

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

Candela Macchi

Tutor
Dr. Alejandro Presotto

Consejeros
Dr. Claudio Ezequiel Pandolfo
Dr. Boris Vercellino

Consultor externo
Ing. Agr. Francisco Lodos



Universidad Nacional del Sur
Departamento de Agronomía
2023

Agradecimientos

A mis padres, Alejandra y Javier, por darme la posibilidad de estudiar y apoyarme incondicionalmente en todo momento, por su compañía, ayuda y amor.

A mis mejores amigas y compañeras de estudio durante estos 6 años, Carolina y Carmín, sin ustedes no hubiese llegado hasta acá, fueron el pilar más importante de mi carrera.

A mis abuelos, Isabel, Noemi, Oscar y Rudy, tengo la fortuna de tenerlos a los cuatro, alegrándose a lo largo de la carrera cada vez que aprobaba una nueva materia, acompañándome y dándome el amor más puro y genuino.

A mi grupo de amigos y amigas de siempre, tan incondicionales. Agradezco tanto tenerlos.

A mis amigos y amigas de la universidad, por hacer mi paso por ella más divertido, disfrutando cada momento. Me llevo un poco de cada uno en mi corazón.

A mi familia, y a mi familia de corazón también, por estar siempre ahí, apoyándome incondicionalmente en cada paso de mi vida.

A mi tutor Alejandro, y mis consejeros, Claudio y Boris, por compartir sus conocimientos y ayudarme en la escritura de este trabajo final.

A Fran Lodos, no solo por permitirme tener esta experiencia increíble en el establecimiento, sino también por el acompañamiento, enseñanza y buena predisposición.

A la empresa La Guía, a todas las personas que trabajan en ella, Fran Rodríguez, Noe (y Juli), Marce, Franco, Joaco, Martin, Pablo y Kechu, y a Agustín, que hicieron de esta pasantía una experiencia hermosa y enriquecedora, en lo laboral y en lo personal también.

A la Universidad Nacional del Sur y, especialmente, a todas las personas que conforman el Departamento de Agronomía, por brindarme las herramientas necesarias para formarme como futura profesional, tanto académica como socialmente.

Índice

Agradecimientos	1
Índice.....	2
Resumen.....	3
Introducción	4
Objetivo general	11
Objetivos específicos	11
Metodología y experiencia adquirida.....	12
Área de trabajo	13
Rotación.....	14
Cultivos de invierno.....	14
Trigo pan y cebada cervecera 2022.....	14
Cultivos para semilla	25
Maíz semilla Bayer 2022/23	25
Conclusiones	34
Bibliografía	35
Anexo.....	36

Resumen

La actividad que se llevó a cabo para el trabajo de intensificación fue una pasantía, realizada en el establecimiento “La Guía S.A” ubicada entre los partidos de Coronel Suárez y General Lamadrid. Es una empresa netamente agrícola, que cuenta con 4500 ha, de las cuales 2651 ha (58,9%) se encuentran bajo riego por pivot central. Las prácticas comenzaron el 1 de noviembre de 2022 y se extendieron hasta el 28 de febrero de 2023.

Durante ese período se participó de diferentes tareas relacionadas con la actividad propia de un Ingeniero Agrónomo, tales como recorridas diarias para monitorear plagas, enfermedades y malezas en cultivos de invierno y verano, control de cosecha y post cosecha de trigo y cebada, control de labores de siembra de maíz, soja y girasol, realización de prescripciones de fertilización, monitoreo de pivots de riego, control de pulverizaciones y manejo de plataformas digitales como *Fieldview* y *Acronex*. Todas estas actividades fueron realizadas bajo la supervisión del Ing. Agr. Francisco Lodos.

Esta oportunidad contribuyó a mi desarrollo como futura profesional, no sólo para aplicar los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera sino también para desenvolverme en el ámbito laboral, formando parte de la toma de decisiones, analizando resultados y trabajando en equipo.

Introducción

La agricultura en Argentina constituye una de las principales actividades económicas, no sólo satisfaciendo las necesidades internas del país, sino también generando excedentes destinados a la exportación. Con una extensión continental de alrededor de 2,8 millones de km², Argentina cuenta con 37,5 millones de ha dedicadas a cultivos agrícolas (Tabla 1), destacándose principalmente los cereales y oleaginosas como la soja, trigo, maíz, girasol, sorgo y cebada (Censo Nacional Agropecuario, 2018).

Tabla 1. Superficie en ha y participación en porcentaje por tipo de cultivo, adaptado de último Censo Nacional Agropecuario, 2018.

Tipo de cultivo	Superficie (ha)	Participación (%)
Oleaginosas	14391625	38,47
Cereales	11387352	30,44
Forrajes	7938960	21,22
Bosques y montes implantados	1230246	3,29
Cultivos industriales	893697	2,39
Frutales	514701	1,38
Legumbres	363441	0,97
Hortalizas	134993	0,36
Aromáticas, medicinales y condimentarias	7068	0,02
Viveros	2372	0,01
Flores de corte	815	0,002
Sin discriminar	546724	1,46
Total implantado	37411993	100

En cuanto a la producción de granos específicamente, ocupa un lugar destacado en la economía y la agricultura del país, desempeñando un papel fundamental tanto a nivel nacional como en los mercados internacionales. Los tres principales cereales que se producen en el país son trigo, maíz y soja (Tabla 2). Además, en la campaña 2022/23, se sembraron 1,8 millones de ha de cebada que produjeron 4,6 millones de tn, y 2,5 millones de ha de girasol con una producción de 5 millones de tn. Con una rica tradición agrícola que se remonta a siglos atrás, Argentina se ha convertido en uno de los principales productores y exportadores mundiales de una variedad de granos, contribuyendo significativamente a la seguridad alimentaria global y generando importantes ingresos para su economía (Censo Nacional Agropecuario, 2018).

Tabla 2. Producción de los 3 principales cereales: trigo, maíz y soja 2022/2023 comparada con 2021/2022. Adaptado de mercado de granos Bolsa de Comercio de Rosario, 2022.

Estimaciones de producción 2023			
Trigo	Area sembrada (millones ha)	Rinde (qq/ha)	Producción (millones tn)
2022/2023	5,90	23,30	11,50
2021/2022	6,90	35,00	23,00
Maíz			
2022/2023	7,90	53,60	32,00
2021/2022	8,64	68,80	51,00
Soja			
2022/2023	16,00	17,50	21,50
2021/2022	16,10	27,70	42,20

Esta ha experimentado un crecimiento sostenido a lo largo de los años, gracias a la adopción de prácticas agrícolas avanzadas, la inversión en tecnología y la investigación en mejora genética de cultivos. Sin embargo, este sector también enfrenta desafíos, como variaciones climáticas, fluctuaciones en los precios internacionales de los productos básicos y cuestiones ambientales relacionadas con el uso de agroquímicos y la deforestación (Censo Nacional Agropecuario, 2018).

La adopción de tecnologías modernas, como el uso de maquinaria agrícola de última generación y la implementación de prácticas de manejo sustentable, ha permitido aumentar la productividad y eficiencia en el sector (Barrionuevo *et al*, 2016).

La agricultura en Argentina presenta una distribución destacada en diferentes provincias, cada una especializada en ciertos cultivos. Las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe emergen como potencias en la producción de oleaginosas y cereales, dominando un 75,84% de la superficie dedicada a oleaginosas y un notable 72,7% del área cultivada con cereales (Figura 1). Esta distribución especializada subraya la diversidad agrícola del país y la importancia de estas regiones en la producción agrícola a nivel nacional (Censo Nacional Agropecuario, 2018).

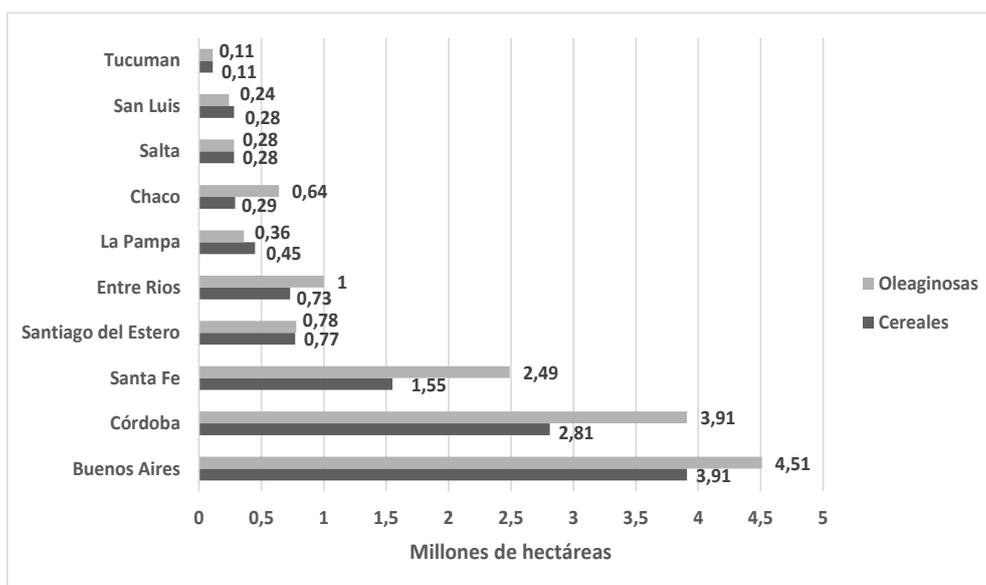


Figura 1. Área sembrada con cereales y oleaginosas en las 10 principales provincias productoras. Adaptado de Bolsa de Comercio de Rosario, 2019.

La provincia de Buenos Aires es una de las regiones agropecuarias más importantes de Argentina y cuenta con una extensa superficie agrícola. Según datos del Censo Nacional Agropecuario 2018, la superficie total de establecimientos agropecuarios en la provincia era de alrededor de 26,4 millones de hectáreas. Los cultivos más importantes en la provincia incluyen maíz, soja, trigo y cebada. En la campaña 2022/23, la provincia de Buenos Aires produjo alrededor de 11,9 millones de t de maíz, 8,5 millones de t de soja, 6,1 millones de t de trigo y 4,2 millones de t de cebada, según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina.

Coronel Suárez es un partido ubicado en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, y su economía está fuertemente influenciada por la actividad agropecuaria. Es conocido por su producción agrícola diversificada. Alrededor del 80% de su superficie está destinada a la producción agropecuaria, siendo mayoritariamente agrícola (58%) (Marini M, 2019).

