



# TRABAJO DE INTENSIFICACION

Práctica profesional supervisada en Establecimiento Ganadero-  
Agrícola “La Aurora” del partido de Tornquist

Departamento de Agronomía

Universidad Nacional del Sur

Agosto 2025



Autor: Arroquy Santiago

Docente Tutor: Dr. Ing.  
Agr. Menghini, Mariano

Docentes consejeros:

- Dr. Ing. Agr. Espósito  
Martín
- Dr. Ing. Agr. Duval  
Matías

## INDICE

RESUMEN.....	2
INTRODUCCION .....	3
Partido de Tornquist .....	3
Establecimiento La Aurora .....	5
Objetivos .....	7
Objetivos de formación.....	7
METODOLOGÍA DE TRABAJO Y EXPERIENCIA ADQUIRIDA.....	8
Área de trabajo .....	8
Rotación.....	9
Existencias ganaderas .....	10
Fuentes Forrajeras .....	11
Cultivos agrícolas dentro de la rotación en seco.....	12
Maíz.....	12
Trigo.....	13
Riego con pivote central.....	15
Manejo de riego y telemetría utilizada.....	17
Cultivos bajo riego.....	19
Raigrás.....	19
Pastoreo .....	19
Sistema de pastoreo .....	20
Maíz.....	21
Avena.....	23
Girasol .....	26
Tecnologías Aplicadas .....	29
Auravant .....	29
Drones .....	29
Ganadería.....	34
Fuentes forrajeras de vacas .....	34
Cadena forrajera de la invernada .....	35
Análisis y propuesta de mejora del sistema productivo. ....	39
BIBLIOGRAFIA.....	39

## **RESUMEN**

El presente trabajo de intensificación de la carrera Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Sur consistió en una práctica profesional supervisada llevada a cabo en el establecimiento "La Aurora" ubicado en el partido de Tornquist, a 3 km de la RN N° 33, a la altura del km 49. Esta práctica se desarrolló a través de varias visitas y estadías durante un año comenzando en mayo del año 2024 hasta mayo de 2025. Durante la práctica se realizaron varias actividades en el marco de un sistema ganadero-agrícola. En cuanto a la producción ganadera, se participó en diversas actividades a lo largo de todo el ciclo, desde la evaluación de la siembra de verdeos y pasturas, monitoreo y control de plagas y malezas en conjunto con el ingeniero responsable, planificar la distribución de animales en los diferentes potreros, control de condición corporal de cada lote, etc. También se realizaron trabajos con los animales, como ejecutar el control de la sanidad a lo largo de todo el sistema productivo, colocación de caravanas y marcado, armado de lotes para venta y la planificación de la carga animal. En cuanto a la producción agrícola se realizaron también varias actividades durante el ciclo de los cultivos de trigo, maíz, avena y girasol. Sobre estos cultivos se realizaron conteos de plantas, control de malezas y plagas, análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad y medición de humedad. Además, en esta empresa se emplean diversas tecnologías innovadoras como auravant, FieldNet, uso de drones, etc., lo que me permitió incorporar nuevos conocimientos sobre sus aplicaciones y beneficios en un sistema productivo. Este trabajo me permitió poner en práctica muchos conocimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería agronómica, también adquirir nuevos conocimientos del funcionamiento y manejo de un sistema productivo ganadero-agrícola. Por lo tanto, considero que esta experiencia fortaleció mi formación profesional y me preparó para enfrentar desafíos futuros en el sector agropecuario.

## INTRODUCCION

La provincia de Buenos Aires se distingue del resto del país por ser la principal productora agropecuaria a nivel nacional. En sus 37 millones de hectáreas se concentra cerca del 50% de la superficie sembrada del país y aporta aproximadamente el 56% de las exportaciones bovinas, el 44% de las de cereales y el 32% de las de oleaginosas (Bona, 2021).

La región del Sudoeste Bonaerense (SOB) tiene una superficie estimada de 6.500.000 hectáreas, lo que representa un 25% del territorio de la provincia de Buenos Aires. Está integrada por los partidos de Guaminí, Adolfo Alsina, Coronel Suárez, Coronel Pringles, Coronel Dorrego, Saavedra, Tornquist, Puan, Coronel Rosales, Bahía Blanca, Monte Hermoso, Villarino y Patagones. A diferencia del restante 75% del territorio provincial que pertenece a la región denominada Pampa Húmeda, el SOB forma parte de la región semiárida, árida y subhúmeda-seca del país, presentando características climáticas y edáficas que la diferencian del resto de la Provincia en cuanto a sus potencialidades y limitantes productivas primarias (Guerrero et al., 2020).

