criterios de observación y juicio en situaciones específicas.
- Fortalecer la terminología y el manejo asociado a la agricultura de precisión.
- Interactuar con profesionales del agro, personal de campo y otros actores involucrados en las labores productivas; conocer sus inquietudes y modalidades de trabajo.
- Desarrollar criterios de organización y planificación de tareas.

# **METODOLOGÍA Y EXPERIENCIA ADQUIRIDA**

## **Modalidad de trabajo**

El Trabajo de Intensificación consistió en una práctica profesional supervisada en el marco de las actividades cotidianas que desarrolla el Ingeniero Agrónomo encargado del establecimiento, Francisco Lodos. Su labor involucra tanto la organización, supervisión y control de las tareas diarias que realiza el personal que trabaja en el establecimiento, así como la planificación y ejecución del proyecto agrícola, logística y la comercialización de los granos.

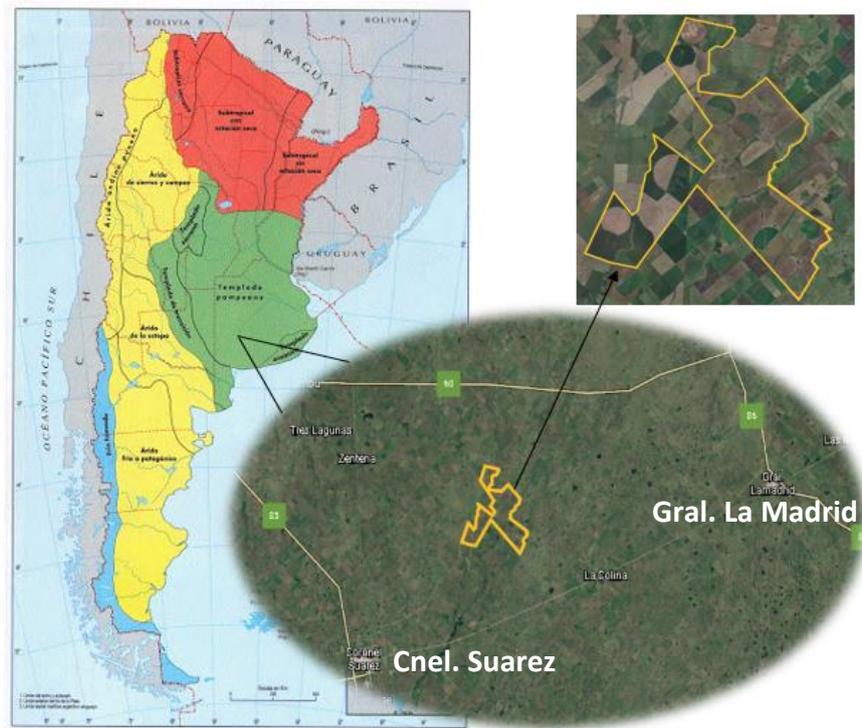
La modalidad de trabajo se basó en salidas diarias al campo en las que se realizaron las siguientes tareas: recopilación de la información previa al inicio de las visitas (elección de lotes, plan de rotación de cultivos, plan de fertilización, estado hídrico del suelo, etc.), determinación del estado fenológico de los cultivos, cuantificación de los componentes del rendimiento, análisis del estado hídrico del suelo, elección de los lotes según la rotación de cultivos; monitoreo de malezas, enfermedades y plagas; definición del momento de cosecha y control de la misma, entre otras. A su vez, se realizaron actividades relacionadas con el uso de equipos de riego por pivot central y tecnologías propias de la agricultura de precisión.

La experiencia laboral se realizó entre los meses de junio a diciembre del 2020, en cinco oportunidades distintas, de una duración de una semana cada una. El entrenamiento consistió en acompañar a Francisco durante toda la jornada, de manera de ser involucrado en las actividades que le tocaba realizar. En algunas ocasiones, las tareas fueron de manera individual, y las observaciones luego fueron expuestas y discutidas en conjunto.

## **Lugar de trabajo - Establecimiento agropecuario La Guía S.A.**

La Guía S.A. se trata de una empresa agropecuaria cuyos establecimientos rurales se encuentran ubicados a 15 km al noroeste de la localidad de La Colina a igual distancia de las localidades de Coronel Suárez y General La Madrid (Figura 3). El total de las hectáreas trabajadas es de alrededor de 3.600 ha, de las cuales 2.000 ha se encuentran bajo riego por pivot central con un total de 19 equipos, 13 a combustible y 6 eléctricos. Esto representa el 58% de la superficie. Se encuentra en una zona de suelos

de textura franca y franco arcillosa, sin limitación por tosca, con grandes reservas de agua disponible para riego y habilitada para tal fin por la autoridad correspondiente.



**Figura 3.** Ubicación del establecimiento agropecuario La Guía S.A en la provincia de Buenos Aires

### Actividades que se realizan en el establecimiento

Desde hace varios años la empresa se dedica exclusivamente a la agricultura, ya sea para la producción de semillas o de cultivos comerciales (producción de grano). La conjunción entre la buena organización entre todas las partes que conforman la empresa y la disponibilidad de maquinarias y mano de obra, hacen que el manejo de los lotes y cultivos se intente lograr con la máxima eficiencia posible. Se utilizan en su mayoría maquinaria propia para las labores, exceptuando la fertilización y las pulverizaciones. Desde el punto de vista de la empresa, la utilización e inversión en tecnología no solo permite la sostenibilidad y tecnificación del campo, sino que es una idea de optimización de los recursos, con la que se pueden obtener mejores resultados productivos.

- **Producción de semillas:** desde 2008, La Guía se ha especializado en la producción y multiplicación de semillas bajo riego por pivote. Producen semillas híbridas de maíz, girasol, sorgo y colza. A su vez, multiplican semillas de especies autóгамas como trigo, cebada y soja. Actualmente se ha sumado la producción de forrajeras como raigrás, pasto ovilla y trébol. Cuentan con la experiencia y capacidad para producir muchas hectáreas de semilla con la adecuada alternancia y rotación requerida de cultivos.
- **Cultivos comerciales:** en todas las áreas del campo que no están sistematizadas con equipos de riego se realiza agricultura de cultivos comerciales tradicionales: trigo pan, trigo candeal, cebada, girasol, soja y maíz en base a una rotación definida según parámetros de cada ambiente, buscando la sustentabilidad productiva, ecológica y económica.

## **Tecnologías**

El establecimiento se distingue por combinar modernas maquinarias, alta capacidad de trabajo y tecnologías de punta, como distribución variable por surco mediante *Precision Planting*, el uso de la plataforma de agricultura digital “*Field View*™” que ayuda a administrar las labores de una forma más eficiente a través de servicios y soluciones basados en la ciencia de los datos, guiado automático satelital, mapeo de rendimientos, etc. A su vez, hay una gran adaptación a las diferentes configuraciones necesarias para el caso específico de la producción de semillas. Además, se cuenta con un completo equipo de apoyo y repuestos para los sistemas de riego, equipado para el mantenimiento y las reparaciones correspondientes, independizándose así de la contratación de servicios externos en los momentos cruciales de la campaña de riego. El correcto funcionamiento todos los pivotes de riego se realiza mediante telemetría satelital, lo cual permite conocer el estado de los mismos en cualquier momento.

La empresa cuenta con maquinarias propias, brindando la posibilidad de no depender en muchos casos de agentes externos en los momentos más necesarios. Entre ellas se pueden nombrar tractores, rastras y sembradoras de grano fino y grueso. En cuanto a las pulverizaciones, se contrata una empresa que brinda el servicio de manera casi constante, dejando muchas veces un equipo en el establecimiento, dada la gran