Los cultivos de invierno predominantes en la región de Coronel Suárez son trigo y cebada con 116000 ha y 71.000 ha, respectivamente. En cuanto a los cultivos estivales, el principal es soja con 100.000 ha sembradas, seguida por maíz con 45.000 ha, y girasol con 43.000 ha (MAGyP, 2023).

Al igual que en otras áreas agrícolas, como se mencionó anteriormente, se ha observado una creciente adopción de tecnología agrícola, especialmente la instalación de pivots de riego en los establecimientos agrícolas (Figura 2). Además, se han incorporado prácticas de agricultura de precisión y maquinaria moderna para mejorar la productividad y la sostenibilidad (Marini M, 2019).

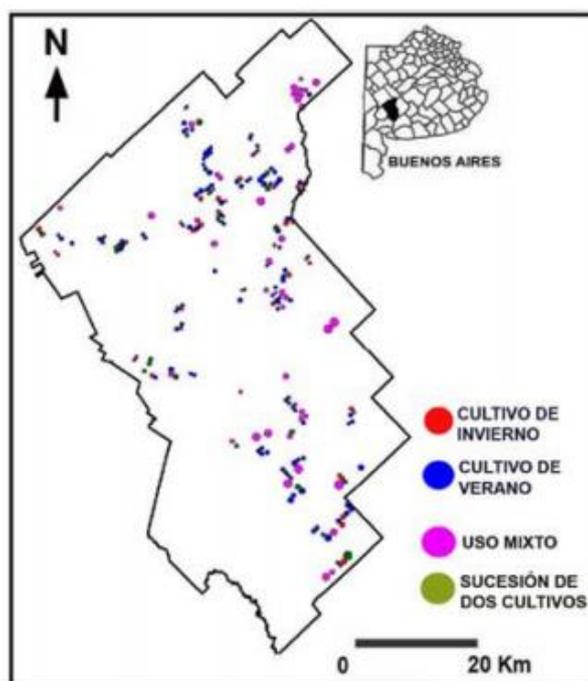


Figura 2. Distribución de lotes con riego de pivot central en el partido de Coronel Suárez, campaña 2018/19. Disponible en ruralnet.com.ar

Según la clasificación climática de Thornthwaite, la zona posee un clima subhúmedo, meso termal, las precipitaciones medias anuales son de 650-750 mm y la temperatura media anual es de 13,7°C (Burgos y Vidal, 1951).

El uso de tecnología en el sector agrícola, ha experimentado una revolución significativa en las últimas décadas, transformando la manera en que se produce, gestiona y comercializan los cultivos. Argentina, con su destacada producción de granos y su enfoque en

la agricultura, ha sido testigo de avances tecnológicos que han revolucionado la eficiencia y la sostenibilidad de su industria agrícola.

El sector agrícola ha adoptado diversas tecnologías para mejorar la producción y la eficiencia en las actividades agropecuarias. Según un relevamiento realizado por el proyecto Agricultura de Precisión del INTA, el 92% de los consultados utiliza aplicaciones y plataformas en alguna etapa de la producción. Estas herramientas permiten cargar datos, transformarlos en información y analizarlos al instante, facilitando la respuesta a diferentes problemáticas o decisiones que deba tomar el técnico o productor-asesor. Se utilizan en conjunto con sistemas de posicionamiento global (GPS), sensores y datos geoespaciales, que permite también utilizar maquinaria avanzada. También se utilizan drones y satélites para monitorear los campos, proporcionando información sobre el estado del cultivo, la salud de las plantas y posibles áreas problemáticas (AgroActiva, 2022).

Además de la utilización de aplicaciones y plataformas, otras tecnologías como el fitomejoramiento también se utiliza para mejorar la calidad de las semillas y aumentar la resistencia de las plantas a enfermedades y plagas. Esto ha llevado al desarrollo de cultivos genéticamente modificados (GM) en Argentina, como soja resistente a herbicidas y maíz Bt, que incorpora protección contra *Diatraea saccharalis*. Estos cultivos mejorados genéticamente pueden aumentar la resistencia a condiciones adversas y mejorar el rendimiento.

En general, el uso de la tecnología en el sector agrícola en Argentina ha alcanzado al 90% de las actividades. Esto ha permitido mejorar la eficiencia y la productividad en el campo, reducir la brecha tecnológica y aportar a la sostenibilidad en las producciones con un uso más racional de los recursos (AgroActiva, 2022).

El uso de tecnología en el agro argentino no solo ha aumentado la productividad y la eficiencia, sino que también ha contribuido a la sostenibilidad y la conservación de recursos. Sin embargo, también plantea desafíos, como la necesidad de capacitación tecnológica tanto para los asesores como para los productores, la inversión en infraestructura digital en áreas rurales y la consideración de cuestiones éticas y ambientales en relación con la biotecnología y la gestión de datos. En general, la incorporación de tecnología en el agro argentino continúa siendo una herramienta crucial para enfrentar los desafíos de la seguridad alimentaria y la producción sostenible en el siglo XXI (AgroActiva, 2022).

Establecimiento La Guía S.A

La empresa “La Guía S.A”, ubicada entre los partidos de Coronel Suárez y General Lamadrid (Figura 3), es netamente agrícola y se encuentra en constante crecimiento, adaptándose a los nuevos escenarios productivos y los avances de la tecnología.



Figura 3. Ubicación geográfica del establecimiento. Disponible en Google Earth.

Actualmente produce 4500 ha (propias y arrendadas), en las cuales hay 29 equipos de riego por pivot central que cubren 2651 has (Figura 4), estos equipos cuentan con telemetría por wifi y satelital. Además de los lotes que se observan en la figura 4, hay 500 ha que se encuentran distantes del establecimiento.

Dentro de estas, 100 ha están en la localidad de Huanguelén en un campo llamado "Ombú", donde se ha instalado un pivot de riego. Adicionalmente, 400 ha se ubican cerca de Coronel Suárez en un campo conocido como "Bella Elena", y todas estas se encuentran en secano. También cuenta con siembra directa variable con *Precision Planting*, *Field View*, pulverización con *Weedseeker* monitoreadas por la plataforma *Acronex*, utilización de cultivos de cobertura, fertilización variable por índice verde y un software sobre disponibilidad hídrica en el suelo llamado *Kilimo* (La Guía, 2022).

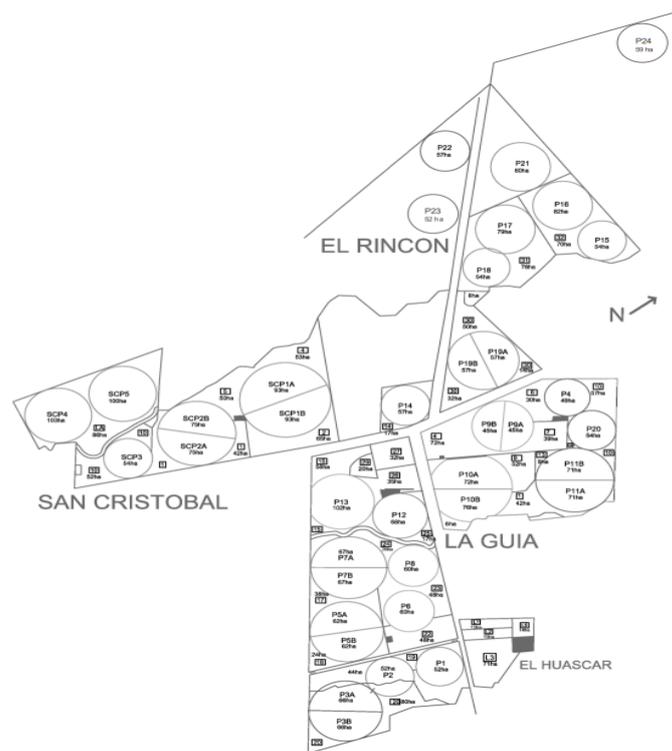


Figura 4. Plano del establecimiento. Fuente: propia

La especialización de la empresa desde el año 2008, es la producción y multiplicación de semillas de maíz bajo riego, siendo La Guía el cultivador más grande de Bayer del país actualmente, con 1326 hectáreas sembradas en 2022.

Otras actividades que se desarrollan en la empresa son producción y multiplicación de semillas híbridas de otros cultivos (girasol, sorgo y colza), de especies autógamias (trigo, cebada y soja) y de especies forrajeras para la empresa El Cencerro (raigrás, pasto ovido y trébol). Además, la superficie restante sistematizada con equipos de riego y las áreas en seco, son utilizadas para la siembra de cultivos comerciales tradicionales (trigo pan, trigo candeal, cebada, girasol, soja y maíz). En las últimas dos campañas se sumó el cultivo de papa.

El campo también cuenta con 23 silos con una capacidad total de 3740 t, galpones, balanza, oficina y 8 viviendas para el personal, más un complejo habitacional para 200 personas que es utilizado por el semillero. Además, cuenta con maquinaria propia como tractores, rastras y sembradoras de grano fino y grueso. La pulverización y la cosecha son contratadas, siendo la primera un servicio casi permanente en el que el equipo está la mayor parte del año en el establecimiento.



Figura 5. Imágenes tomadas de diferentes entradas del establecimiento. Fuente: propia.

Objetivo general

Validar y complementar la formación teórico-práctica adquirida durante el cursado de la carrera de Ingeniería Agronómica en el Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur, en el marco de las actividades productivas que se desarrollan en La Guía S.A.

Objetivos específicos

Participar de actividades agrícolas realizadas en el establecimiento.

Aprender conceptos, terminologías y manejo, tanto de agricultura de precisión como de riego por pivot central.

Adquirir criterios de observación y juicio.

Fortalecer los conceptos teóricos aprendidos en situaciones reales de trabajo.

Relacionarse con profesionales, personal de campo y otros actores, aprender de ellos, conocer sus inquietudes y modalidades de trabajo.