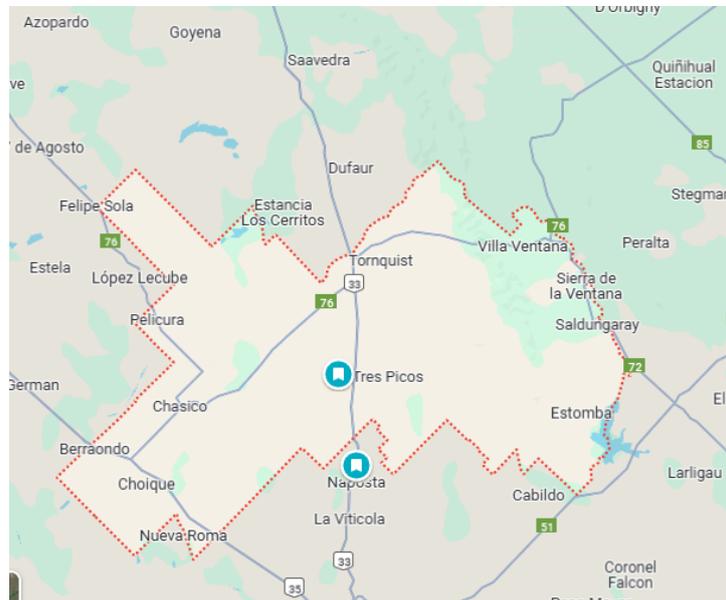
El sistema productivo agropecuario que prevalece es mixto ganadero-agrícola, comprendiendo establecimientos con superficies mayores a 100 ha, dedicadas un 70% a la ganadería y el resto a la agricultura. Dentro de la agricultura predominan los cereales de invierno, especialmente el trigo (*Triticum aestivum* L.). La actividad ganadera bovina más importante es la cría-recría, realizándose eventualmente invernada. Las ventas de hacienda consisten en terneros de 170 kg, novillitos de 252 kg y novillos de 450 kg. Los recursos forrajeros se basan en pasturas (40%), verdes de invierno y verano (30%) y rastrojos (Nava, 2006).

### Partido de Tornquist

El partido de Tornquist está situado en el SOB y limita al este con Coronel Pringles, al sur con Bahía Blanca y Villarino, al oeste con Puán, al noreste con Coronel Suárez y al noroeste con Saavedra (Figura 1). El partido abarca una superficie de 4.184 km<sup>2</sup>. Su economía se sustenta principalmente en la producción agropecuaria y en los servicios vinculados a esta actividad. En menor medida, también contribuyen la industria, los servicios generales y el empleo público. En los últimos años, la actividad turística ha experimentado un crecimiento sostenido, especialmente en la zona serrana, que representa uno de los principales atractivos del distrito.

En cuanto a la actividad agropecuaria, predominan los sistemas productivos mixtos, con una mayor participación de la ganadería bovina frente a la agricultura. Esta preponderancia se debe, en gran parte, a las limitaciones impuestas por las condiciones edafoclimáticas del territorio. Además, se desarrollan otras

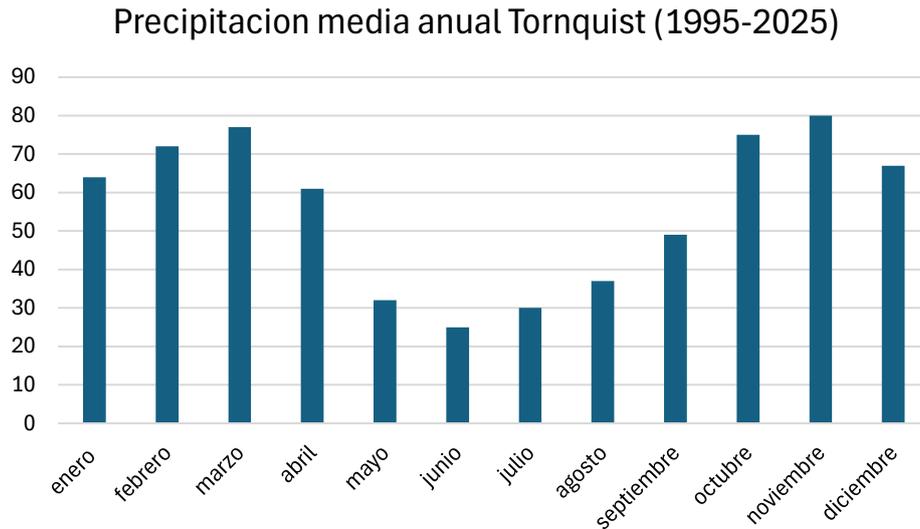
producciones alternativas y/o complementarias, como la apicultura, la lechería, y la producción porcina y ovina destinada a carne (Municipio de Tornquist).