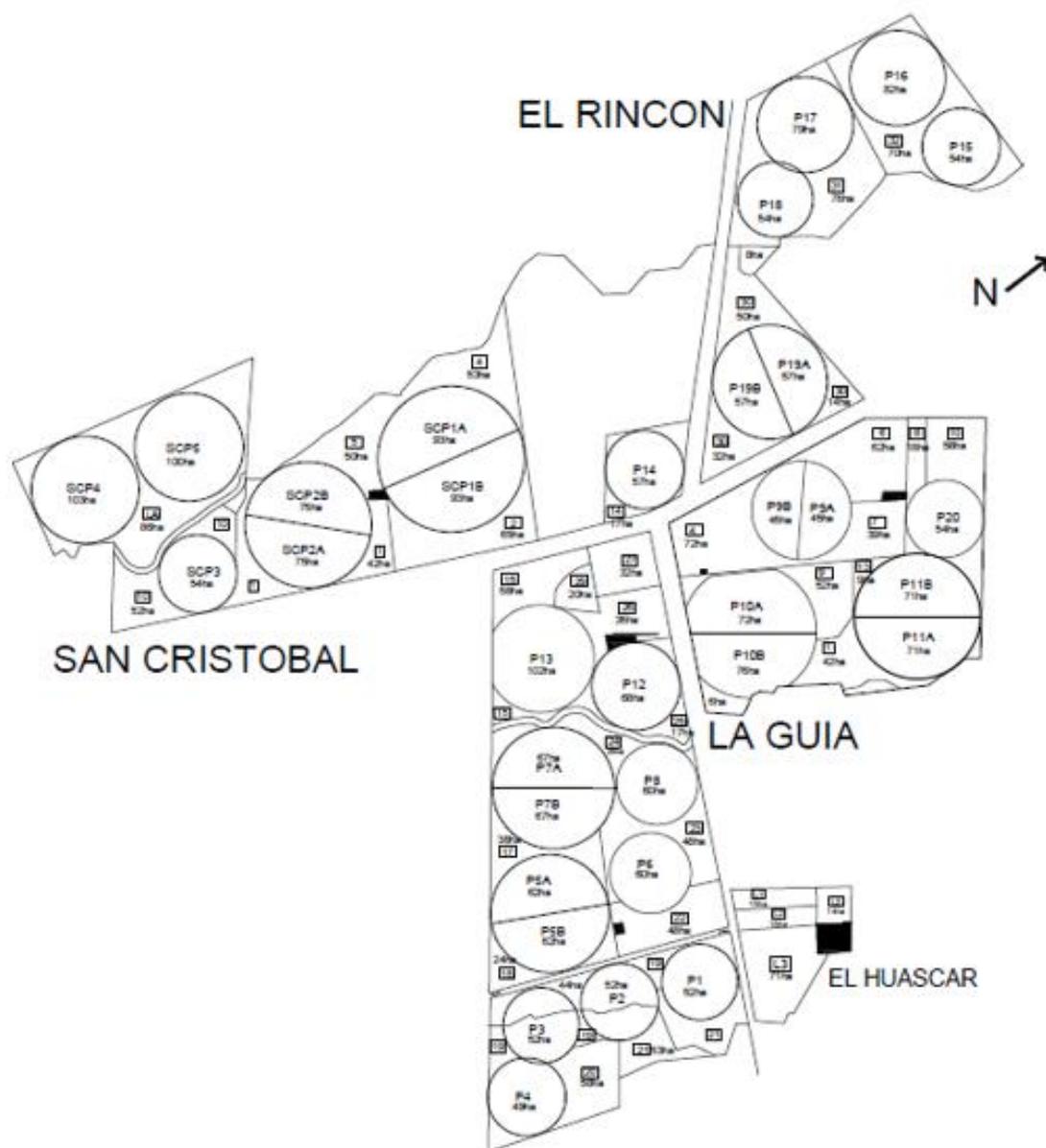
cantidad de hectáreas que se deben trabajar en el mismo. En el establecimiento viven y trabajan unas siete familias. Los mismos se encargan del manejo de las maquinarias, las reparaciones pertinentes y el control de los equipos de riego.

## **Riego**

Del total de hectáreas regadas, la mayor parte es destinada a la producción semillas de maíz (45%), raigrás (13%) y trébol (3%), aunque también se dedican a cultivos comerciales como cebada, trigo pan, trigo candeal, girasol, soja y maíz. En cuanto a las hectáreas de secano, los cultivos de mayor relevancia son girasol (30%) y trigo pan (29%), seguidos por cebada, soja, trigo candeal, maíz y agropiro.

Para potenciar el rendimiento de sus cultivos, La Guía S.A cuenta con sistemas de riego por pivot central (Figura 4), tanto eléctricos como a combustión, los cuales se encuentran monitoreados continuamente a través de telemetría satelital. La empresa prestadora del servicio maneja un sistema de *Big Data*, el cual se alimenta de datos satelitales, climáticos y de características del campo. Los mismos son analizando de manera automática, manteniendo actualizado el balance hídrico. Esto permite mejoras a la hora de tomar decisiones. En este caso, La Guía decide qué estrategia utilizar y luego la empresa de telemetría recomienda cuándo y cuánto regar.

El modo o la estrategia que utiliza la empresa se basa en mantener un cierto umbral de agua útil (AU) en el perfil de suelo, la cual se define como la lámina de agua aprovechable por los cultivos, hasta un metro de profundidad y se expresa como porcentaje del AU máxima posible para cada tipo de suelo. En este caso se utiliza un umbral del 50%, es decir, se trata de mantener el agua útil por encima de ese nivel. Se calcula cuánta AU existe al principio de la campaña, luego teniendo en cuenta los egresos como la evapotranspiración (ET), ajustada por el coeficiente del cultivo (Kc) y los ingresos por lluvias, se riega de lo necesario para mantener el AU de acuerdo al umbral aceptado.



**Figura 4.** Plano del establecimiento detallando superficies y posiciones de equipos de riego.

## Cultivo de trigo en la campaña 2020-2021

### Elección de los cultivares

Para la campaña de trigo 2020/21, la empresa decidió sembrar 24 lotes de trigo de variada superficie, desde 24 hasta más de 100 ha, totalizando un área de 1.385 ha. El 79% correspondió a trigo pan (*Triticum aestivum*) y el 21% restante a trigo candeal (*T. durum*). Con el objetivo de mejorar continuamente tanto los rendimientos como la sanidad de los cultivos, todos los años la empresa busca probar nuevas variedades. Es así que, en el 2020, se sembraron cuatro cultivares de trigo pan (Baguette 802, Baguette

620, Basilio y Sauce) y un cultivar de trigo candeal (Cariló INTA). Es un hecho que la oferta de variedades de este último es mucho menor y el material utilizado ya había sido probado con éxito años anteriores (Tabla 2).

**Tabla 2. Cultivares, manejo hídrico y superficie destinada al cultivo de trigo pan y trigo candeal, sembrados en la campaña 2020-2021 en La Guía S.A.**

<b>Cultivo</b>	<b>Cultivar</b>	<b>Manejo hídrico</b>	<b>Superficie del lote (ha)</b>	<b>Participación*</b>
Trigo pan	Baguette 802	Riego	478	35%
Trigo pan	Baguette 620	Riego	30	2%
Trigo pan	Baguette 620	Secano	315	23%
Trigo pan	Basilio	Secano	237	17%
Trigo pan	Sauce	Riego	30	2%
Trigo candeal	Cariló INTA	Riego	157	11%
Trigo candeal	Cariló INTA	Secano	138	10%

\*Superficie ocupada por ese cultivar en relación al total de hectáreas destinadas a la siembra (%).

#### Elección de lotes en base a planes de rotación

La rotación consiste en alternar distintos cultivos sobre un mismo lote o parcela durante ciclos sucesivos. Con una rotación adecuada se obtienen beneficios como la reducción y menor riesgo de ataques de factores bióticos (plagas, malezas y enfermedades), mejoras en la estructura del suelo y la distribución del agua y los nutrientes en el mismo, e incremento del contenido de materia orgánica. Se pueden mencionar también otros como: diversificar la oferta de productos cosechados, reducir las labores mecánicas para la preparación del suelo, mejorar la gestión de los recursos logrando cultivos más uniformes y ahorrando así insumos, entre otros. Estas ventajas que se mencionan redundan en un sistema más sustentable a largo plazo.

La rotación utilizada difiere entre lotes de secano y lotes con pivot de riego, y dentro de éstos últimos, también varía si el pivot es fijo o móvil. A su vez, las rotaciones están sujetas a los contratos de semilla o *specialities*, que la empresa pueda ir concretando y en función de eso se pueden adoptar cambios específicos.

- a. Rotación general seco:** trigo / girasol / trigo / soja.  
 -en un 30% de los lotes se está agregando maíz de segunda entre el trigo y el girasol.  
 -en ocasiones se reemplaza el trigo por cebada cuando existe alguna opción de contrato conveniente.
- b. Rotación pivot móvil:** trigo / Maíz para semilla.
- c. Rotación pivot fijo:** raigrás para semilla, trébol para semilla o trigo / maíz para semilla o maíz comercial / trigo, cebada o soja / maíz para semilla.

La empresa ha realizado en ciertas ocasiones además de esos cultivos girasol para semilla, colza para semilla, trigo candeal y agropiro para semilla, entre otros. Los lotes destinados a trigo en la campaña 2020/21 presentaron distintos antecesores, la mayor parte se trataba de un cultivo distinto (Tabla 3).

**Tabla 3. Cultivos antecesores al trigo en la campaña 2020-2021**

<b>Antecesor</b>	<b>Porcentaje de lotes</b>
Maíz para semilla	38%
Trigo	4%
Girasol	38%
Soja	17%
Maíz comercial	4%

#### Tipo y fecha de siembra

Casi la totalidad de la superficie fue realizada bajo labranza cero, efectuando el control de malezas con barbechos químicos. En algunos lotes donde había quedado mayor cantidad de rastrojo se utilizó una rastra de discos “catros” para incorporarlos. Este implemento permite realizar un tratamiento rápido y superficial del suelo logrando una gran intensidad de mezcla.

La siembra comenzó el 10 de junio, con una buena humedad acumulada en los suelos, empezando primero por los cultivares de ciclo más largo. En primer lugar, se sembró trigo pan Baguette 802, luego Basilio, Sauce y Baguette 620. Por último, se sembró el trigo candeal. Dado que la variedad elegida presentaba un ciclo más corto y

que se observó una alta humedad del suelo que no permitía el correcto cierre del surco, se optó por esperar unos días y realizar la siembra cuando las condiciones del suelo mejoraron.

### Densidad de siembra

La densidad de siembra debe ser tal que se asegure la máxima captura de los recursos disponibles previo al inicio del período crítico, teniendo en cuenta el impacto de factores bióticos (por ejemplo, generación de microambiente proclive a la aparición de enfermedades) y abióticos (por ejemplo, fuerte consumo de agua en etapas previas en un ambiente con probable déficit hídrico o producción de tallos de diámetro reducido propensos al vuelco).