Metodología y experiencia adquirida

Durante mi formación profesional, trabajé junto al Ingeniero Agrónomo a cargo del establecimiento, Francisco Lodos, quien es responsable de la planificación, ejecución y supervisión del plan agrícola del establecimiento, así como de los empleados. Mi trabajo como pasante consistió en el seguimiento de los cultivos: girasol (comercial y semilla), maíz (comercial y semilla), soja (de primera y de segunda), trigo y cebada. Se recopiló información de los lotes y los trabajos realizados en el establecimiento, se analizaron los datos recolectados y se discutieron las acciones a ejecutar con el Ingeniero Agrónomo. La pasantía se llevó a cabo de octubre a marzo, asistiendo de lunes a viernes, por un total de 20 horas por semana. Durante la pasantía se realizaron las siguientes actividades:

- Control de la calidad de siembra (profundidad, humedad, densidad, etc.).
- Monitoreo de cultivos (estado fenológico, malezas, plagas y enfermedades).
- Monitoreo de pulverizaciones con tecnología *Weedseeker* a través de la plataforma *Acronex*.
- Control de cosecha, a campo y a través de la plataforma *Fieldview*.
- Elaboración de mapas de fertilización variable, también a través de *Fieldview*.
- Monitoreo de equipos de riego, a campo y a través de la plataforma *FieldNET*.

Área de trabajo

En la campaña agrícola 2022/23, se realizó la siembra de 2302 ha en seco y 2708 ha bajo riego. En seco, se asignaron 653 ha para el cultivo de trigo, 196 ha para cebada, 109 ha para maíz comercial, 677 ha para girasol comercial, 401 ha para soja de segunda, 246 ha para maíz de segunda y 20 ha para agropiro (Figura 6).

Adicionalmente, dentro del segundo grupo, se destinaron 1232 ha para maíz semilla, 132 ha para girasol semilla, 170 ha para soja, 234 ha para raigrás, 104 ha para papa, 147 ha para trébol y 689 ha para trigo (Figura 6).

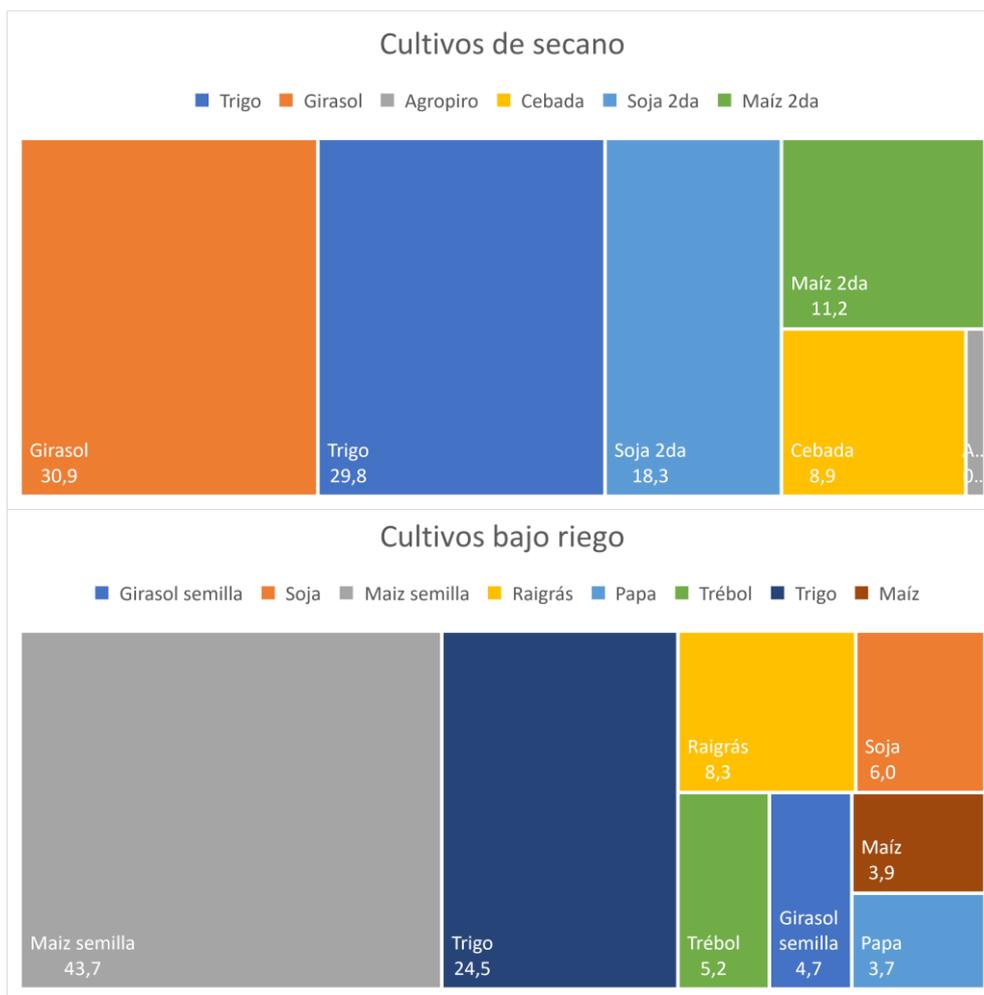


Figura 6. Porcentaje de ocupación de cultivos de seco (arriba) y bajo riego (abajo). Fuente: propia.

Tal como se muestra en la Figura 6, el cultivo de girasol ha adquirido gran importancia en esta campaña, principalmente debido a la situación de conflicto entre Ucrania y Rusia, dos destacados productores a nivel global, lo cual llevó a un aumento en el precio de este (Bolsa de Comercio de Rosario, 2023). Asimismo, se asignó aproximadamente el 44% de la superficie bajo riego para la siembra de maíz semilla, que es la principal prioridad de la empresa.

Rotación

El manejo de la explotación se fundamenta en un esquema de rotación de cultivos, el cual implica alternar distintos tipos de cultivos en ciclos consecutivos. La elección de la secuencia de cultivos varía dependiendo de si se trata de lotes de secano o lotes con riego mediante pivot, y dentro de estos últimos, si el pivot es fijo o móvil (Tabla 3). Asimismo, las secuencias de cultivos están condicionadas por los contratos de semilla o acuerdos especializados que pueda concretar la empresa.

Tabla 3. Rotaciones de los lotes de secano y bajo riego con pivot fijo o móvil de la empresa. Fuente: propia.

Lotes de secano			
Trigo/Cebada	Girasol	Trigo/Cebada	Soja
Lotes bajo riego con pivot móvil			
Trigo		Maíz semilla	
Lotes bajo riego con pivot fijo			
Raígras o trébol semilla/trigo	Maíz semilla	Trigo/Cebada/Soja	Maíz semilla

Cultivos de invierno

Trigo pan y cebada cervecera 2022

Al iniciar la pasantía el 31 de octubre, los cultivos de trigo y cebada estaban en una etapa avanzada del ciclo, específicamente entre la fase de espigazón y anthesis (clasificados como Z 5.0-6.9 según la escala de Zadoks). Así, mi labor se centró en actividades que abarcaron desde esta fase fenológica hasta el proceso de comercialización.

En cuanto al trigo pan, se sembraron tres variedades: Baguette 620, Baguette 802 y Baguette 820, y se asignaron 16 lotes de secano y 10 lotes bajo riego (Tabla 4). Las especificaciones de las distintas variedades son (Nidera Semillas, 2023):

- Baguette 620: ciclo intermedio con bajos requerimientos de frío y alta tolerancia a enfermedades. Es grupo de calidad 2 y tiene capacidad de macollaje media.
- Baguette 802: ciclo largo con altos requerimientos de frío, tiene un comportamiento intermedio a roya naranja (*Puccinia triticina*) y mancha amarilla (*Drechslera tritici-repentis*), y es moderadamente susceptible a roya negra (*Puccinia graminis*). Es grupo de calidad 2 y tiene una alta capacidad de macollaje.
- Baguette 820: ciclo largo con altos requerimientos de frío y moderadamente susceptible a roya negra (*P. graminis*). Es grupo de calidad 3 y tiene una alta capacidad de macollaje.

Tabla 4. Lotes de trigo sembrados en secano y bajo riego. Fuente: propia.

Lote	Variedad	ha	Antecesor	Fecha de siembra	Manejo
EH L1	B620	15	Girasol	12-jun	Secano
EH L3	B620	60	Girasol	13-jun	Secano
EH L4	B620	10	Soja	12-jun	Secano
EH L5	B620	14	Girasol	12-jun	Secano
ER L32	B620	72	Soja	7-jun	Secano
LG L18	B620	24	Girasol	-	Secano
LG L6	B620	12	Girasol	13-jun	Secano
LG L8	B620	18	Girasol	13-jun	Secano
SC L10	B620	52	Girasol	8-jun	Secano
SC LA	B620	86	Girasol confitero	10-jun	Secano
SC L2	B620	65	Girasol	27-may	Secano
SC L4	B802	53	Girasol	28-may	Secano
SC L5	B802	50	Girasol	29-may	Secano
BEL L1	B620	58	-	15-jun	Secano
BEL L2	B620	45	-	15-jun	Secano
BEL L6	B620	19	-	14-jun	Secano
LG P3B	B802	65	Maíz semilla	6-jun	Riego
LG P5B	B802-B820	62	Maíz semilla	3-jun	Riego
LG P7A	B820	65	Maíz semilla	4-jun	Riego
LG P10B	B802	76	Maíz semilla	31-may	Riego
LG P11A	B802	71	Maíz semilla	18-jun	Riego
SC P1A	B802	93	Maíz semilla	27-may	Riego
SC P2A	B802	75	Maíz semilla	25-may	Riego
SC P4B	B802	50	Maíz semilla	24-may	Riego
ER P15	B802	52	Maíz semilla	29-may	Riego
ER P17	B802	79	Maíz semilla	30-may	Riego

Se destinaron cuatro lotes de secano al cultivo de cebada cervecera, se optó por sembrar la variedad Scrabble. Esta variedad es de ciclo intermedio, con moderada resistencia a enfermedades comunes de la cebada, como royas y manchas foliares, calidad de grano: buena calidad maltera, adecuada para la producción de malta y alta tolerancia al estrés hídrico (Syngenta, 2023), lo que la hace adecuada para áreas de secano (Tabla 5).

Tabla 5. Lotes sembrados de cebada de secano. Fuente: propia.