*Figura 1: Plano límites del partido de Tornquist.*

Las condiciones de clima y suelo son limitantes, tanto para la elección de alternativas productivas como para la obtención de altos rendimientos en forma estable a través de los años. En lo que se refiere específicamente a los suelos, se observan como principales problemas aquellos vinculados con la degradación física y química, debida a factores naturales de los mismos o su manejo inadecuado, la susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica, las limitaciones en profundidad por la presencia de horizontes compactos o de tosca, la baja capacidad de retención de agua y la susceptibilidad al encostramiento superficial por textura, escasa estabilidad estructural de los agregados y bajo contenido de materia orgánica (MO). Por último, la alta proporción de suelos con capacidad de uso IV limita la gran mayoría de los cultivos agrícolas (Apresid 2015).

En cuanto a la componente climática, la zona se caracteriza por una alta variabilidad en las precipitaciones intra e inter-anual. Si se analizan las precipitaciones del partido se puede decir que está en una zona sub-húmeda seca o semiárida, ya que cuenta con una precipitación media anual de 669 mm, siendo la estación más lluviosa el verano, y la estación con menores precipitaciones el invierno (Grafico 1).



*Gráfico 1: Régimen de precipitaciones en Tornquist (10 km del establecimiento La Aurora). Fuente: Meteoblue.*

La diferencia entre precipitación y evapotranspiración resulta negativa durante los meses de enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre, mientras que, en abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, y octubre es positiva. Por otro lado, la región está sometida a una fuerte presión ejercida por los vientos intensos y desecantes que soplan durante gran parte del año. Los vientos predominantes provienen del norte (23,8 km/h) y noroeste (26,6 km/h) con épocas, principalmente primavera, en las que se registran ráfagas de mayor intensidad y duración, lo que representa un riesgo potencial de degradación del recurso suelo por erosión eólica. Existen además una gran amplitud e inestabilidad térmica, una baja humedad relativa ambiente, una alta radiación ultravioleta y un estrecho periodo libre de heladas ( Marzialetti, 2015). Los factores anteriores se traducen finalmente, en un balance hídrico negativo para la mayor parte del año.

**Establecimiento La Aurora**

El establecimiento La Aurora está ubicado en el km 49 de la RN N° 33, en las coordenadas 38°16'52" S–62°20'31" O (Figura 2). Cuenta con una superficie de 1.694 hectáreas, a las que se suman otras 600 hectáreas correspondientes al establecimiento El Mojón, adquirido en el año 2023. De este modo, la superficie total operada entre ambos campos es de 2.294 hectáreas. Del total, 2.208 hectáreas se encuentran destinadas a uso agrícola y ganadero, mientras que el resto corresponde a infraestructura como corrales de encierre, montes, molinos y otras instalaciones. En cuanto a las características edáficas, los suelos presentan una textura franca a

franco arenosa, con una profundidad efectiva variable que oscila entre los 20 cm y más de 100 cm.



*Figura 2: Ubicación del establecimiento La Aurora, tomado de Google Earth Pro.*

La producción de dicho establecimiento se basa en un sistema ganadero-agrícola el cual cuenta como fuentes forrajeras pasturas implantadas, verdes de invierno (algunos con destino a ensilaje) y cultivo de maíz con destino a ensilaje. En 2024 se incorporó un pivote de riego con el fin de incrementar y estabilizar la producción agrícola y la producción de reservas forrajeras.

La producción ganadera de dicho establecimiento se basa en cría, recría y engorde, siendo el principal este último ya que se engordan los terneros nacidos en el campo junto con otra cantidad de animales comprados cada año.

## Objetivos

- Estudiar la planificación forrajera correspondiente a la rotación determinada en el establecimiento con la carga animal del mismo.
- Realizar recorridas de lotes para definir barbechos y laboreos para los cultivos.
- Participar en tareas operativas como ensilaje, cosecha y siembra.
- Tomar muestras de suelo para evaluar sus características químicas y realizar un diagnóstico de fertilidad.
- Analizar el manejo del riego con pivote central en distintos cultivos.
- Realizar el seguimiento del desarrollo de los cultivos implantados.
- Supervisar el uso del dron agrícola y su aplicación en la generación de prescripciones.
- Determinar márgenes económicos de los cultivos bajo riego para proyectar las conveniencias de futuras inversiones.
- Participar en actividades del sistema ganadero tales como sanidad, pesadas y armado de lotes.
- Calcular las ganancias de peso a partir de los resultados de pesajes realizados antes y después de cada periodo (corral de recría y corral de terminación).