Para su cálculo, en primer lugar, se plantean los rendimientos objetivos para cada especie y condición de riego. Luego se consideran valores de peso de mil granos (P1000), número de granos por espiga y número de espigas por planta esperados, para determinar el número de plantas deseadas a obtener por metro cuadrado, mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ PLANTAS A OBTENER POR METRO CUADRADO}}{=} \frac{\text{RENDIMIENTO OBJETIVO} \times 100}{P1000 \times \text{N}^\circ \text{ GRANOS POR ESPIGA} \times \text{N}^\circ \text{ MACOLLOS POR PLANTA}}$$

Posteriormente, ese valor obtenido se divide por el porcentaje de pureza y de germinación de la semilla a sembrar, obteniéndose así el número de semillas que se deberían sembrar por metro cuadrado:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ SEMILLAS A SEMBRAR POR METRO CUADRADO}}{=} \frac{\text{PLANTAS A OBTENER POR METRO CUADRADO} \times 100}{\% \text{ PUREZA} \times \% \text{ GERMINACIÓN}}$$

Finalmente, teniendo en cuenta el peso de los granos, se calcula el peso en granos equivalente a ese número de semillas a sembrar. Ese resultado en granos por metro cuadrado se puede expresar en kilogramos por hectárea. Los valores de densidad de siembra calculados para la campaña 2020/21 se detallan en la tabla 4.

**Tabla 4. Estimación de la densidad de siembra en función del cultivo y la condición de riego**

ESTIMACIÓN SIEMBRA	UNIDADES	TRIGO PAN		TRIGO CANDEAL	
		SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO
Rendimiento Objetivo	Kg ha <sup>-1</sup>	5000	7000	4500	6000
P-1000 Objetivo	G	36	38	40	40
Granos espiga <sup>-1</sup>	N °	28	30	30	30
Macollos planta <sup>-1</sup>	N °	2,5	2,5	1,5	1,6
Plantas a obtener	Plantas m <sup>-2</sup>	198	259	250	313
Semillas a sembrar	Semillas m <sup>-2</sup>	276	348	292	365
A sembrar	g m <sup>-2</sup>	9,9	14,3	14,0	17,5
<b>A sembrar</b>	<b>Kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>99</b>	<b>143</b>	<b>140</b>	<b>175</b>

#### Fertilización nitrogenada

La empresa toma muestras de los suelos año a año para verificar la fertilidad de los mismos. De estos análisis, junto con la historia de los lotes, se plantean distintos modelos de fertilización, en este caso nitrogenada, ajustados a cada caso (Tabla 5). Las tareas fueron realizadas con una altina de dosificación variable, servicio terciarizado.

En la fertilización nitrogenada de los lotes bajo riego, al no contar con limitación hídrica, se utilizaron dosis más elevadas que los de secano. Las aplicaciones de urea se realizaron en dosis variables dependiendo de la ambientación de cada lote, así evitar efectos de fitotoxicidad, lavado, y para realizar un uso más eficiente del nitrógeno, se divide en dos etapas. La primera se aplica en el macollaje y la segunda al comienzo de la encañazón en la etapa de “espiga a los 10 cm”.

**Tabla 5. Modelo de fertilización nitrogenada según el sistema de producción (secano vs. riego)**

SECANO			RIEGO		
LOTE	VARIEDAD	NITROGENO (KgN ha <sup>-1</sup> )	LOTE	VARIEDAD	NITROGENO (KgN ha <sup>-1</sup> )
ER 32	Basilio	125	LG P8 B	Sauce	200
SC 4	Basilio	110	LG P8 A	B620	200
SC 5	Basilio	115	LG P12		
LG 8	B620	145	A	B802	270
LG 19	B620	140	LG P12		
LG 20	B620	100	B	B802	220
LG 21	B620	105	LG P5	B802	240
LG 18	B620	150	LG P2	B802	230
LG 24	B620	140	LG P4	B802	220
LG 27	B620	120	ER P17	B802	200
LG 1	B620	145	SC P1 B	B802	200
			SC P2 A	B802	270

## **Actividades realizadas en las distintas visitas**

### **Primera visita**

Para la primera visita (7 de julio), ya habían sido sembrados todos los lotes de trigo pan, tanto los de riego como los de secano. Restaba sembrar el trigo candeal, que, debido a la elevada humedad del suelo en los lotes, se decidió retrasarla unos días con respecto a la de trigo pan. Asimismo, los cultivares disponibles de trigo candeal tienen ciclo más corto, por lo que se permite retrasar un poco la fecha de siembra.

Una vez allí, Francisco me brindó toda la información necesaria acerca del establecimiento y diagramamos la semana de trabajo. La primera labor fue determinar el estadio en que se encontraba el trigo. Para ello, nos basamos en la escala Zadoks, que es la más utilizada en el cultivo de cereales y sirve para cuantificar la etapa de crecimiento de estos en forma estandarizada. Con esta escala, se describen los estados morfológicos externos del cultivo, que involucran algunos procesos de desarrollo y otros de crecimiento. Los valores de la escala se componen de un código de 2 dígitos: el primero, de 0 a 9, se corresponde con el estadio de desarrollo principal, desde la germinación hasta la maduración del grano. El segundo dígito, también de 0 a 9, subdivide el estadio principal, correspondiendo el valor 5 al punto intermedio de ese estadio (FAO, 2001; Tabla 6). La utilización de escalas de crecimiento es útil para:

- Identificar una etapa de crecimiento particular para la aplicación segura de un herbicida o fungicida.
- Comunicar la etapa de crecimiento de un cultivo a asesores o servicios de investigación cuando busquen asesoramiento sobre el desarrollo de enfermedades o deficiencias de nutrientes.
- Muestrear de tejidos vegetales para análisis de nutrientes.

**Tabla 6. Fases de desarrollo siguiendo la escala decimal Zadoks**

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

TP: tallo principal

Según J.C. Zadoks, T.T. Chang y C.F.

En esa fecha, los trigos sembrados se encontraban entre estadio de emergencia, y Z 1.1 - Z 1.2 como se puede observar en la Figura 6, donde se comparan dos lotes. Las diferencias observadas en los estadios entre lotes, se adjudicaron al momento de siembra de los mismos, y no a su condición de riego, ya que ambos lotes se encontraban bajo pivot.



**Figura 6. Emergencia (izquierda) y Trigo en Z 1.2 (derecha)**

Otro de los objetivos planeados para esa semana fue monitorear todos los lotes ya sembrados. De esta manera, pude familiarizarme con el campo y entender donde se encontraba cada lote. Específicamente me encargue de hacer el control y registro de:

- a. **Recuento de plantas:** los lotes se sembraron a una distancia de siembra de 21 cm, por lo que se contó el número de plantas en 0,96 cm lineales, que en 5 líneas a 21 cm representarían 1 m<sup>2</sup>. Realicé entre 4 y 6 mediciones por lotes (Ver Tabla 7).
- b. **Identificación de malezas:** entramos a los lotes por diferentes puntos del mismo, identificando qué tipo de malezas se encontraban creciendo (de hoja ancha o fina), identificando la familia a la que pertenecían, en base a sus características morfológicas, y determinando el estado de desarrollo de las mismas (Figura 7). Se encontró en su mayoría presencia de crucíferas y poligonáceas, en lo que respecta a malezas de hoja ancha, mientras que raigrás y cebadilla fueron las predominantes malezas de hoja fina.
- c. **Enfermedades:** se observó la posible presencia de enfermedades producidas por patógenos del suelo, sin encontrarse síntomas de las mismas.
- d. **Determinación de la humedad del suelo:** con la ayuda de un barreno, tomé muestras de suelo en diferentes lotes, y se estimó visualmente que se encontraban cerca de capacidad de campo, por lo que la emergencia y el desarrollo de los primeros estadios contaron con agua suficiente.
- e. **Cobertura de rastrojos remanentes:** de acuerdo al antecesor (maíz semilla, girasol o soja) y el tipo de siembra (labranza cero o labranza cero más rastra “catros”) se observó visualmente el grado de cobertura (Fig. 7). En general los lotes que venían de cultivos de maíz presentaban mucho más rastrojo que aquellos cuyo cultivo antecesor había sido soja. En los lotes en los que el rastrojo de maíz era demasiado elevado y podía dificultar la siembra, se decidió pasarles la rastra catros.



**Figura 7.** Recuento de plantas de trigo en lote en labranza cero (izquierda). Malezas de hoja ancha encontradas en los lotes (derecha).

## Segunda visita

### Estado del cultivo

Al momento de la segunda visita, 27 de agosto, el estado fenológico de los trigos se encontraba entre Z 2.2 y Z 2.3, lo que es equivalente a pleno macollaje, para los lotes más avanzados (Figura 8). De acuerdo a las observaciones visuales de muestras tomadas con el barreno, el estado hídrico del suelo era bueno y el cultivo se desarrollaba en óptimas condiciones, a pesar de haber sufrido algunas heladas, habituales en esta zona.



**Figura 8.** Plantas de trigo en pleno macollaje en un lote fenológicamente más avanzado, (estadio Z 2.3)

## Monitoreo y control de malezas

Durante esta etapa, el monitoreo y control de malezas adquiere suma importancia, debido a que la complejidad de su manejo ha ido aumentando en los últimos años, especialmente para los cultivos de cosecha fina, con la aparición de malezas resistentes. Si bien se habían aplicado productos con cierta residualidad durante el barbecho, cada vez es más frecuente la necesidad de volver a controlar malezas en trigo luego de emergidas las plantas. Se opta por utilizar productos postemergentes, con principios activos para el control de malezas de hoja ancha y malezas gramíneas (hoja fina). Para este último caso, se deben utilizar graminicidas de uso específico para trigo, que pueden ser aplicados durante el cultivo.