Lote	Variedad	ha	Antecesor	Fecha de siembra
LG L1	Scrabble	48	Girasol	18-jun
LG L19	Scrabble	44	Soja	23-jun
LG L20	Scrabble	80	Soja	23-jun
LG L24	Scrabble	28	Girasol	-

Fertilización y pulverización en trigo

Se realizaron análisis de fertilidad del suelo previos a la siembra, con el propósito de ajustar los modelos de fertilización según el potencial de cada lote. Estos rendimientos potenciales fueron de 7000 kg/ha en los lotes bajo riego y 4000 kg/ha en los de secano. Como se evidencia en la tabla 6, los lotes bajo riego exhiben valores superiores de kg de urea por hectárea. Esto se debe a que tienen rendimientos potenciales más altos que requieren la utilización de dosis más elevadas en comparación con los lotes de secano. En estos últimos, la disponibilidad limitada de agua restringe la absorción de nitrógeno y, por lo tanto, la cantidad de urea requerida para que el cultivo sea rentable.

Tabla 6. N total obtenido y kg de urea aplicados por ha en lotes de trigo de secano y bajo riego Fuente: propia

Lote	Variedad	Kg urea/ha	N total	Riego/Secano
EH L1	B620	130	128	Secano
EH L3	B620	140	129	Secano
EH L4	B620	130	128	Secano
EH L5	B620	130	128	Secano
ER L32	B620	180	131	Secano
LG L18	B620	130	145	Secano
LG L6	B620	130	132	Secano
LG L8	B620	130	132	Secano
SC L10	B620	190	143	Secano
SC LA	B620	180	142	Secano
SC L2	B620	170	144	Secano
SC L4	B802	170	144	Secano
SC L5	B802	170	141	Secano
BEL L1	B620	140	129	Secano
BEL L2	B620	150	123	Secano
BEL L6	B620	90	81	Secano
LG P3B	B802	330	250	Riego
LG P5B	B802-B820	420	247	Riego
LG P7A	B820	340	250	Riego
LG P10B	B802	370	247	Riego
LG P11A	B802	310	253	Riego
SC P1A	B802	400	249	Riego
SC P2A	B802	410	248	Riego
SC P4B	B802	380	249	Riego
ER P15	B802	340	242	Riego
ER P17	B802	350	239	Riego

Los datos de nitrógeno total (N total) se calcularon sumando el nitrógeno disponible obtenido del análisis de suelo, el nitrógeno disponible en el fosfato monoamónico aplicado en la línea de siembra y el nitrógeno disponible en la urea aplicada. Este cálculo permitió tener un registro completo del nitrógeno total disponible para el desarrollo de los cultivos.

Es fundamental destacar que en los lotes bajo riego se optó por realizar la aplicación de urea en dos etapas, esto con el objetivo de minimizar posibles riesgos de fitotoxicidad y prevenir el lavado del nitrógeno. En lo que respecta a los lotes de secano, algunos recibieron una sola aplicación, mientras que en otros se dividió en dos aplicaciones, dependiendo de la dosis requerida. Esta estrategia también se implementó para evitar el riesgo de fitotoxicidad en los cultivos.

Además de las tareas de fertilización, se llevaron a cabo aplicaciones de herbicidas y fungicidas. Al momento de mi incorporación a la empresa, se habían aplicado todos los herbicidas planificados y se estaban finalizando las aplicaciones de fungicidas en los cultivos (Figura 7).



Figura 7. Roya anaranjada (*Puccinia triticina*) con baja incidencia en hoja bandera de trigo (izquierda); Pulverizadora autopropulsada aplicando un lote de trigo bajo riego con fungicida (derecha). Fuente: propia.

Estos son de gran importancia, ya que las enfermedades foliares, como mancha amarilla y diferentes tipos de royas, pueden causar mermas en el rendimiento de hasta 20%. Por lo tanto, a los lotes bajo riego, más susceptibles por las condiciones de alta humedad, se le realizaron dos aplicaciones de fungicida. La primera consistió en la utilización Amistar XTRA, que contiene triazoles y estrobirulinas. La segunda se caracterizó por el uso de productos de mayor calidad y

con una residualidad más prolongada, con el propósito de evitar una tercera aplicación. Se utilizó Miravis PRO, que contiene una doble mezcla de modos de acción, que incluye triazoles y carboxamidas. La combinación de diferentes modos de acción en los fungicidas se emplea con el objetivo de prevenir o reducir la posibilidad de que los patógenos desarrollen resistencia. Al utilizar una mezcla de principios activos con diferentes mecanismos de acción, se hace más difícil para los organismos patógenos adaptarse y volverse resistentes a los fungicidas. Cabe destacar que, en los lotes de secano en esta campaña, solamente se realizó una aplicación de fungicidas.

El año 2022 se caracterizó por condiciones hídricas inusuales, ya que las precipitaciones fueron sensiblemente inferiores, alcanzando tan solo 524 mm en comparación con la media histórica del campo, que es de 790 mm. Debido a esta situación, en la tabla 7 se puede apreciar que la cantidad de milímetros de agua aplicados en cada lote fue notablemente elevada, con un promedio de 279 mm. Además, como se detallará más adelante, los lotes de secano presentaron rendimientos considerablemente inferiores en comparación tanto con los lotes bajo riego como con los lotes de secano de campañas anteriores.

Tabla 7. Lotes bajo riego con sus respectivos mm ha-1 aplicados. Fuente: propia.

Lote	Variedad	mm/ha
LG P3B	B802	252
LG P5B	B802-B820	316
LG P7A	B820	295
LG P10B	B802	323
LG P11A	B802	265
SC P1A	B802	271
SC P2A	B802	294
SC P4B	B802	307
ER P15	B802	195
ER P17	B802	267
Promedio		279

Pre-cosecha

Se llevó a cabo una evaluación de rendimiento y un análisis del estado fenológico de los cultivos de trigo y cebada. Esto último, se hizo con el objetivo de determinar por cuáles lotes comenzar la cosecha.

En primer lugar, se realizó una minuciosa observación del lote, eligiendo áreas representativas para el estudio. Posteriormente, se procedió a contar el número de espigas por metro lineal en cada área seleccionada. Para asegurar una evaluación precisa, se realizaron entre 5 y 7 mediciones, dependiendo de las dimensiones y uniformidad del lote. Con este dato y considerando la distancia entre surcos de 19 cm, se pudo determinar la cantidad de espigas por metro cuadrado.

Para cuantificar la cantidad de granos por espiga, se seleccionaron entre 8 y 10 espigas de forma aleatoria. Posteriormente, se contaron tanto la cantidad de espiguillas por espiga como la cantidad de granos por espiguilla.

Después de recopilar los datos en el campo, se estimaron los pesos de mil semillas para los cultivos, siendo de 36 g para la cebada, 35 g para el trigo de secano y 38 g para el trigo bajo riego. Luego, se aplicó la ecuación indicada en la Figura 8 para calcular el rendimiento estimado de los cultivos. Es importante aclarar que se utilizó un coeficiente de error del 30%, para llevar el valor estimado a un valor más real, teniendo en cuenta pérdidas y errores en la toma de datos.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{plantas}}{\text{m}^2} * \frac{\text{espigas}}{\text{planta}} * \frac{\text{espiguillas}}{\text{espiga}} * \frac{\text{granos}}{\text{espiguillas}} * P1000$$

Figura 8. Ecuación de rendimiento.

Durante estas recorridas, también se observaron daños por heladas, plagas y enfermedades en ambos cultivos (Figura 9).



Figura 9. A la derecha vemos una oruga desgranadora (*Faronta albilinea*) y mancha borrosa (*Bipolaris sorokiniana*) en cebada. A la izquierda vemos pulgones de la espiga (*Sitobion avenae*) y daño por heladas en trigo. Fuente: propia.

Se llevó a cabo un control pre-cosecha de la humedad de los granos. Este control implicó tomar muestras de granos antes de que las máquinas de cosecha comenzaran su labor, con el fin de determinar el orden de los lotes a ser cosechados. Se utilizó un humidímetro de campo Tesma, el cual requiere ser calibrado específicamente para cada cultivo, teniendo en cuenta que presenta cierto margen de error.

El objetivo fue medir la humedad de los granos, apuntando a un rango de 14-16%. Este rango asegura una cosecha eficiente sin pérdidas por desgrane (debido a un exceso de secado) y evita problemas durante el almacenamiento al no cosechar con una humedad elevada. El control preciso de la humedad es esencial para garantizar una cosecha óptima y una adecuada conservación de los granos.

Cosecha y post-cosecha

En la región, la cosecha comenzó tempranamente debido a la escasez de precipitaciones, lo que resultó en la finalización anticipada del ciclo de cultivo. En el establecimiento, se realizó una cosecha contratada (Figura 10), la cual se inició el 12 de diciembre y se completó el 29 del mismo mes, abarcando un período de 18 días debido a las condiciones ambientales favorables.



Figura 10. Equipo de cosecha en funcionamiento. Fuente: propia

Durante la campaña, se cosecharon un total de 952.860 kg en las 200 ha de cebada, lo que resultó en un rendimiento promedio de 4764 kg ha⁻¹. Además, se lograron 2.108.630 kg en las 652 ha de trigo de secano, obteniendo un rendimiento promedio de 3234 kg ha⁻¹. Por último, en las 688 ha de trigo bajo riego, la cosecha alcanzó los 4.971.550 kg, generando un rendimiento promedio de 7226 kg ha⁻¹. Estos datos resumen la productividad de la campaña en términos de rendimientos por hectárea para cada tipo de cultivo.

Una parte de este grano fue vendida directamente y transportada por camiones, los cuales fueron pesados en la balanza de la empresa (Figura 11).



Figura 11. Balanza propia de la empresa con cartas de porte de diferentes camiones. Fuente: propia.

La mayoría, sin embargo, fue almacenada tanto en silos de chapa como en silos bolsa (Figura 12). Esta estrategia permite a la empresa extraer el grano en el momento en que necesita venderlo, evitando la necesidad de venderlo todo de una vez con los consiguientes problemas logísticos que ello implica. Asimismo, brinda la flexibilidad de considerar el precio del grano y venderlo en un momento del año más favorable, ya que durante la época de cosecha el precio tiende a disminuir.



Figura 12. Silos de chapa con sinfín extractor (izquierda); silo bolsa siendo elaborado (derecha). Fuente: propia.