## Objetivos de formación

- Implementar los conocimientos teóricos adquiridos en el ámbito universitario a situaciones reales de trabajo.
- Adquirir destreza en el uso de herramientas de búsqueda de información (bases de datos y entrevistas), manejo de datos y gráficos, redacción de un informe técnico y técnicas de exposición oral.

## **METODOLOGÍA DE TRABAJO Y EXPERIENCIA ADQUIRIDA**

Siguiendo las indicaciones del personal responsable y desempeñándome con un alto grado de autonomía, participé en diversas actividades orientadas tanto a la integración en las rutinas operativas del establecimiento como al fortalecimiento de mi formación profesional. Entre estas tareas se destacan la toma de muestras de suelo, la operación de pivotes de riego, la estimación de rindes y las primeras experiencias con el uso de drones aplicados a la producción agropecuaria, herramientas clave en el proceso de incorporación de tecnologías de agricultura de precisión.

Por otra parte, colaboré activamente en las labores sanitarias desarrolladas en la manga, que incluyeron desde la aplicación de vacunas contempladas en el plan sanitario (descrito en el apartado correspondiente), hasta la atención y tratamiento de animales con afecciones específicas. También formé parte del pesaje del rodeo y de la organización de tropas de novillos destinadas a la venta, tareas esenciales para el seguimiento productivo y la planificación comercial dentro del sistema ganadero.

Cabe destacar que las decisiones de manejo son tomadas por el ingeniero responsable del establecimiento, con el objetivo de optimizar la eficiencia productiva tanto en el área ganadera como en la agrícola, garantizando una gestión integrada de los recursos disponibles.

### **Área de trabajo**

Dentro del establecimiento La Aurora se encuentran dos viviendas destinadas al personal, en las que residen dos familias que trabajan de manera permanente en el lugar. Además, en esta misma unidad se ubican los galpones donde se resguardan las maquinarias y herramientas utilizadas en las labores agrícolas y ganaderas.

Por su parte, en el campo El Mojón hay una vivienda adicional para el personal, habitada por una familia que desempeña tareas en conjunto con los dos empleados que residen en La Aurora, contribuyendo así al funcionamiento integral de ambos establecimientos.

En el plano del establecimiento (Figura 3) puede observarse la disposición de los potreros, la ubicación de las viviendas del personal y la calle vecinal que atraviesa el campo. Esta vía divide físicamente el predio: de un lado se encuentran El Mojón y algunos potreros correspondientes a La Aurora, mientras que del otro lado se ubica el resto de los potreros pertenecientes exclusivamente a La Aurora.



Figura 3: Plano de los establecimientos La aurora y El mojón.

### Rotación

El establecimiento La aurora tiene una rotación fija con unidades rotables de 100 has aproximadamente. El 66% de la superficie está destinada a la ganadería y el restante 34% se destina a agricultura (Tabla 1). La superficie destinada a la ganadería incluye pasturas consociadas, verdeos de invierno y mijo perenne. En cuanto a la superficie destinada a la agricultura cuenta con cultivos de maíz, girasol, trigo y avena.

Por otra parte, en la superficie bajo riego se realizó una nueva secuencia de cultivos con el fin de maximizar la producción de dicha superficie (Tabla 2).

Tabla 1: Superficie ocupada del total campo (2208 has) por cultivos y destino

Cultivo	Ganadería (has)	Agricultura (has)
Pasturas consociadas	512	
Mijo perenne	290	
Verdeos de invierno	649	
Trigo		313
Maíz		222
Maíz riego		49
Girasol riego		49
Avena cosecha		124
<b>Total</b>	<b>1451 (66%)</b>	<b>757 (34%)</b>

Tabla 2: Rotación de cultivos del establecimiento.