La aplicación postemergente de herbicidas selectivos en trigo es una de las herramientas más importantes para contrarrestar el efecto competitivo de las malezas. El uso de herbicidas que admiten ser aplicados sobre el cultivo, en etapas tempranas del ciclo, siempre presenta mejores resultados en el control de la competencia a fin de mantener intacto el potencial de rendimiento alcanzable en cada ambiente. El periodo crítico de competencia de los cereales de invierno con las malezas se ubica entre una o dos hojas y el inicio de macollaje. Teniendo en cuenta esto, la estrategia planteada para esta semana fue recorrer los lotes con el fin de identificar malezas, así realizar un resumen por lote del tipo de maleza (familia y si era de hoja ancha o fina), de la distribución y la densidad.

En general, en lo que respecta a malezas de hoja fina, en todo el establecimiento se observó la presencia, en mayor o menor medida, de raigrás (*Lolium multiflorum*) y cebadilla (*Avena fatua*). El control de las mismas había sido realizado días atrás, alrededor del 15 de julio, mediante la aplicación de los herbicidas Hussar® Plus y AXIAL® (Figura 9). El primero fue aplicado en aquellos lotes en los que además de gramíneas se encontró una pequeña proporción de malezas de hoja ancha, debido a que el formulado cuenta con los principios activos mesosulfuron-metil e iodosulfuronmetil-sodio que otorgan un buen control para ambos tipos de malezas. La recomendación es aplicarlo desde el momento en el que el cultivo tiene dos hojas desplegadas hasta hoja bandera (Bayer Crop Science, 2022). Por otra parte, AXIAL® es un herbicida postemergente de acción sistémica, selectivo para los cultivos de trigo y cebada, especialmente formulado para el control de cebadilla y raigrás, por lo que su uso fue más acotado a aquellos lotes

con un predominio de estas dos gramíneas. En este caso, se recomienda aplicar desde que el cultivo presenta tres hojas hasta encañazón.



**Figura 9.** Síntomas de fitotoxicidad por herbicida en cebadilla (*Avena fatua*).

Las malezas de hoja ancha más comúnmente encontradas en el establecimiento fueron:

- **Brasicáceas o crucíferas:** nabo (*Brassica rapa*), nabón (*Raphanus sativus*), mastuerzo (*Coronopus didymus*)
- **Poligonáceas:** sanguinaria (*Polygonum aviculare*)
- **Asteráceas o compuestas:** rama negra (*Conyza bonariensis*) y cardos (*Carduus* sp., *Cirsium* sp., etc.)
- **Apiáceas:** perejilillo (*Bowlesia incana*)
- **Lamiáceas:** ortiga mansa (*Lamium amplexicaule*)

La mayor abundancia de malezas se encontraba generalmente en los bordes de los lotes o cabezales, hecho probablemente asociado a la dificultad por parte de las pulverizadoras de transitar en esos puntos. Ante esta problemática, La Guía cuenta con un botalón móvil (Figura 10), capaz de montarse en cualquier clase de vehículo (camioneta o cuatriciclo) para poder llegar a estos lugares de difícil acceso, sin la necesidad de contratar un servicio de pulverización en forma privada.



**Figura 10.** Vista del botalón móvil utilizado para controlar malezas en los sitios de difícil acceso para la pulverizadora.

Una vez recopilada la información de los lotes, realicé un resumen por lote y sectores para luego presentárselo a Francisco y discutir con él cuál sería la mejor estrategia de manejo, teniendo en cuenta la historia de cada lote en particular y el estado de desarrollo del trigo y las malezas. En función de la especie, la densidad y el estado de crecimiento de las malezas se decidió aplicar distintas dosis y combinaciones de los herbicidas 2,4-D (2,4 diclorofenoxiacético) y dicamba. Ambos son herbicidas sistémicos, no residuales, del grupo de los hormonales. Son selectivos para el control de malezas de hoja ancha. El 2,4-D se recomienda principalmente para el control de malezas de las familias compuestas, crucíferas, quenopodiáceas y amarantáceas (uso post emergente de la maleza). El dicamba se usa principalmente para especies de las familias compuestas, poligonáceas, quenopodiáceas, amarantáceas, apiáceas, urticáceas y violáceas.

#### Monitoreo de enfermedades

En esta etapa se monitorea la presencia de enfermedades foliares. De acuerdo a un examen visual de los cultivos, los mismos no presentaban síntomas o signos durante

esta etapa de desarrollo. Un hecho interesante es que se evidenció la presencia de puntuaciones negras en el rastrojo que posiblemente correspondan a estructuras fúngicas denominadas pseudotecios que forma el hongo *Pyrenophora tritici-repentis* (anamorfo: *Drechslera tritici-repentis*) en el rastrojo (Figura 11). Estas estructuras tienen un papel crítico en la epidemiología de la enfermedad, ya que maduran en el rastrojo durante el otoño e invierno y al comienzo de la primavera liberan las ascosporas, que son el inóculo primario de la enfermedad denominada mancha amarilla del trigo. Los síntomas se manifiestan en hojas como manchas cloróticas que luego se tornan de color castaño claro de forma elíptica con una región circundante amarillenta o halo clorótico, debido a la necrosis producida por toxinas que generan la degradación de las paredes celulares (Ney et al., 2013).



**Figura 11.** Vista de los pseudotecios del hongo *Pyrenophora tritici-repentis* en rastrojo de trigo (tomado de: [https://www.researchgate.net/publication/333081414\\_siembra\\_directa](https://www.researchgate.net/publication/333081414_siembra_directa))

### **Tercera visita**

#### **Estado del cultivo**

Debido a las restricciones a la circulación de personas durante la pandemia por COVID19, la tercera visita se realizó el 5 de octubre. El trigo había comenzado la encañazón, aproximadamente 20 días antes del momento de la visita. Según la escala de Zadoks se encontraba entre Z 3.2 y Z 3.4, es decir que el tallo principal tenía entre dos y cuatro nudos respectivamente. A esta altura ya se comenzaba a utilizar el riego con mayor frecuencia debido a la falta de precipitaciones y al incremento de los

requerimientos del cultivo. Luego de haber recorrido los lotes, pude observar la marcada diferencia en cuanto al crecimiento del cultivo entre los lotes bajo riego y seco (Figura 13).



**Figura 13.** Estado de lote con pivot de riego (izquierda) y en seco (derecha).

En este momento se evidenció el pasaje de estado vegetativo (EV) a estado reproductivo (ER), que normalmente ocurre durante el macollaje cuando el cultivo tiene aproximadamente 5-6 hojas emergidas en el tallo principal. Aquí el ápice meristemático deja de diferenciar hojas y comienza a diferenciar espiguillas que conformarán la espiga. Es decir, durante la etapa de macollaje se está definiendo externamente (sobre el nivel del suelo) las espigas potenciales, mientras que a nivel del ápice (bajo el nivel del suelo) se está definiendo el tamaño de espiga, es decir, el número de espiguillas por espiga (Cátedra de Producción Vegetal Extensiva, 2018). La encañazón comienza con la detección del primer nudo en la base de la planta y se caracteriza por la elongación de los entrenudos que dan forma a lo que se conoce como el “tallo verdadero” de la planta. Poco después de iniciada la elongación del tallo comienza el crecimiento de la espiga (Figura 14), por lo que ambos órganos crecen de forma simultánea compitiendo por

asimilados y nutrientes. El comienzo de encañazón coincide con el cese de la diferenciación de macollos y el comienzo de la mortandad de los mismos, debido a que los asimilados se particionan principalmente hacia el tallo en crecimiento.



**Figura 14.** Elongación de entrenudos y formación de la espiguilla terminal en el ápice  
(30/09/2020)

A nivel de ápice meristemático, el comienzo de encañazón coincide generalmente con el cese de diferenciación de espiguillas. La diferenciación de primordios florales, que comienza antes de finalizar la diferenciación de espiguillas, continúa dentro de las espiguillas alcanzándose el máximo número de primordios florales una vez iniciada la encañazón. Una proporción importante de dichos primordios muere antes de alcanzar el estado de flor fértil. Este período de mortandad floral comienza próximo a la aparición de la hoja bandera y prosigue hasta antesis, donde se alcanza el máximo número de flores fértiles  $m^{-2}$  (o número potencial de granos  $m^{-2}$ ) (Miralles et al., 2014).



**Figura 15.** Estado de desarrollo de la espiga dentro del tallo (15/10/2020)

## Monitoreo y control de malezas

El mayor problema que se detectó durante esta etapa fue la presencia de raigrás resistente a glifosato en varios lotes, siendo uno de los inconvenientes más recurrentes en el establecimiento (Figura 16). Debido a esto, la decisión fue la de recorrer aquellos lotes con mayor presencia de la maleza y marcar, en la plataforma digital *FieldView*, los sectores que se observaban con una mayor abundancia de la maleza. Seguido a esto, se realizaron las órdenes de aplicación del herbicida pertinente, y me encargué de indicar al operario de la pulverizadora en qué sitios aplicar el producto. Durante las recorridas, también se encontraron manchones de raigrás en los lotes destinados a los cultivos de gruesa que se encontraban en barbecho. En esos casos decidimos realizar un control químico y control manual, mediante el uso del botalón móvil y la pala para eliminar los manchones, respectivamente (Figura 16).



**Figura 16.** Raigrás resistente a glifosato en los entre surcos (izquierda). Eliminación manual con el uso de la pala de plantas de raigrás.