Finalizada la cosecha, se llevó a cabo una evaluación detallada de los rendimientos de los lotes, ya que mostraron marcadas diferencias, especialmente entre los lotes bajo riego. Este análisis tenía como objetivo intentar determinar cuál fue la razón detrás de estas disparidades en los rendimientos. En el caso de los lotes de secano, se evaluaron la densidad de espigas m^{-2} estimadas en los análisis precosecha, el cultivo antecesor y la fecha de siembra (Tabla 8), también se evaluó las diferencias de rinde entre variedades. Por otro lado, en los lotes bajo riego, además de estos parámetros, se evaluaron los mm de riego aplicados y la cantidad de kg de urea por ha (Tabla 9).

Tabla 9. Parámetros evaluados en lotes de trigo de secano. Fuente: propia.

Lote	Variedad	Rinde kg/ha	Espigas/m ²	Antecesor	Fecha de siembra
EH L1	B620	3426	371	Girasol	12-jun
EH L3	B620	3595	353	Girasol	13-jun
EH L4	B620	3595	370	Soja	12-jun
EH L5	B620	3115	302	Girasol	12-jun
ER L32	B620	2969	350	Soja	7-jun
LG L18	B620	3840	329	Girasol	-
LG L6	B620	3480	366	Girasol	13-jun
LG L8	B620	3480	366	Girasol	13-jun
SC L10	B620	3276	316	Girasol	8-jun
SC LA	B620	2709	346	Girasol confitero	10-jun
SC L2	B620	2941	353	Girasol	27-may
SC L4	B802	4248	454	Girasol	28-may
SC L5	B802	4157	456	Girasol	29-may

Tabla 8. Parámetros evaluados en lotes de trigo bajo riego. Fuente: propia.

Lote	Variedad	Rinde kg/ha	mm	Espigas/m ²	Kg urea/ha	N total	Antecesor
LG P3B	B802	6941	270	568	330	250	Maíz semilla
LG P5B	B802-B820	7307	316	893	420	247	Maíz semilla
LG P7A	B820	8020	295	911	340	250	Maíz semilla
LG P10B	B802	8015	323	787	370	247	Maíz semilla
LG P11A	B802	6300	265	724	310	253	Maíz semilla
SC P1A	B802	6939	271	805	400	249	Maíz semilla
SC P2A	B802	7267	294	775	410	248	Maíz semilla
SC P4B	B802	8586	307	915	380	249	Maíz semilla
ER P15	B802	7022	195	642	340	242	Maíz semilla
ER P17	B802	6390	267	707	350	239	Maíz semilla

En los lotes de secano, como es de esperarse, se observó una tendencia positiva en el rinde, en los lotes donde se contaron mayor cantidad de espigas m^{-2} (Figura A1). Esto hace que coeficiente de determinación (R^2) sea del 0,5, que significa que el 50% del rinde (variable dependiente) está explicado por esta variable independiente.

En relación a la fecha de siembra (Figura A2), a medida que esta se atrasó se produjo una disminución en el rinde. El R^2 es menor, por lo que solo el 10% del rinde es explicado por esta variable.

En la figura 13, observamos que la variedad B802 rindió aproximadamente 600 kg más por hectárea que B620. Esto pudo deberse tanto al ciclo largo de la variedad 802, como a su alta capacidad de macollaje.

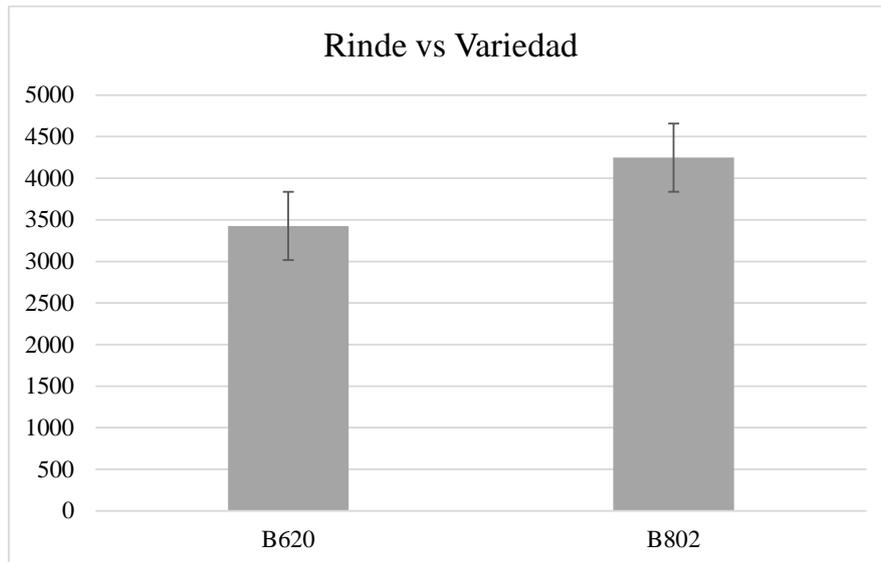


Figura 13. Rendimiento en función de la variedad sembrada. Fuente: propia.

Con respecto a los antecesores, no se identificó un patrón definido que pueda demostrar que el antecesor tenga un impacto significativo en los rendimientos.

En los lotes bajo riego, como también se observó en los lotes de secano, se evidenció una tendencia positiva en el rendimiento en los lotes con mayores cantidades de espigas m^{-2} (Figura A3), con un coeficiente de determinación R^2 de 0,42. Asimismo, se apreció que, al igual que con los lotes de secano, el rendimiento tiende a disminuir a medida que se retrasa la fecha de siembra (Figura A4).

También hay una tendencia positiva a medida que se incrementaron los milímetros de riego aplicados, con un coeficiente de determinación de 0,3 (Figura A5). Esto indicó que alrededor del 30% de la variabilidad en el rendimiento puede ser explicada por la cantidad de milímetros de riego aplicados, lo que sugiere una relación significativa entre el riego y el rendimiento. Un R^2 de 0,3 implica que hay una correlación moderada entre estos dos factores.

Lo mismo se observó con la cantidad de kilogramos de urea aplicados por hectárea (Figura 14): a medida que esta cantidad aumentaba, también lo hacía el rendimiento. Este patrón sugiere una correlación positiva entre la aplicación de urea y el rendimiento, donde un mayor uso de urea por hectárea está asociado con rendimientos más altos. El R^2 en este caso fue tan solo del 0,1.

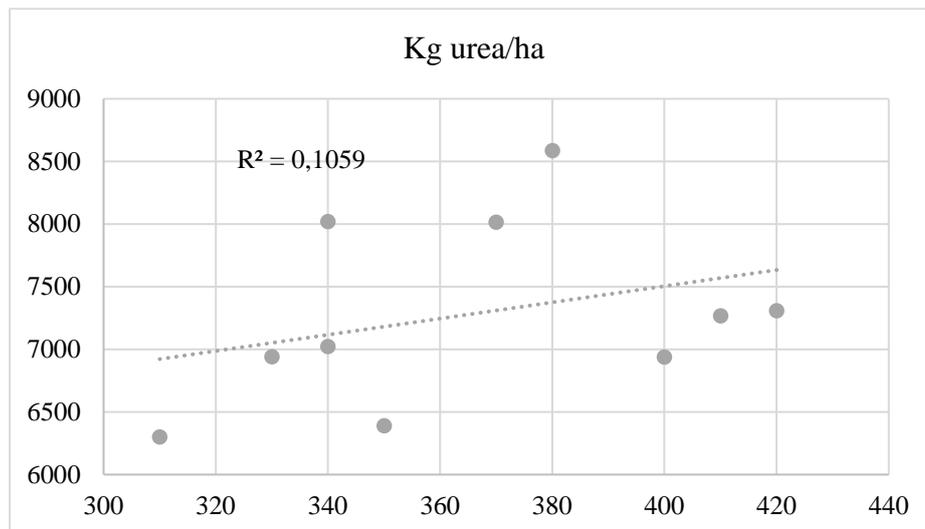


Figura 14. Rendimiento en lotes de trigo bajo riego en función de los kg de urea aplicados por ha. Fuente: propia.

En relación al antecesor, como se pudo observar en la tabla 9, se encontró que en todos los casos fue maíz semilla. Por lo tanto, este factor no parece explicar las diferencias en el rendimiento entre los lotes.

Con base en el análisis de los diversos parámetros evaluados, se pudo concluir que estos tuvieron un impacto significativo en las diferencias observadas en el rendimiento. Además, se sospecha que las heladas mencionadas anteriormente podrían haber sido una variable importante que contribuyó a la disminución del rendimiento. Los parámetros analizados, como la densidad de espigas m^{-2} , la fecha de siembra, la cantidad de urea aplicada por hectárea y los milímetros de riego, proporcionan información valiosa para comprender las variaciones en los rendimientos entre los lotes. Sin embargo, es crucial tener en cuenta que factores adicionales, como las condiciones climáticas, pueden haber influido en los rendimientos.

Cultivos para semilla

Mi trabajo en relación a los cultivos para semilla fue desempeñar una variedad de responsabilidades. Esto incluyó la recolección de muestras de suelo y la creación de prescripciones de fertilización para diversos lotes con la plataforma *Fieldview*. Además, se supervisó la calidad de la siembra, asegurando la profundidad y densidad adecuadas de las semillas, monitoreando la emergencia y verificando que se cumplieran las densidades deseadas.

Otra tarea fundamental fue la estimación de la humedad del suelo, lo que permitió tomar decisiones críticas en relación al riego y al uso eficiente del agua. A lo largo del ciclo de los cultivos, se mantuvo un seguimiento constante de malezas, plagas y enfermedades, lo que facilitó una respuesta ágil y efectiva para proteger los cultivos.

Además, en relación a esos datos recolectados, se prepararon órdenes para la aplicación de productos fitosanitarios, las cuales una vez realizadas, se debió observar el estado de la aplicación a través de la plataforma *Acronex*.

A su vez, se coordinaron equipos encargados de controlar las malezas como el *Amaranthus quitensis* ("yuyo colorado") y *Datura ferox* ("chamico") de forma manual. También se realizó la supervisión de cuadrillas para eliminar las plantas fuera de tipo y las flores fértiles en los cultivares hembra de girasol.

En un esfuerzo por medir y reducir la huella de carbono, la empresa comenzó a recopilar datos para evaluar el impacto ambiental de sus operaciones a través de la aplicación *Ucropit*. En esta actividad, fui responsable de proporcionar toda la información necesaria a esta empresa tercerizada.