Lote	has	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
11	100	P	M	Ac	VI	VI	T	VI	VI	T	VI	VI
3	94	P	P	M	Ac	VI	VI	T	VI	VI	T	VI
B	91	P	P	P	M	Ac	VI	VI	T	VI	VI	T
12	105	P	P	P	P	M	Ac	VI	VI	T	VI	VI
4b	35	Pi	P	P	P	P	M	Ac	VI	VI	T	VI
5	63	Pi	P	P	P	P	M	Ac	VI	VI	T	VI
4	100	T	Pi	P	P	P	P	M	Ac	VI	VI	T
Riego 1	49	VI	M	M-G	T	VI	M	M-G	T	VI	M	M-G
Riego 2	49	M	M-G	T	VI	M	M-G	T	VI	M	M-G	T
Riego 3	49	M-G	T	VI	M	M-G	T	VI	M	M-G	T	VI
A	97	VI	VI	T	VI	VI	T	Pi	P	P	P	P
8a	100	T	VI	VI	T	VI	VI	T	Pi	P	P	P
8c	100	VI	T	VI	VI	T	VI	VI	T	Pi	P	P
7b	45	VI	Tt	T	VI	VI	T	VI	VI	T	Pi	P
8b	45	VI	Tt	T	VI	VI	T	VI	VI	T	Pi	P
7a	100	Ac	VI	VI	T	VI	VI	T	VI	VI	T	Pi
1	89	M	Ac	VI	VI	T	VI	VI	T	VI	VI	T
Galpón	9	M	Ac	VI	VI	T	VI	VI	T	VI	VI	T
EM5	24	T	VI	VI	T	Pi	P	P	P	P	M	Ac
EM2	43	T	VI	VI	T	Pi	P	P	P	P	M	Ac
EM3	43	T	VI	VI	T	Pi	P	P	P	P	M	Ac
EM14	43	VI	T	Pi	P	P	P	P	M	Ac	VI	VI
EM4	23	VI	T	Pi	P	P	P	P	M	Ac	VI	VI
EM1	35	VI	T	Pi	P	P	P	P	M	Ac	VI	VI
EM6	50	VI	VI	T	Pi	P	P	P	P	M	Ac	VI
EM7	52	VI	VI	T	Pi	P	P	P	P	M	Ac	VI
EM12	40	VI	T	VI	VI	T	Pi	P	P	P	P	M
EM13	45	VI	T	VI	VI	T	Pi	P	P	P	P	M
EM11b	12	VI	T	VI	VI	T	Pi	P	P	P	P	M

Pi: Pastura de implantación; P: Pastura en producción; M: Maíz; Ac: Avena cosecha; T: Trigo; VI: Verdeo de invierno

### Existencias ganaderas

La carga animal del establecimiento puede ir variando a lo largo de los meses del año según la compra o venta de animales. Igualmente, se puede determinar una carga animal del campo para la fecha 01/07/2024 con la cantidad de animales totales (Tabla 3) y la superficie destinada a la ganadería (Tabla 1), la cual daría como resultado 1,55 animales/ha.

Tabla 3: Cantidad de animales presentes en el campo por categoría al 01/07/2024.

Categorías	Cantidad de Animales
Vacas de cría	600
Terneras	530
Terneros	1098
Toros	28

### Fuentes Forrajeras

Las pasturas se siembran a mediados de marzo. En 2025 se sembró utilizando 5 kg de alfalfa combinado con 5 kg de cebadilla anual. La cebadilla se la incorpora con el fin de que se produzca una resiembra natural. En los años anteriores se implantaron consociaciones de alfalfa con agropiro, cebadilla o pasto ovido (Figura 4). A la siembra se las fertiliza con 100 kg/ha de fosfato diamonico. A la sembradora se le sacan las ruedas tapadoras con el fin de que quede el surco entreabierto para lograr un mejor nacimiento de la pastura. Se controlan las plagas como tucura e isoca cuando se cree que es necesario y se realizan aplicaciones de herbicidas para el control de malezas. La variedad de alfalfa utilizada cuenta con la tecnología RR, lo que nos permite en verano cuando la cebadilla desaparece, hacer un control de malezas más eficiente. En las pasturas sembradas durante 2025 se realizó un conteo de plantas nacidas para evaluar la eficiencia de implantación (Figura 4). Este conteo dio 100 plantas de alfalfa por metro cuadrado, una cantidad de plantas que cumplió con el objetivo.



*Figura 4: Conteo de plántulas alfalfa (izquierda), b): pastura de 4 años (derecha).*

En relación con los verdeos de invierno, se implantan aproximadamente 600 hectáreas, distribuidas equitativamente entre avena (300 ha) y triticale (300 ha). La siembra se lleva a cabo entre finales de febrero y principios de marzo, ajustando la fecha según las condiciones de humedad del perfil del suelo. La densidad de siembra utilizada es de 70 kg/ha para avena y 85 kg/ha para triticale. Ambos cultivos reciben una fertilización de base al momento de la siembra, con la aplicación de 100 kg/ha de una mezcla fertilizante con una formulación 32-23-0 (32 % nitrógeno y 23 % fósforo). Posteriormente, se realiza una fertilización en macollaje con 100 kg/ha de

urea, aplicada al voleo, con el objetivo de promover un adecuado desarrollo vegetativo y maximizar la producción de materia seca.