## Monitoreo y control de enfermedades y plagas

Durante esta visita, tuve la tarea de recorrer todos los lotes en busca de posibles enfermedades y plagas. En el caso de las enfermedades, la metodología utilizada consistió en determinar visualmente el estado general del lote y en determinados puntos se contaron unas 50 a 60 hojas para estimar la incidencia (nº total de hojas

afectadas / nº de hojas evaluadas). No se observaron incidencias elevadas, siempre menores a 10% y la decisión fue de esperar a ver si se incrementaba su presencia en caso de que las condiciones fuesen más propensas para su proliferación.

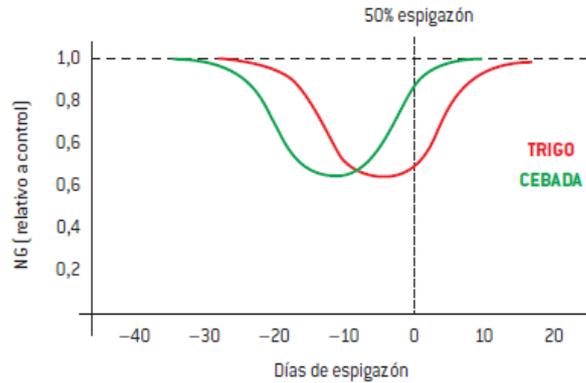
En el caso de las plagas, se analizó la presencia de las mismas de igual forma, sin encontrar incidencias significativas.

## **Cuarta visita**

### **Estado del cultivo**

Esta visita tuvo lugar a mediados del mes noviembre. La mayoría de los lotes habían atravesado la fase de antesis unos 5-10 días previos. En los cultivos más adelantados ya se encontraban entrando en la fase de llenado de granos y los más retrasados aún presentaban anteras visibles. Según la escala Zadoks, los primeros estaban entre Z 7.2- Z 7.5, mientras que los últimos en Z 6.5.

Si bien la determinación del rendimiento ocurre durante todo el ciclo del cultivo, no todas las etapas tienen la misma importancia para su definición, teniendo en cuenta las variaciones en la oferta de recursos. Durante las etapas de encañazón, espigazón y antesis, se encuentra el período crítico para la determinación del rendimiento en trigo. En estos momentos se define el principal componente del rendimiento, el número de granos por unidad de área (NG), como así también el peso potencial de estos granos. Considerando los subcomponentes del NG, el número de espigas por m<sup>2</sup> (NEP) depende de la supervivencia de los macollos, mientras que el número de granos por espigas (GR espiga<sup>-1</sup>) está relacionado con la supervivencia de flores y el cuaje de granos. Durante el período crítico, el cultivo debe contar con una adecuada disponibilidad de recursos para maximizar la determinación de estos componentes del rendimiento. En trigo se ubica, dependiendo de las condiciones ambientales, desde aproximadamente tres semanas previas hasta una semana posterior a la antesis (Figura 17).



**Figura 17.** Variaciones en el número de granos por unidad de área (NG) en trigo y cebada, relativo a un control bajo condiciones potenciales, frente a disminuciones de la disponibilidad de recursos u ocurrencia de estreses bióticos y abióticos, alrededor de antesis (adaptado de Fischer, 1985 y de Arisnabarreta y Miralles, 2008).

### Monitoreo y control de enfermedades y plagas

Entendiendo la importancia de realizar el mejor manejo posible durante esta etapa, la estrategia de esa semana fue monitorear los lotes en busca de enfermedades foliares o plagas que pudieran estar afectando el cultivo. El estado sanitario en general era bueno, en algunos lotes se encontró presencia de roya de la hoja (*Puccinia triticina*) en los estratos inferiores de las plantas de lotes de secano y evidencias de síntomas de mancha amarilla en todos los lotes en general. En ese momento las incidencias no eran demasiado elevadas según las observaciones realizadas, la decisión de aplicar fungicidas se tomó de acuerdo con el pronóstico de las condiciones meteorológicas en los días posteriores. En aquellos lotes donde se evidenció la presencia de roya y teniendo en cuenta que las condiciones meteorológicas iban a ser óptimas para la proliferación del hongo, se decidió que se iban a tratar con fungicidas, posteriormente a las lluvias.

Los lotes de secano que presentaron algún síntoma de enfermedad fueron tratados con el fungicida Stinger® que combina dos clases de principios activos, un triazol y una estrobirulina, que actúan inhibiendo la respiración mitocondrial de las células de los hongos e interrumpiendo la biosíntesis de ergosterol, componente de las paredes celulares.

En el caso de los lotes bajo riego, las enfermedades favorecidas por una mayor humedad suelen presentar incidencias y severidades lo suficientemente importantes como para utilizar productos más complejos, con triple mezcla de principios activos.

Entre ellos se encuentran Miravis triple® y Orquesta® que incluyen carboxamidas, los cuales en algunos casos se aplicaron mitad de un lote con un fungicida y mitad con el otro para comparar su respuesta.

Por otra parte, en algunos lotes en particular se observaron síntomas asociados a la presencia de pulgón ruso *Diuraphis noxia* (Figura 18). Este áfido puede atacar durante todo el ciclo de cultivo del trigo, desde el macollaje hasta antes de la cosecha, aunque la etapa de mayor ataque se manifiesta desde inicio hasta plena espigazón (aproximadamente de principios a mediados de noviembre). La temperatura del aire y el estado de crecimiento de la planta de trigo influyen sobre el largo de su vida reproductiva total y en su fecundidad (número de ninfas por hembra), siendo favorecido en primaveras secas. A excepción de un lote en particular, donde eran muy evidentes los daños producidos por el áfido no se decidió aplicar Transform®, un insecticida sistémico y translaminar cuyo principio activo es sulfoxaflor que presenta un efecto neurotóxico en el pulgón, debido a que los niveles de incidencia y severidad observados fueron bajos.



**Figura 18.** Síntomas provocados por la presencia de pulgón ruso (*Diuraphis noxia*)

## Estimación de rendimiento

Además del monitoreo habitual, también realicé estimaciones de rendimientos de cada lote. El objetivo era tener una aproximación de los rendimientos en granos, además de analizar el estado fenológico para saber por cual lotes comenzar la tarea de cosecha, de esta manera poder realizar negocios de ventas anticipadas con mayor precisión o de previsión para los acopios. El rendimiento de trigo se compone de la siguiente forma:

$$RENDIMIENTO = \frac{\text{plantas}}{m^2} \times \frac{\text{espigas}}{\text{planta}} \times \frac{\text{espiguillas}}{\text{espiga}} \times \frac{\text{grano}}{\text{espiguilla}} \times P1000$$

El procedimiento fue el siguiente:

- En primer lugar, observaba el lote y, si los había, diferenciaba por ambientes. En ese caso, se estimaban rindes por ambiente y el porcentaje que representaban en el total por lote.
- Luego conté el número de espigas por metro lineal, tomando, según la dimensión y la uniformidad del lote, unas 4 a 7 mediciones para calcular un valor promedio (Figura 19). Con este dato y la distancia entre surcos (0,21 m), determiné el número de espigas por m<sup>2</sup>.
- Para cuantificar la cantidad de granos por espiga, tomé de 6 a 10 espigas, y conté la cantidad de espiguillas por espigas y de granos por espiguillas en promedio en cada caso.



**Figura 19.** *Conteo de espigas (foto izquierda). Comparación del desarrollo de una espiga de trigo bajo riego a la izquierda y en condiciones de secano a la derecha (foto derecha).*

- El peso de 1000 granos se estableció en 34 gramos para los lotes de secano y en 36 a 38 gramos para los de riego, en función de los pesos promedios históricos que se han obtenido en el establecimiento.
- Por último, el “coeficiente de error” que se utilizó en este modelo de estimación fue de 0,7, este valor es el que utilizan en la empresa y se ajusta bastante bien a los resultados finales. El mismo sirve para corregir entre lo estimado y lo realmente cosechado, contemplado el desgrane natural, las pérdidas de cosecha, almacenamiento o errores de estimación.

Un dato interesante que surgió del conteo de espigas por metro cuadrado, fue la diferencia entre las variedades en riego versus en secano, que permite explicar la importancia del agua en el cultivo y como impactará luego en el rendimiento final (Tabla 7). Además, entre las variedades no se observaron grandes diferencias en el número de espigas m<sup>-2</sup> (Figura 19).

**Tabla 7: Número de plantas de trigo pan y trigo candeal contadas en distintas fechas (julio y noviembre). El número de macollos reproductivos por planta surge de dividir las plantas contadas por las contadas en el mes julio.**

<b>VARIEDAD</b>	<b>CONDICION</b>	<b>PLANTAS * M<sup>2</sup> (JULIO)</b>	<b>PLANTAS * M<sup>2</sup> (NOVIEMBRE)</b>	<b>MACOLLOS REPRODUCTIVOS POR PLANTA</b>
Basilio	Secano	255	395	1.5
Basilio	Secano	238	351	1.5
Basilio	Secano	226	406	1.8
Basilio	Secano	220	340	1.5
B802	Riego	265	778	2.9
B802	Riego	317	848	2.7
B802	Riego	262	681	2.6
B802	Riego	298	839	2.8
B802	Riego	301	833	2.8
B802	Riego	302	746	2.5
B802	Riego	300	740	2.5

B620	Secano	272	304	1.1
B620	Secano	238	388	1.6
B620	Secano	247	354	1.4
B620	Secano	269	384	1.4
B620	Secano	240	445	1.8
B620	Secano	225	440	2
B620	Secano	191	286	1.5
Cariló INTA	Riego	*	563	-
Cariló INTA	Secano	*	350	-
Cariló INTA	Secano	*	295	-

\*En el mes de julio no se pudieron contabilizar las plantas de Cariló INTA porque para esa fecha aún no habían sido sembrados u estaban recién emergiendo.