Maíz semilla Bayer 2022/23

Como se mencionó previamente, la empresa es un destacado proveedor de cultivos de semilla para Bayer. Cada año, la superficie dedicada al cultivo de maíz para semilla ha ido en aumento, y en la campaña del año 2022/23, esta área alcanzó un total de 1326 ha, siendo la más extensa a nivel nacional.

Se sembraron un total de 19 lotes, todos ellos bajo sistemas de riego por pivot central. Esta elección de riego posibilita la siembra temprana, que en esta ocasión comenzó el 11 de octubre.

Para la siembra de estos híbridos, se siguió un patrón de diseño específico denominado "6:1+1" (Figura 15), lo que significa que se siembran 6 filas del parental femenino seguidas de 1 fila del parental masculino. Esta estrategia tiene como objetivo incrementar el rendimiento, que se atribuye principalmente a las plantas hembra porque es la que proporcionará la semilla, sin comprometer la producción de polen proporcionada por las plantas macho. La notación "1+1" indica que las filas de plantas macho se siembran en el mismo surco, pero en diferentes momentos, ampliando así la ventana de polinización.



Figura 15. Diseño de siembra 6:1+1. Los 6 surcos donde las plantas se ven más avanzadas fenológicamente corresponden a las hembras. Fuente: propia.

Las fechas de siembra de cada parental (hembra, 1° y 2° macho) se determinaron siguiendo un *split de siembra*¹, otorgado por la empresa Bayer. En la Tabla 10, podemos observar las fechas de siembra en cada lote. El *split* depende de los parentales, ya que lo que se tiene en cuenta es la velocidad de desarrollo del macho con respecto a la hembra. Esto se hace para coordinar el momento en que la hembra tiene los estigmas receptivos con la producción de polen de las panojas de los machos.

Tabla 10. Fechas de siembra de las hembras y machos de cada lote. Fuente: propia.

Lote	Hembra	1° macho	2° macho
P1	21/11/2022	25/11/2022	29/11/2022
P3A	15/11/2022	21/11/2022	25/11/2022
P4	28/10/2022	5/11/2022	8/11/2022
P5A	22/10/2022	31/10/2022	4/11/2022
P6	23/10/2022	1/11/2022	5/11/2022
P7B	24/10/2022	4/11/2022	7/11/2022
P10A	11/10/2022	22/10/2022	24/10/2022
P11A	12/11/2022	12/11/2022	20/11/2022
P13B	11/11/2022	15/11/2022	19/11/2022
P14	20/10/2022	30/10/2022	3/11/2022
P19A	8/11/2022	13/11/2022	16/11/2022
P18	7/11/2022	11/11/2022	15/11/2022
P21	1/11/2022	9/11/2022	11/11/2022
P24	3/11/2022	10/11/2022	12/11/2022
P22	6/11/2022	10/11/2022	14/11/2022
SCP1A	13/10/2022	13/10/2022	25/10/2022
SCP2A	16/10/2022	16/10/2022	28/10/2022
SCP5	18/10/2022	20/10/2022	2/11/2022
Ombú	28/11/2022	2/12/2022	6/12/2022

¹ Fórmula de siembra

A modo de ejemplo, consideremos una de las combinaciones, que se denota como "0-40-80". El "0" representa la siembra inicial de las plantas hembras. Luego, cuando estas acumulan 40 grados-día o cuando el coleoptile alcanza 25/30 mm (Figura 16a), se realiza la siembra del primer conjunto de plantas macho. Finalmente, cuando las plantas hembras han acumulado 80 grados-día o cuando está emergiendo la hoja falsa pero no desplegada (Figura 16b), se procede a sembrar el segundo conjunto de plantas macho. Este enfoque secuencial en la siembra de los machos permite extender el período de polinización, como se mencionó anteriormente.



Figura 16. (a) izquierda, coleoptile de maíz con 40 GDU. (b) derecha, plántula de maíz con 80 GDU. Fuente: propia.

La empresa cuenta con dos máquinas para realizar la siembra, una ERCA equipada con *Precision planting* distanciada a 52 cm (Figura 17), con la que se siembran las hembras. Esta tecnología es muy eficiente, y garantiza la uniformidad de la siembra. Esto es fundamental en los cultivos de maíz semilla, ya que a diferencia del maíz comercial en el que se siembran cuatro plantas por metro, aquí se siembran casi siete, por lo que la desuniformidad en la siembra puede generar mermas muy importantes en el rendimiento.



Figura 17. Sembradora ERCA equipada con *Precision planting*. Fuente: propia.

En la Figura 18, vemos la sembradora llamada machera, que es con la que se procedió a sembrar los machos. Esta máquina tiene la particularidad de tener solo 4 cuerpos de siembra bien separados entre ellos, ya que como se mencionó anteriormente, el patrón de siembra es 6 surcos de hembras y 1 de machos.



Figura 18. Sembradora machera. Fuente: propia.

Los lotes de siembra se organizaron para garantizar la separación adecuada entre los híbridos y prevenir la contaminación cruzada de polen, que podría resultar en la pérdida completa de la cosecha. Para lograr esto, se pueden aplicar dos criterios: una distancia mínima de 300 metros lineales entre los lotes, distancia segura para que el polen no llegue, o un período de al menos 60 días entre las fechas de siembra de cada lote, para que no coincida la etapa de floración.

Además de las ventajas mencionadas anteriormente, *Precision Planting* posibilita la ejecución de una siembra variable. Esta técnica se lleva a cabo después de crear prescripciones previas mediante la plataforma *Fieldview* (Figura 19).



Figura 19. Ejemplo de prescripción de siembra de maíz semilla de un lote de La Guía. Fuente: plataforma Fieldview.

Esta misma plataforma también se empleó para generar prescripciones de fertilización para la campaña dependiendo los resultados de los análisis de suelos, que, en su mayoría, se aplicaron de manera variable en los lotes correspondientes. Se realizaron aplicaciones nitrogenadas entre V3 y V6. Esta fertilización se realizó tomando una dosis de referencia de un maíz comercial con un rendimiento esperado de 12000 kg ha⁻¹. A su vez, a la siembra se realizó una aplicación de fosfato diamónico.

Después de llevar a cabo estas tareas, se procedió a realizar un control de plantas fuera de tipo y de especies emparentadas que podrían contaminar el cultivo, de manera manual. A este proceso se le conoce como "*roguing*". El propósito principal de esta práctica es garantizar que el lote esté libre de estas plantas no deseadas que podrían afectar la integridad genética de los parentales. Para realizar este control, se requiere que el cultivo este en un estado avanzado, pero que aún no haya liberado polen, y debe finalizar al menos 3 días antes que los estigmas estén receptivos.

El despanojado se define dependiendo la fecha de siembra y los grados días que requiere la hembra para llegar a floración. Este procedimiento se lleva a cabo porque es esencial evitar que las panojas de las plantas hembra sean polinizadas por su propio polen. En su lugar, se requiere que el polen de las plantas macho sea el que llegue a los estigmas de las plantas hembra. Es una etapa crítica y se debe realizar minuciosamente, ya que la incorrecta ejecución puede generar problemas de contaminación del híbrido a generar, por esta razón la empresa Bayer provee maquinas cortadoras y roladoras (Figura 20a), que cortan y extraen las panojas de la planta (Figura 20b), así como también se hacen repasos manuales con cuadrillas.



Figura 20. (a) A la izquierda una maquina cortadora de panojas. (b) A la derecha vista de un lote con las hembras ya despanojadas y los machos sin despanojar. Fuente: propia.

Para determinar cuánto se debe regar a medida que avanza la campaña, se utilizó la aplicación *Kilimo* (Figura 21a). Realiza un balance hídrico, determinando el agua útil del lote en base a carga de datos previas, se deben cargar datos sobre el suelo, las precipitaciones y los riegos que se le aplican. A su vez, en conjunto con esta aplicación, se realizan visitas periódicas al lote para determinar el nivel de humedad del mismo, extrayendo una muestra de suelo y

haciendo una estimación del porcentaje con el método del tacto (Figura 21b). Esto se hace porque la aplicación no evalúa todas las variables necesarias para ser 100% exacta, y se debe acompañar con la visión personal para ser eficientes y no regar de más o de menos.

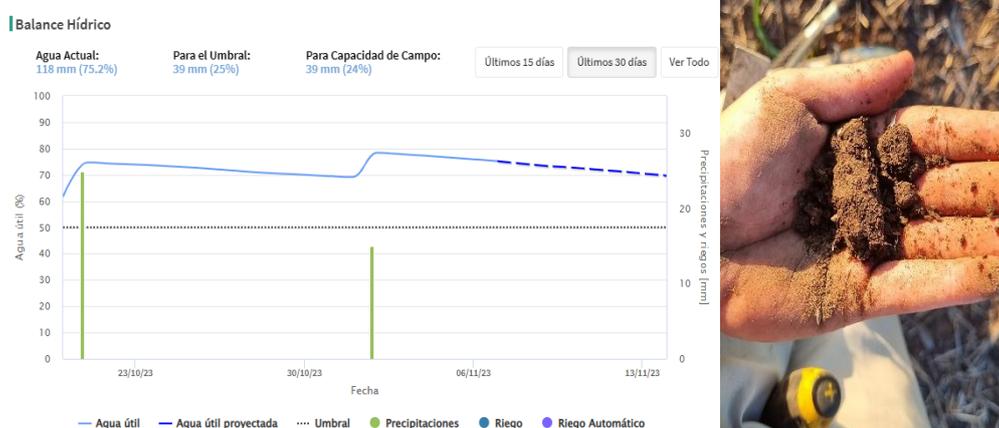


Figura 21. (a) A la izquierda vista de un lote en la plataforma Kilimo. (b) A la derecha estimación de humedad a campo con el método del tacto. Fuente: propia.

En las aplicaciones de agroquímicos, se utilizó la plataforma *Acronex* para evaluar la eficiencia de las mismas. Por ejemplo, en la Figura 22, observamos todas las aplicaciones que se realizaron en un lote desde el 23 de enero hasta el 2 de marzo de 2023. Las condiciones recomendadas para aplicar correctamente son las siguientes: la velocidad del viento debe ser inferior a 15 km/h, la humedad relativa debe ser superior al 50%, la temperatura no debe superar los 30°C y la velocidad de la máquina no debe ser superior a 20 km/h. La plataforma muestra todas estas variables y algunas más, con el objetivo de tener en cuenta si hay algún desvío en la aplicación y poder actuar en base a eso, estos datos se pueden observar en el momento en el que la maquina está en el lote o posterior a ello, ya que quedan cargadas en la base de datos.