*Figura 5: Avenas realizadas en el establecimiento.*

Fuera del esquema de rotación principal del establecimiento, se encuentran implantadas 290 hectáreas de mijo perenne, destinadas a la producción de forraje estival para el rodeo de cría. La siembra se realiza a principios de octubre, utilizando una dosis de 8 kg/ha de semilla. El cultivo se establece preferentemente sobre un antecesor maíz, lo que facilita un adecuado control de malezas previo a la implantación. En cuanto a la fertilización, se aplica fosfatodiamónico (DAP) al momento de la siembra, a razón de 100 kg/ha. El mantenimiento del cultivo durante el invierno, período en el que el mijo se encuentra en latencia, se lleva a cabo mediante aplicaciones de glifosato, aprovechando su inactividad fisiológica para controlar malezas sin afectar al forraje.

### **Cultivos agrícolas dentro de la rotación en secano**

#### **Maíz**

Los maíces de secano se siembran en fecha tardía, entre el 22 de noviembre al 5 de diciembre, con el fin de evitar que coincida las altas temperaturas y el déficit de agua de enero con el momento crítico del cultivo. La siembra se hace a una densidad de 20.000 plantas/ha. En general, se busca esa baja densidad de plantas para disminuir el riesgo que la planta sufra un estrés hídrico. También a la siembra se fertiliza con 60 kg/ha de DAP y durante el ciclo no se fertiliza con nitrógeno, ya que vienen de antecesor partura con alta fertilidad en el suelo. Durante la presente campaña se sembraron dos híbridos de maíz con características productivas y tecnológicas destacadas. Uno de ellos fue DM 2738 de Don Mario, un material que se destaca por su elevada prolificidad y alta calidad de caña, cualidades que lo convierten en una alternativa muy eficiente para siembras de baja densidad, manteniendo buen

potencial de rendimiento y adaptación a distintos ambientes. El segundo híbrido utilizado fue DK 7020 de Dekalb (Figura 6), que incorpora las tecnologías VT PRO4 y RR2. La biotecnología VT PRO4, desarrollada por Bayer, brinda una protección de amplio espectro contra insectos tanto de superficie como de suelo. Este sistema permite el control efectivo de plagas clave como el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), el complejo de orugas de la espiga y larvas de coleópteros del género *Diabrotica*, que afectan el sistema radicular. Por su parte, la tecnología RR2 confiere al cultivo tolerancia al herbicida glifosato, lo que facilita un manejo eficiente y selectivo de malezas, reduciendo la competencia por recursos sin comprometer el desarrollo del maíz.



Figura 6: Cultivo en floración (izquierda) y madurez fisiológica (derecha).

### Trigo

El cultivo de trigo se siembra a fines de mayo con una densidad de 40 kg/ha con el fin de lograr unas 110 plantas/m<sup>2</sup>. En el año 2024 se usaron las variedades ACA 363 y Baguet 820. En cuanto a la fertilización del cultivo se realiza un muestreo de suelo en presiembra para conocer la fertilidad del suelo y poder hacer un balance de nitrógeno según los requerimientos del cultivo como el rendimiento esperado.

La siembra de trigo se realiza con una fertilización de base de 100 kg/ha de fosfato monoamónico (MAP). Posteriormente, se define una refertilización nitrogenada en función de un balance de nutrientes, el cual se calcula considerando la demanda del cultivo y la disponibilidad de nitrógeno en el suelo (ecuación 1).

$$\text{Balance de Nitrogeno} = \left( \left( 30 \text{ kg} \frac{\text{N}}{\text{Tn}} \right) * (\text{rendimiento esperado}(\text{tn})) \right) - (N \text{ disponible en el suelo}(\text{kg}))$$

Ecuación 1: Balance de nitrógeno

Este enfoque permite realizar una fertilización racional y eficiente, ajustada a las necesidades del cultivo en función del rendimiento proyectado y la oferta inicial de nutrientes.