### Quinta visita

En esta última visita participé de la cosecha y de la postcosecha, durante la semana del 14 de diciembre. Toda la labor de cosecha está a cargo de una empresa contratista (Figura 20), mientras que Francisco se encarga de coordinar las tareas a realizar. Ese año se decidió realizar acopio de los granos, en su mayoría en silo bolsas. Mis tareas consistieron en evaluar las pérdidas de cosecha, ir a los lotes a controlar que todo esté funcionando correctamente, coordinar y ayudar en el armado de los silos bolsas.



**Figura 20.** Cosechadora utilizada, con sistema de recolección Draper.

## Control de cosecha

La humedad de los granos de trigo al momento de madurez fisiológica oscila entre 36 y 41%. En este momento, el rendimiento del cultivo ya está definido. De aquí a humedad de cosecha (14-16%), el grano sólo pierde agua (Miralles et al., 2014). En los primeros días de la semana se realizaron recorridas sobre los cultivos para monitorear los niveles de humedad de los granos. En el caso de que el lote ya estuviera en condiciones de comenzar la cosecha, se llamaba al contratista y se hacía una prueba, cosechando una franja del lote. Se medía la humedad a los granos cosechados en ese momento con un humidímetro de campo (Figura 21), instrumentos que miden humedad del grano en su periferia. A pesar de su utilidad, las desventajas que tiene este instrumento es que pierden precisión con humedades de grano altas o muy bajas o con altas/bajas temperaturas, además de que requieren calibración para cada cultivo.



**Figura 21.** Humedímetro utilizado

Una vez que las condiciones permitieron que los cultivos lleguen a la ventana de cosecha, una de mis actividades fue controlar la humedad de los granos antes de la entrada de la cosechadora. En ciertas oportunidades subía a las máquinas para poder tener una idea más acertada de las condiciones en las que se encontraban los lotes y detectar la presencia de manchones verdes o de malezas.

## Postcosecha - confección de silos bolsas

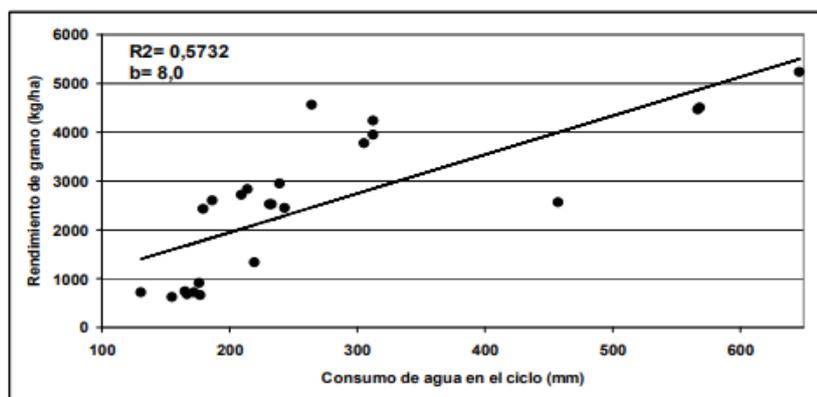
A la hora de la cosecha, la mayor parte de los cereales son embolsados en su respectivo lote (Fig. 22), hasta que la empresa necesite venderlo. Estas labores de post-cosecha se realizan con maquinaria propia de la empresa. El objetivo del embolsado es almacenar el grano para evitar los problemas de logística que suele implicar la gran demanda camiones en la época de cosecha.



**Figura 22.** Silo bolsa confeccionado durante la cosecha

## Resultados de la campaña

El rendimiento potencial del trigo, como el de cualquier cultivo, depende primariamente de la radiación y de la temperatura. En condiciones de secano, está limitado por el consumo de agua durante el ciclo cuando los aspectos de manejo han sido cubiertos adecuadamente (nutrición, sanidad, genética y siembra). En la figura 23 se presenta la respuesta del rendimiento de granos como función del consumo de agua durante todo el ciclo de desarrollo en condiciones variables de oferta hídrica.



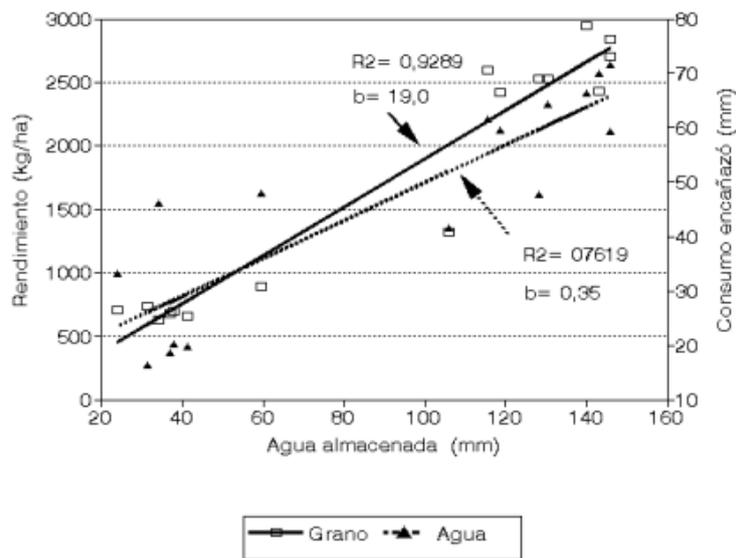
**Figura 23.** Rendimientos de trigo en función de los consumos de agua durante el ciclo total del cultivo entre 1996 y 2000 (INTA Rafaela, 2000)

Las precipitaciones totales durante el año 2020 fueron de 842 mm, unos 55 mm por encima de la media histórica (787 mm). Durante el periodo de crecimiento del trigo, junio a finales de diciembre, las precipitaciones llegaron a acumular un total de 333 mm, lo que denota una baja de 39 mm respecto del promedio histórico (372 mm) (Figura 24).



**Figura 24.** Precipitaciones históricas mensuales vs. precipitaciones mensuales del año 2020. Información brindada por la estación meteorológica del establecimiento.

Las importantes lluvias de los meses de abril y junio permitieron una buena acumulación de agua en el perfil previo a la siembra. Bajo condiciones de inviernos secos, que son frecuentes en la región, el agua consumida durante el período de encañazón se relaciona más con el agua útil almacenada en el perfil que con las lluvias que puedan ocurrir en ese periodo. En un experimento en el que se midió el agua a la siembra almacenada hasta 1 m de profundidad, se explica el 76% de las variaciones del consumo en encañazón y el 93% de las variaciones en los rendimientos (Figura 25). Los resultados muestran que por cada mm adicional almacenado en el perfil al momento de la siembra se incrementó el rendimiento en 19 kg de grano/ha (EEA INTA Rafaela, 2000).



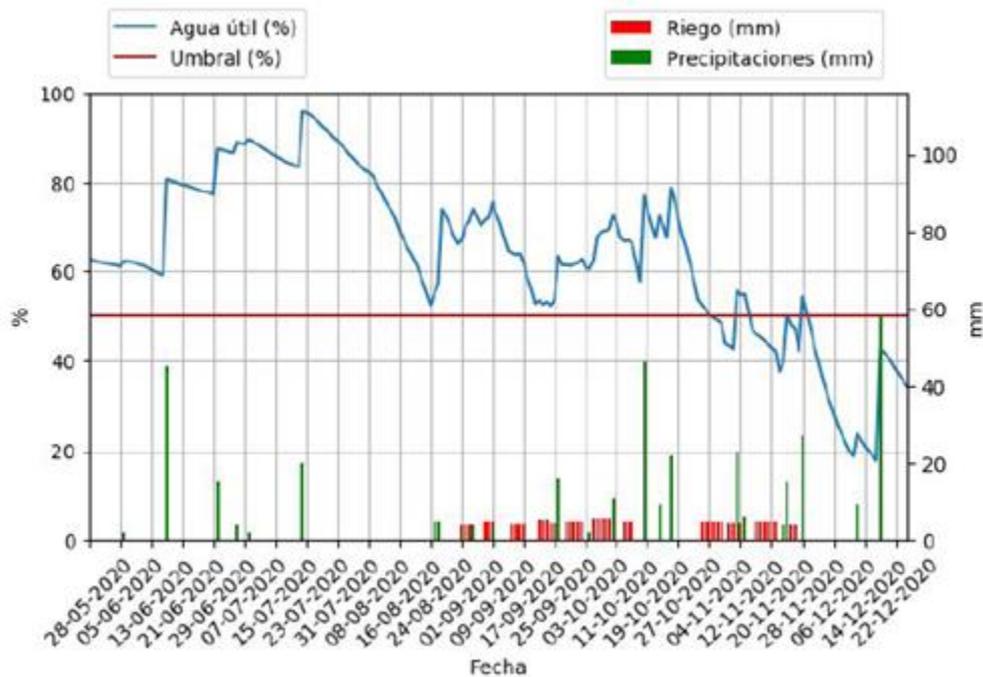
**Figura 25.** Relación entre el agua útil almacenada a siembra y el consumo en el período de encañazón y los rendimientos de grano de trigo. EEA Rafaela 1996-2000. Cada punto corresponde al promedio de tres observaciones.

Los meses de agosto, septiembre y noviembre sufrieron falta de agua. Este déficit coincidió con el momento crítico para la fijación del número de granos (principal componente del rendimiento), que ocurrió durante los 25 días previos a la fecha probable de antesis. En este momento los pivotes de riego permitieron compensar ese déficit y entrar al periodo crítico del cultivo en buenas condiciones de humedad.