Inicio	Movil	Has ha	Has Superficie ha	Has Hora ha	Vel km/h	Hum %	Temp °C	Pres bar	Viento km/h	Viento dir °	Viento dir F °	LtHa lts/ha	Litros Total lts	IE %
2023/10/02 15:55	45-CASE 2 WS Cristian	47.7	47.7	69.3	19.5	99.6	20.8	3.1	17.4	N	NE	35.2	1694.0	0.1
2023/09/05 16:18	45-CASE 2 WS Cristian	98.9	95.9	60.9	18.1	100	11.0	3.1	12.5	N	NNE	30.1	3109.7	0
2023/06/10 09:22	45-CASE 1 Ivan	63.1	64.6	61.9	22.1	66.5	5.7	4.0	24.7	OSO	SO	46.6	2959.1	2.4
2023/06/09 16:47	45-CASE 1 Ivan	36.6	32.1	44.5	19.9	51.9	9.2	3.3	14.0	OSO	SSO	37.6	1436.7	8.0
2023/05/20 10:07	45-CASE 2 WS Cristian	102.1	96.6	56.7	17.9	99.8	9.9	3.0	11.8	SSE	ENE	33.1	3428.9	0.0
2023/01/30 06:49	45-CASE 2 WS Cristian	50.2	49.8	62.6	17.6	100	16.5	3.9	8.9	NE	NE	40.2	2024.4	0
2023/01/28 08:52	45-CASE 2 WS Cristian	49.5	49.4	60.7	17.5	100	20.6	3.9	5.2	ESE	SE	40.2	2000.6	0
2023/01/23 18:37	45-CASE 2 WS Cristian	98.6	96.7	57.1	16.2	67.5	26.5	2.7	6.7	NNE	N	38.2	3804.1	8.0

Figura 22. Plataforma Acronex y las variables que muestra

Estas aplicaciones son tanto de herbicidas, como de fungicidas e insecticidas. La toma de decisiones en cuanto a que producto se debe aplicar y con qué dosis, se tomaron en base a visitas a campo, observando la incidencia de malezas principalmente en etapas tempranas, de

hongos como la roya o el carbón, y de insectos, siendo los más importantes *Heliothis zea* en plantas hembra y cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en plantas macho.

La principal plaga del cultivo de maíz semilla y en el que hay que poner más énfasis y cuidado, es *H. zea*. Para determinar las aplicaciones de insecticidas para esta especie, se deben observar los estigmas de las plantas hembras, que es donde la mariposa deposita los huevos, que son muy pequeños, blancos y difíciles de encontrar (Figura 23a), así como también se pueden encontrar larvas muy pequeñas, que luego del estadio L1, ingresa a la espiga por los mismos estigmas, siendo imposible su control (Figura 23b). El umbral de daño en maíz comercial es del 50% de espigas afectadas, pero en maíz semilla ese umbral es más bajo, aproximadamente del 20%, por la importancia que tienen las espigas en esta producción. Esto se debe a que, como se verá en la parte de precosecha, 1 macho debe polinizar 3 hembras, por lo tanto, estas no llenan totalmente la espiga de granos y el rendimiento en kg/ha, a comparación del maíz comercial, es mucho más bajo. Por esta razón se debe actuar lo más rápido posible si se encuentra esta plaga.

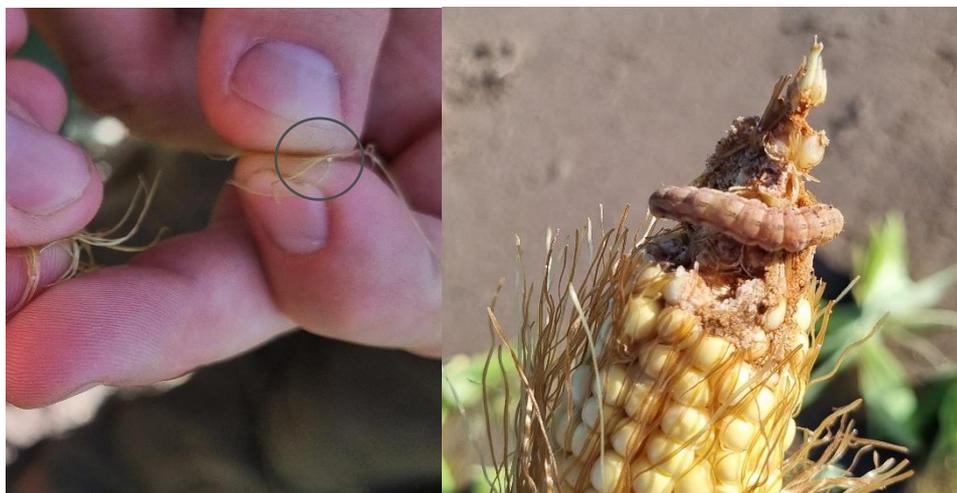


Figura 23. (a) A la izquierda, el círculo muestra un huevo de *Heliothis zea* en estigmas de maíz, casi imperceptible. (b) A la derecha una espiga atacada por *H. zea*. Fuente: propia.

Hay 4 tipos de eventos en los híbridos de Bayer: RR2, VIPTERA, PRO4 Y TRECEPTA. El primero tiene resistencia a glifosato, pero no presenta ningún tipo de resistencia a insectos, por lo que fue indispensable aplicar cuanto antes, cuando se encontraba incidencia de ellos. Las últimas tres, además de la resistencia a glifosato, presentan diferentes resistencias a *S. frugiperda*, *H. zea* y *D. saccharalis* (barrenador del tallo), siendo TRECEPTA la más avanzada y VIPTERA la menos. Que tengan estos eventos no significa que no se aplique insecticida, si no que, en caso de un escape del insecto, este será controlado y no afectará tanto el rendimiento, gracias a la modificación genética.

La siguiente práctica que se realizó en el cultivo fue el picado de los machos (Figura 24), se realizó cuando finalizó la polinización con el objetivo de evitar que, durante la cosecha de las espigas hembra, haya contaminación con las espigas del macho, que no son del híbrido correspondiente.



Figura 24. Lote post picado de machos. Fuente: propia.

En la etapa de pre cosecha, se procedió a tomar muestras representativas de espigas de todos los lotes, con el fin de determinar el % de área granada (Figura 25), se contó la cantidad de hileras y el largo de cada espiga para estimar el rinde que va a tener el lote en cosecha. A su vez, con una maquinaria llamada Mach Visión, que es un equipo portátil no destructivo, se cuantificó el número de granos en una espiga, este método es mucho más rápido y exacto (Mach Vision System, 2023). Este porcentaje debe ser lo más alto posible para asegurar un buen rendimiento de lote. Las estimaciones de los lotes dieron entre 60 y 80% de área granada.



Figura 25. Muestras de espigas para determinar % de área granada. Fuente: propia.

La última etapa del proceso a campo fue la cosecha, que se realizó con maquinarias especiales proporcionadas por Bayer (Figura 26). Estas máquinas cosechan las espigas enteras, lo que permite evitar la pérdida de semilla en el campo. La cosecha se llevó a cabo con una humedad aproximada del 30%. A medida que se cosechaba, se iba cargando una tolva que

descargaba en los camiones también proporcionados por el semillero. Los camiones llevaban las espigas a la planta de Bayer ubicada en Rojas para ser procesadas, secadas y embolsadas.



Figura 26. Máquina cosechadora de maíz semilla de Bayer con su tolva.
Fuente: propia.

En esta campaña, el maíz semilla rindió, en promedio, 4000 kg ha^{-1} . Podemos observar que este valor es muy inferior a lo que podría rendir un maíz comercial, sobre todo teniendo en cuenta que se cultiva bajo riego. Esto se debió a que la cantidad de polen fue más limitada que en un cultivo comercial, y al ser líneas endocriadas, hay muchas más cuestiones para tener en cuenta que bajan el rendimiento del cultivo, mencionadas a lo largo de este trabajo. Además, cada seis surcos de hembra había uno de machos que no se cosechó, lo que redujo la superficie sembrada que genera rendimiento.

Conclusiones

Es indispensable incrementar la eficiencia en la manera en la que producimos, por lo que incorporar tecnologías como la agricultura de precisión, nos ayuda a ser sustentables y tener mayor trazabilidad. Además, la optimización en el uso de los recursos permite reducir los costos de producción. Este establecimiento tiene un compromiso destacable con estas cuestiones, lo que le permite estar en constante crecimiento y búsqueda de nuevas formas de producir con eficiencia tanto productiva como ambiental.

La incorporación de riego en zonas con agua limitante permite el incremento en los rendimientos de los cultivos, acercándonos al rendimiento potencial, esto es muy importante en un ámbito de constante crecimiento en la población global, donde se requiere el incremento en la producción de alimentos sin aumento en la superficie productiva.

Esta pasantía fue una experiencia muy enriquecedora, para fortalecer mis conocimientos aprendidos a lo largo de la carrera. A su vez, me ayudo a desarrollar las habilidades de trabajo en equipo, toma decisiones, e incrementar el conocimiento en nuevas tecnologías, así como también a relacionarme e insertarme en el ámbito laboral

La predisposición del equipo de trabajo de La Guía es destacable, gracias a ellos obtuve herramientas que me ayudarán mucho en mi etapa profesional, así como también hicieron que me sienta cómoda a lo largo de estos cuatro meses de pasantía.