*Tabla 4: Calculo de la necesidad de nitrógeno en función del nitrógeno disponible ( $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ ) a la siembra y el rendimiento esperado.*

<b>Lote</b>	<b><math>\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+</math></b>	<b>Rinde esperado (t)</b>	<b>Kg urea</b>
4 La Aurora	111	4,9	80
8 La Aurora	86	4,1	80

El lote 4 presentaba un historial de cuatro años consecutivos con cultivos anuales, mientras que el lote 8 transitaba su segundo año de agricultura luego de haber estado cinco años implantado con pastura. Este antecedente permite prever una mayor mineralización de nitrógeno en el lote 8. Por tal motivo, el cálculo de fertilización se realizó considerando un rendimiento esperado menor, previendo que el mayor aporte de nitrógeno por mineralización contribuiría a compensar esa diferencia.

El rendimiento de trigo fue alto, promedio de 3866 kg/ha, debido principalmente a las buenas precipitaciones durante el ciclo del cultivo (413 mm). En comparación con el promedio de las cosechas de los 3 años anteriores, en 2024 fue 46% mayor (3866 vs 2649 kg/ha).

*Tabla 5: Rendimientos de trigo por lote*

<b>Potrero</b>	<b>Has</b>	<b>Variedad</b>	<b>Rinde (kg/ha)</b>
EM -2	43	ACA 363	3502
EM-3	43	ACA 363	3502
EM-5	24	Baguet 820	3502
LA AURORA 4	98	ACA 363	4124
LA AURORA 8a	105	Baguet 820	4007
<b>Total</b>	<b>313</b>		<b>3866</b>



*Figura 7: Trigo en estadio de floración (izquierda), cosecha de trigo (derecha).*

### **Riego con pivote central**

En la Región Pampeana se registra en los últimos años un desarrollo creciente en la utilización de sistemas de riego complementario para la producción de granos y forrajeras, tal como lo indica el aumento de la superficie regada y la evolución en la venta de equipos de riego. Esta difusión del riego complementario puede ocupar un rol clave en el proceso de intensificación de la producción de granos de la Región Pampeana, liberándola de la variabilidad climática. A través de la incorporación de riego suplementario, aplicado con equipos de aspersion, se busca mejorar y estabilizar los rendimientos. El equipo de riego se compone básicamente de un grupo de bombeo que toma agua subterránea y la impulsa a presión por un sistema de tuberías principales y secundarias para la distribución y finaliza con la aplicación mediante aspersores.

La principal fuente de agua para riego son las perforaciones realizadas en los acuíferos, aunque en algunos casos se utilizan fuentes superficiales. Los estudios hidrogeológicos han definido las formaciones que pueden proporcionar agua en cantidad suficiente para cubrir las necesidades de riego.

A pesar de su alto potencialidad productiva, resulta fundamental identificar los posibles impactos negativos que el riego puede generar sobre las propiedades del suelo para garantizar la sostenibilidad de los agroecosistemas irrigados. Los principales problemas asociados a esta práctica están vinculados a la calidad del agua utilizada, siendo la salinización y, especialmente, la sodificación del suelo, sus consecuencias más relevantes. Ambos procesos ocurren por el aporte de sales por parte del agua de riego y el aumento de la concentración sodio en el complejo de intercambio del suelo, cuando el agua es absorbida por el cultivo o se evapora desde la superficie. Es frecuente hallar consecuencias negativas sobre las entradas de

agua al suelo, por disminuciones en la tasa de infiltración, y como resultado se produce encharcamiento superficial (Guibergia *et al.*, 2021).

Cabe destacar que, en zonas más húmedas, el riego no representa un alto porcentaje del aporte hídrico al cultivo. Por el contrario, el agua aplicada mediante riego suele constituir aproximadamente el 30% del total recibido, siendo la mayor parte provista por las precipitaciones. Sin embargo, a pesar de esta baja proporción, el riego puede generar impactos ambientales significativos en el mediano a largo plazo, especialmente sobre las propiedades del suelo.

En el año 2023, en el establecimiento La Aurora se instaló un pivot central de 150 has con 4 bombas sumergibles que erogaban un caudal total de 240 m<sup>3</sup>/hora. Este equipo se hizo con instalación eléctrica ya que facilita el manejo y reduce los costos por mm aplicado en comparación a la utilización de motor diésel. El manejo de esta máquina se planificó en 3 semicírculos con el fin de acumular una mayor lamina diaria de riego (11,4 mm), ya que si se manejaba un círculo entero podía aplicar solamente una lámina de 3,8 mm lo que no sería suficiente para cubrir el consumo de un cultivo de verano.