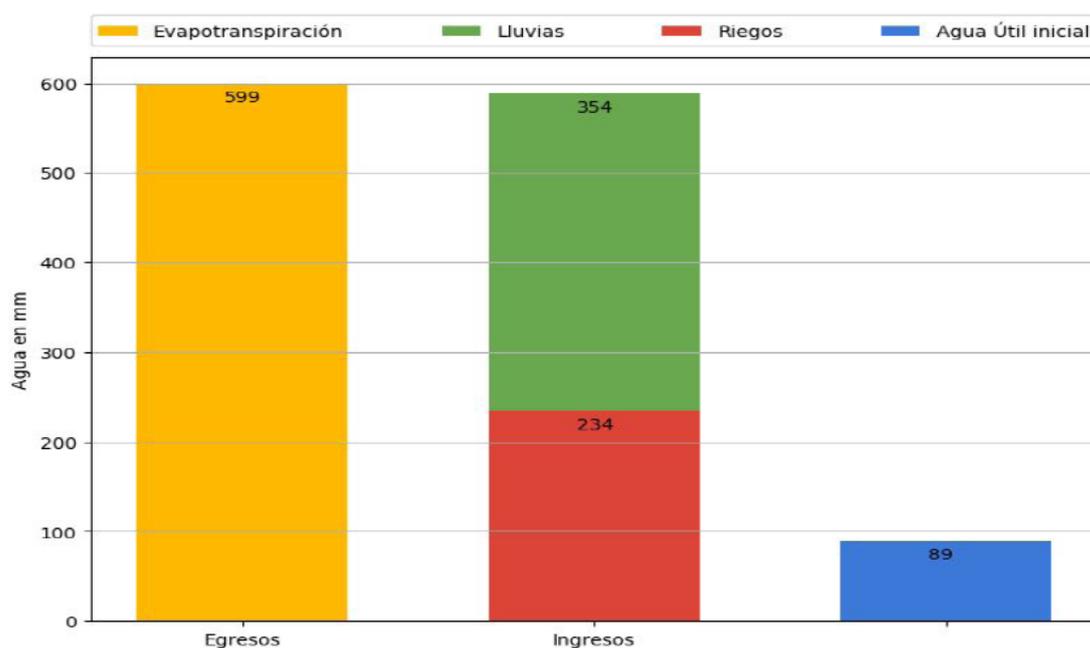
El sistema de telemetría que utiliza La Guía realiza informes una vez terminada la campaña en los cuales se muestran desde el balance hídrico hasta los coeficientes de los cultivos, en aquellos lotes que se encuentran bajo riego. Con esta tecnología la

empresa tiene la capacidad de analizar la campaña, compararla con años anteriores y ajustar las estrategias de manejo para los posteriores. El siguiente informe (Figuras 26 y 27) consta de la información de cuatro pivotes distribuidos en distintas partes del establecimiento, pudiendo así realizar un análisis global de como fue el comportamiento en las distintas zonas. Por ejemplo, debajo se observa el informe entregado de uno de los lotes (lote P12):

- Fecha inicio: 28/05/2020
- Fecha fin: 26/12/2020
- % Días sobre el umbral: 79.2%
- Rendimiento: 8230 kg\*ha<sup>-1</sup>
- EUA: 13.74 kg\*mm<sup>-1</sup>



**Figura 26.** Lote P12, variación del porcentaje de agua útil en el perfil de suelo comparado con el umbral aceptado, teniendo en cuenta los milímetros incorporados por lluvias o riego



**Figura 27.** Lote P12, resumen del total de egresos e ingresos de agua al perfil de suelo

En promedio, se aplicaron 199 mm de agua en los cuatro pivotes tomados como referencia, entre los meses de agosto y noviembre (Tabla 8). El año 2020 fue un año de buenas precipitaciones si lo comparamos con la media histórica, especialmente la primera mitad del año, aun así, durante el período de cultivo la utilización del sistema de riego permitió potenciar los rendimientos.

**Tabla 8.** Resumen de ingresos y egresos de agua en cuatro lotes monitoreados.

LOTE	EGRESOS (mm)		INGRESOS (mm)	
	EVAPOTRANSPIRACIÓN		LLUVIA	RIEGO
P12	599,0		354,0	234,0
P2	584,0		356,0	240,0
P15	412,0		322,0	152,0
SCP4	505,0		365,0	171,0
<b>PROMEDIO</b>	<b>525,0</b>		<b>349,3</b>	<b>199,3</b>
<b>DESVIO</b>	<b>85,9</b>		<b>18,8</b>	<b>44,3</b>

En cuanto a los factores bióticos que pueden afectar los rendimientos, se pudo evidenciar que la presencia de malezas es considerable en todo el establecimiento. El principal problema que viene teniendo La Guía hace algunos años es la abundancia de malezas de hoja fina, específicamente raigrás y cebadilla, las cuales se encuentran en la mayoría de los lotes. Año a año, la empresa viene ajustando el control de las mismas de la manera más eficiente posible, combinando herbicidas pre y post-emergentes selectivos para trigo, incluso realizando control mecánico previo a la siembra. El raigrás produce muchas semillas, muy longevas y de baja dormición, por lo que la emergencia se produce generalmente en forma concentrada teniendo dos picos importantes en el año. La importancia de su control radica en que genera competencia muy temprana en los cultivos de invierno, por eso la estrategia es siempre actuar temprano en los barbechos y temprano en el cultivo también. Durante esta campaña se observó que, en ciertos puntos de algunos lotes, el escape de esta maleza a los herbicidas había sido importante. Fue de gran ayuda realizar las recorridas y señalar esos puntos específicos en el sistema *FieldView*, de esta forma se pudo realizar el control específicamente en esos lugares ahorrando la aplicación a todo un lote.

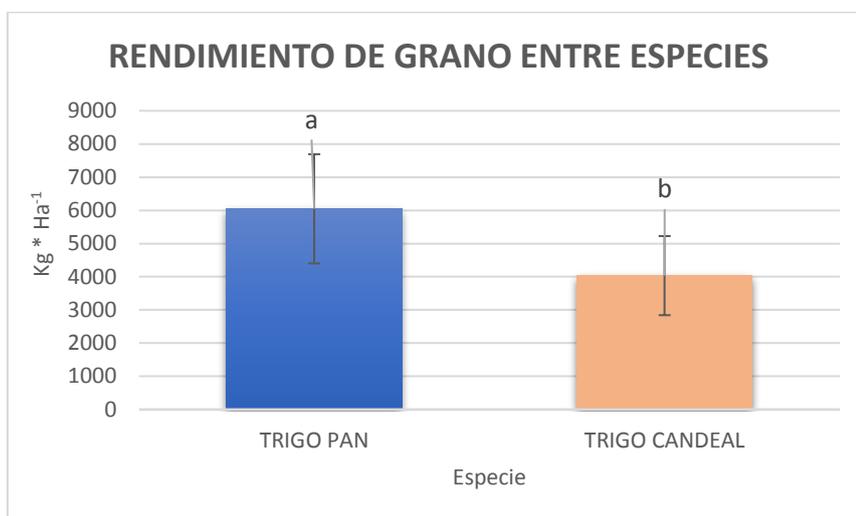
En cuanto a lo que es malezas de hoja ancha, se observó una mayor incidencia en los lotes de secano, donde el trigo tarda más en crecer y cerrar el surco por lo que la competencia por la luz es más elevada. De todas formas, al contar con el servicio de pulverización casi constante en el establecimiento, las mismas pudieron ser controladas utilizando los herbicidas adecuados para cada caso particular.

Los rendimientos de grano fueron elevados, al punto de alcanzar récords históricos en algunos lotes de trigo pan (Tabla 9). En el caso del trigo candeal, a pesar de haber demorado la fecha de siembra y problemas de elevada humedad en el momento de la implantación en algún lote, se lograron rendimientos muy aceptables.

**Tabla 9. Rendimiento en granos de ambas especies y condiciones de riego al trigo en la campaña 2020-2021**

PLANTEO	ESPECIE	RENDIMIENTO (kg*ha <sup>-1</sup> )	DESVÍO
SECANO	TRIGO PAN	4886,1	918,4
SECANO	TRIGO FIDEO	3207,4	269,6
RIEGO	TRIGO PAN	7442,2	728,2
RIEGO	TRIGO FIDEO	4008,5	1205,6

Comparando ambas especies (incluidos lotes bajo riego y seco), el trigo pan tuvo significativamente mayor rendimiento que el trigo candeal (Figura 28). Sin embargo, es válido aclarar que la superficie destinada a cada especie no fue equivalente, 1090 ha para trigo pan y 295 para trigo candeal, y además, este último se sembró más tarde. Por lo tanto, estos resultados deberían ser interpretados en forma cuidadosa.



**Figura 28.** Rendimiento promedio de granos entre lotes de trigo pan y trigo candeal. Datos analizados mediante ANOVA ( $F=6,11$ ;  $p<0,021$ ). Barras con la misma letra indican que no presentan diferencias significativas según el test de LSD Fisher.

Como se mencionó anteriormente, la utilización de riego permite incrementar los rendimientos de los cultivos en zonas donde el agua es limitante, especialmente en los períodos críticos de los mismos. En esta experiencia se pudo evidenciar este efecto, más allá de que los rendimientos en los lotes de seco fueron muy elevados (promedio de  $4880 \text{ kg ha}^{-1}$ ), aquellos regados por pivot presentaron significativamente mayor rendimiento (Tabla 10).