Bibliografía

- Agricultura en Argentina, panorama 2023. <https://surdelsur.com/es/agricultura-argentina/>
Argentina.gob.ar, 2022. En el campo, el uso de la tecnología alcanza al 90% de las actividades.
Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/en-el-campo-el-uso-de-la-tecnologia-alcanza-al-90-de-las-actividades>
- Barrionuevo, Néstor; Germán, Leonardo; Waldman, Cynthia, 2016. Análisis espacio temporal del riego por pivote central en la provincia de Buenos Aires en el período 1995-2015. Disponible en: ina.gob.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH_2016_paper_36.pdf
- Bolsa de comercio de Rosario, 2022. Mercados. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados>
- Bolsa de comercio de Rosario, 2023. Después de 25 años, Argentina pierde el liderazgo como exportador mundial de harina de soja. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/despues-de-25>
- Burgos, J. J., & Vidal, A. L. (1951). Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite.
- Censo Nacional Agropecuario, 2018. Principales provincias productoras de cereales. Fuente BRC. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/area-por-tipo>
- Mach Vision System, 2023. Disponible en: <https://machvision.com.ar/>
- 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/>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Disponible en: <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/estimaciones/>
- Nidera Semillas, 2023. Baguette 620. Disponible en: <https://niderasemillas.com.ar/ficha-tecnica/baguette-620->
- Nidera Semillas, 2023. Baguette 802. Disponible en: <https://niderasemillas.com.ar/ficha-tecnica/baguette-802->
- Nidera Semillas, 2023. Baguette 820. Disponible en: <https://niderasemillas.com.ar/ficha-tecnica/baguette-820>
- Syngenta, 2023. Cebada Scrabble. Disponible en: <https://www.syngenta.es/productos/semillas-extensivos/cereal/cebada/scrabble>

Anexo

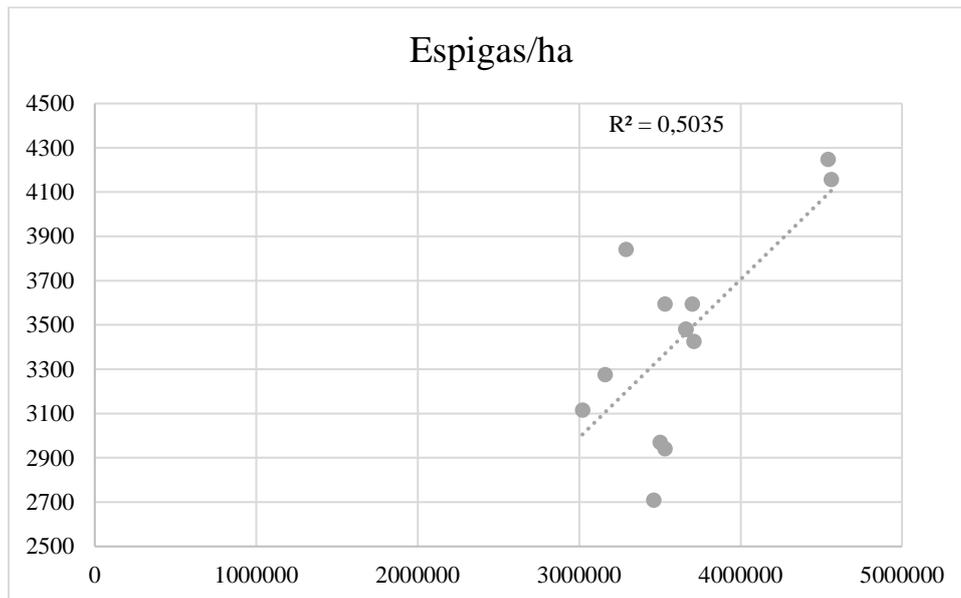


Figura A 1. Rendimiento de lotes de trigo de secano en función de espigas ha^{-1} . Fuente: propia.

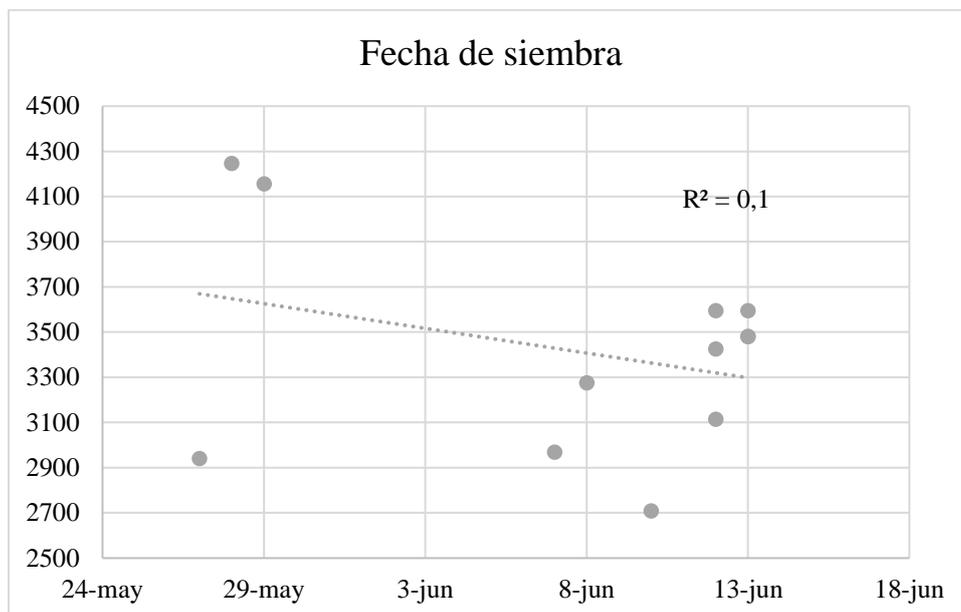


Figura A 2. Rendimiento de lotes de trigo de secano en función de la fecha de siembra. Fuente: propia.

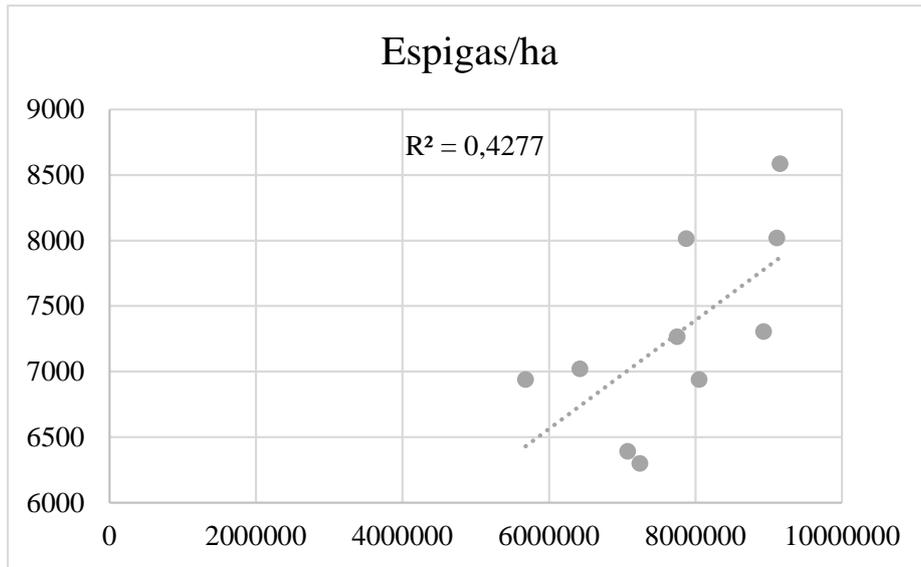


Figura A 3. Rendimiento de lotes de trigo bajo riego en función de espigas ha⁻¹. Fuente: propia.

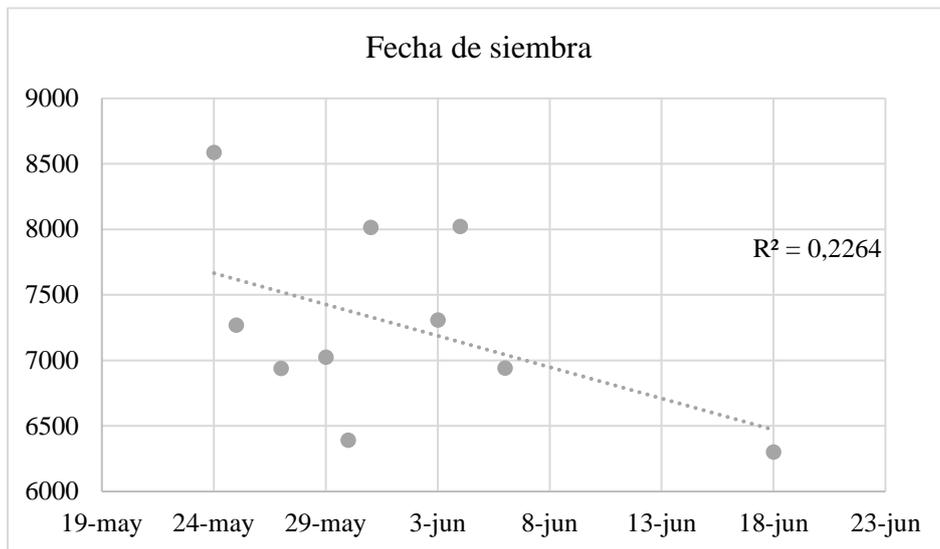


Figura A 4. Rendimiento de lotes de trigo bajo riego en función de la fecha de siembra. Fuente: propia.

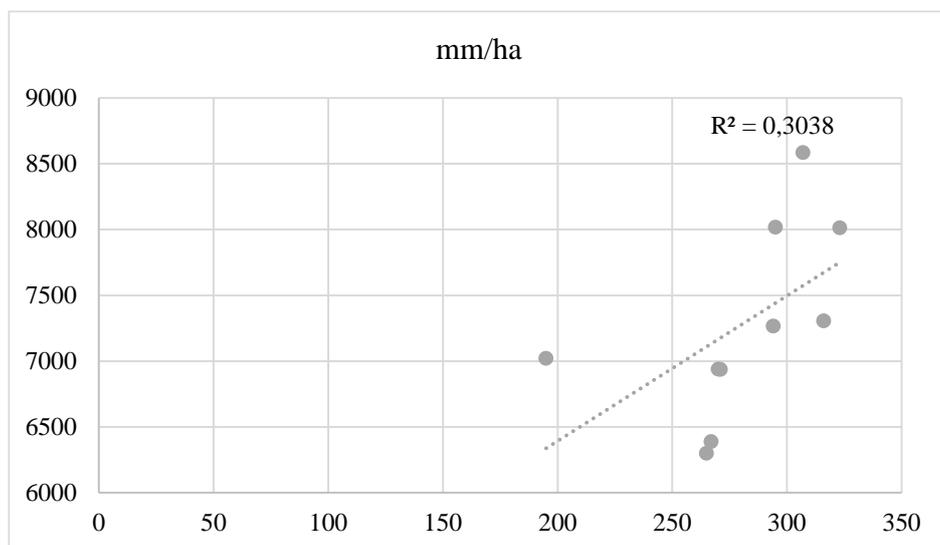


Figura A 5. Rendimiento en lotes de trigo bajo riego función de los mm aplicados ha⁻¹. Fuente: propia.