**Tabla 10.** Comparación de los rendimientos de grano de los diferentes planteos. Datos analizados mediante ANOVA ( $F=50,72$ ;  $p<0,0001$ ). Rendimientos con la misma letra indican que no presentan diferencias significativas según el test de LSD Fisher.

PLANTEO	RENDIMIENTO ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )	DESvíO
RIEGO	7442,2 a	728,2
SECANO	4886,1 b	918,5

Comparando entre variedades (Tabla 11), Baguette 802 fue la que obtuvo mayor rendimiento (8398 kg ha<sup>-1</sup>), aunque solo se utilizó bajo riego. Por otro lado, el cultivar Sauce, fue sembrado en un solo lote, como parte de un ensayo y contrato con la semillera, y su rendimiento fue de 6462 kg ha<sup>-1</sup>. Al comparar los dos cultivares que se sembraron en seco, Basilio y Baguette 620, este último rindió unos 1200 kg ha<sup>-1</sup> más en promedio al primero. Esto podría explicarse por su mejor comportamiento sanitario, frente a royas y mancha amarilla. Además, el Baguette 620 alcanzó los 6287 kg ha<sup>-1</sup>, en uno de los lotes, siendo récord para el cultivo de trigo en seco en la historia de la empresa.

**Tabla 11. Rendimientos promedios de grano de trigo por variedad y manejo hídrico.**

ESPECIE	CONDICION	VARIEDAD	RENDIMIENTO (kg*ha <sup>-1</sup> )	DESVIO
TRIGO PAN	SECANO	BASILIO	4090,2	329
TRIGO PAN	SECANO	B620	5284	858,1
TRIGO PAN	RIEGO	SAUCE	6462,7	---
TRIGO PAN	RIEGO	B802	7681,6	595
TRIGO FIDEO	RIEGO	CARILO	4008,46	---
TRIGO FIDEO	SECANO	CARILO	3207,41	269,6

Estos resultados confirman la importancia de la disponibilidad de recursos, en este caso el agua, para el desarrollo del cultivo. Observando los datos se evidencia la diferencia entre el macollaje de las variedades regadas y las no regadas, promediando para las primeras casi tres macollos reproductivos por planta contra 1,5 cuando el cultivo estuvo en seco. Los macollos constituyen uno de los componentes numéricos más relevantes del rendimiento, ya que de ellos depende el número de espigas\*m<sup>-2</sup>. Además, cuanto mayor sea el número de macollos mayor será el área foliar alcanzada permitiendo interceptar una alta proporción de la radiación incidente en forma temprana en el ciclo. De esta forma se incrementa la radiación interceptada acumulada y el rendimiento. Es decir que la cantidad de macollos aparecidos por planta y que alcanzan el estado de macollo fértil (espiga) a madurez será mayor cuanto más prolongado sea el período de macollaje (es decir, fechas de siembra tempranas), y mayor la disponibilidad de recursos (Miralles et al., 2014).

## CONSIDERACIONES FINALES

Esta experiencia profesional me permitió visualizar y aprender las competencias que debe tener un ingeniero agrónomo, especialmente en este tipo de empresas. La posibilidad de participar en las actividades diarias de la producción y el intercambio de ideas, me ayudó a comprender que en el sistema productivo hay múltiples factores que intervienen en el resultado final de la producción. Factores sociales, culturales, climáticos y económicos que van más allá de los agentes técnicos y teóricos y son los que, en ocasiones, limitan el manejo ideal de una producción.

Desde el punto de vista técnico, me permitió aplicar en una situación real de trabajo, mis conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera y aprender más acerca de la agricultura de precisión como herramienta tecnológica para mejorar el manejo, que no siempre es sinónimo de obtener un mayor rinde. Se trata de una agricultura más amigable con el ambiente, más trazada, más gestionada desde el punto de vista de los datos y de la toma de decisiones agronómicas en función de la ayuda de herramientas de geo posicionamiento. Puede reportar grandes beneficios a la hora de reducir costos y optimizar las aplicaciones, lo que a su vez favorece la obtención de márgenes para seguir invirtiendo en otras tecnologías que permitan mejorar las buenas prácticas en el campo.

También, pude desarrollar, habilidades sociales, tan necesarias para llevar a cabo las numerosas vinculaciones que el ingeniero tiene durante su día a día. Sin duda, las situaciones reales de trabajo contribuyeron significativamente al fortalecimiento de las competencias profesionales.

Finalmente, quiero destacar, la oportunidad que se me brindó para poner en práctica habilidades de evaluación de circunstancias, análisis y toma de decisiones, pudiendo llevar a la práctica todos los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera.

## BIBLIOGRAFÍA

Ing. Agr. (MSc) Adriana García Lamothe. 2017. Revista INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). Densidad de siembra en trigo. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6995/1/revista-INIA-49.p.17-22.pdf>.  
Último acceso: (12/10/2022).

AFIP (Administrador Federal de Ingresos Públicos). 2022. Carta de Porte Electrónica. Disponible en: <https://www.afip.gob.ar/actividadesAgropecuarias/sector-agro/carta-porte-electronica/que-es.asp>. Último acceso: (12/10/2022).

BAYER CROP SCIENCE ESPAÑA. 2022. Información de herbicidas, Hussar® Plus. Disponible en: <https://www.cropscience.bayer.es/Productos/Herbicidas/Hussar-Plus>.  
Último acceso: (12/10/2022).

Cátedra de Producción Vegetal Extensiva. 2018. "Moodle de la asignatura", Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Disponible en: [https://moodle-h01.uns.edu.ar/moodle\\_2018/pluginfile.php/170036/mod\\_resource/content/6/Grans%20a%20la%20bolsa.pdf](https://moodle-h01.uns.edu.ar/moodle_2018/pluginfile.php/170036/mod_resource/content/6/Grans%20a%20la%20bolsa.pdf)

CENSO 2019. Principales provincias productoras de cereales. Fuente BRC. Disponible en: <https://surdelosur.com/es/agricultura-argentina/>. Último acceso: (12/10/2022).

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2015. Disponible en: <https://www.fao.org/argentina/noticias/detail-events/zh/c/271225/>.  
Último acceso: (12/10/2022).

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. Trigo regado. Disponible en: <https://www.fao.org/3/x8234s/x8234s05.htm>. Último acceso: (12/10/2022).

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2014. Información de variedades: Bonaerense INTA Cariló. Disponible en: <https://inta.gob.ar/variedades/bonaerense-inta-carilo>. Último acceso: (12/10/2022).

López C. 2012. Área pampeana: subregiones y usos predominantes del suelo. Disponible en: <http://tierraadentrogeoblogspot.com.ar/search?q=buenos+aires>. Último acceso: (12/10/2022).

MAA (Ministerio de Asuntos Agrarios). 2010. Fundamentos del Plan de Desarrollo del Sudoeste, Ley 13.647 de creación del Sudoeste Bonaerense, Buenos Aires: Ministerio de Asuntos Agrarios. Disponible en: [http://www.maa.gba.gov.ar/2010/dir\\_econo\\_rural/plan\\_des\\_sudoeste.php](http://www.maa.gba.gov.ar/2010/dir_econo_rural/plan_des_sudoeste.php). Último acceso: (12/10/2022).

Marini M. 2019. Determinación superficie regada por pivote centrales en coronel Suarez. Disponible en: <https://ruralnet.com.ar/2019/04/27/riego-con-pivot-central-en-el-partido-de-coronel-suarez-determinacion-de-superficie-regada-empleando-imagenes-satelitales-landsat-8-oli-campana-2018-2019/>. Último acceso: (12/10/2022).

Miralles DJ, González FG, Abeledo LG, Serrago RA, Alzueta I, García GA, de San Caledonio RP, Lo Valvo P. 2014. Manual de trigo y cebada para el Cono Sur: procesos fisiológicos y bases de manejo. 1ª ed. Buenos Aires, Orientación Gráfica Editora. Disponible en: [http://www.metrice.udl.cat/es/misc/MANUAL\\_DE\\_TRIGO\\_Y\\_CEBADA\\_PARA\\_EL\\_CONO\\_SUR.pdf](http://www.metrice.udl.cat/es/misc/MANUAL_DE_TRIGO_Y_CEBADA_PARA_EL_CONO_SUR.pdf). Último acceso: (12/10/2022).

Municipalidad de Coronel Suarez. s/f. Superficie total, actividades productivas principales. Disponible en <https://www.coronelsuarez.gob.ar/estadisticas/>. Último acceso: (12/10/2022).

Ney B, Bancal MO, Bancal P, Bingham IJ, Foulkes J, Gouache D, Paveley N, Smith J. 2013. Crop architecture and crop tolerance to fungal diseases and insect herbivory. Mechanisms to limit crop losses. *European Journal of Plant Pathology*, 135: 561-580.

SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos). 1996. Zonificación Agroeconómica y Sistemas Productivos Predominantes. Sub Proyecto Riesgo y Seguros Agropecuarios PROSAP ARG 96/006, Documento II. 58p. Disponible en: <http://www.ora.gov.ar/archivos/zonificacion%20y%20sistemas%20productivos.pdf>. Último acceso: (12/10/2022).

Villar J. 2019. Estimación de rendimientos de trigo a partir del agua almacenada en el centro de Santa fe. Disponible en: [http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/113/misc113\\_023.pdf](http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/113/misc113_023.pdf). Último acceso: (12/10/2022).