Antes de tomar la decisión de la instalación del equipo se hicieron varios análisis tanto del suelo y de la calidad de agua. Al analizar el agua extraída de las perforaciones realizadas se obtuvo la siguiente clasificación según normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego (U.S. Soil Salinity Laboratory):

Agua de salinidad alta (C3): Puede utilizarse para el riego en suelos con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos tolerantes a la salinidad.

Agua con contenido medio de sodio (S2): Agua con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcillosos y franco-arcillosos) y de baja permeabilidad. Deben vigilarse las condiciones físicas del suelo y especialmente el nivel de sodio cambiante del suelo, corrigiendo en caso necesario.

Dados estos resultados se decidió planificar un muestreo de suelo por año para analizar si el riego comienza a modificar las características de este, y en el caso de que se vean cambios poder actuar a tiempo para evitar la degradación del mismo. Durante la estadía en el establecimiento se realizó un muestreo de suelo el día 8/6/2024 (Figura 8), luego de haberse aplicado 570 mm de riego sobre un cultivo de maíz del ciclo anterior, en un año de muy bajas precipitaciones. Este muestreo se realizó a cuatro profundidades (0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm) haciendo 12 muestras simples dentro del área regada y también 12 muestras simples en un área no regada (esquina del equipo de riego). En el siguiente análisis se determinó nitrógeno inorgánico (N-NO<sub>3</sub>), materia orgánica (MO), P extraíble, conductividad eléctrica (CE),

pH, Na, Mg y relación de absorción de sodio (RAS) (Tabla 6). Los valores de N-NO<sub>3</sub>, MO y P se utilizaron para ajustar las estrategias de fertilización, mientras que la CE, pH, Na, Mg, y RAS constituyen indicadores clave para diagnosticar problemas asociados a la salinización y a la sodificación del suelo.



MUESTRA	NO3 ppm	MO %	P ppm	CE mS/cm	pH	Na ppm	Mg ppm	RAS
Lote R3 0.0-0.1 m	12	3.43	14.2	0.76	6.7	121	146	0.40
Lote R3 0.1-0.2 m	9	--	--	0.81	--	130	151	0.40
Lote R3 0.2-0.3 m	6	--	--	0.86	--	136	135	0.43
Lote R3 0.3-0.4 m	4	--	--	0.93	--	155	155	0.45
Lote P9 s/riego 0.0-0.1 m	14	3.37	15.7	0.63	6.9	95	156	0.32
Lote P9 s/riego 0.1-0.2 m	11	--	--	0.65	--	87	160	0.82
Lote P9 s/riego 0.2-0.3 m	3	--	--	0.59	--	99	182	0.29
Lote P9 s/riego 0.3-0.4 m	7	--	--	0.70	--	85	204	0.25

Figura 8: muestreo de suelo, Tabla 6: resultados de análisis de suelo.

Al obtener estos resultados se los analizó y comparó con valores críticos de suelos sódicos para saber en qué condiciones se encuentra el suelo y hacia donde puede ir variando a través de la acumulación de los años de riego. Con estos valores se puede decir que todavía no nos encontramos en malas condiciones ya que un suelo sódico tiene un RAS > a 13 y en este caso tenemos valores que oscilan entre 0,40 a 0,45 (Tabla 6). Igualmente se recomendó realizar muestreos todos los años para llevar un seguimiento de los posibles cambios en las características del suelo, y en el caso de que varíen poder actuar a tiempo haciendo un encalado o alguna otra practica para evitar la degradación del suelo.

### Manejo de riego y telemetría utilizada

Para gestionar el riego y tomar decisiones sobre el momento adecuado para regar, se realiza un muestreo semanal de la humedad del suelo. Este muestreo se lleva a cabo eligiendo algunos sitios representativos dentro del lote. Se utiliza un barrenos o pala para extraer la muestra, la cual se manipula para evaluar su comportamiento. De acuerdo con las características observadas durante la manipulación, se determina el porcentaje de humedad del suelo (Kilimo, 2021):

- 0-25%: Los agregados del suelo se caen con facilidad y no queda manchas en los dedos.
- 25-50%: Se forma una bola débil con superficie rugosa y no quedan manchas de agua en los dedos.
- 50-75%: forma una bola, quedan manchas muy suaves en los dedos, color oscuro, maleable, forma una cinta débil.

- 75-100%: Forma una bola con las marcas de los dedos bien definidas, queda una capa de suelo en los dedos, forma una cinta.

El equipo de riego que se encuentra en el campo es marca LINDSAY y el mismo cuenta con telemetría que permite el manejo y seguimiento del pivote desde una aplicación en la computadora o celular (Figura 9). Esta aplicación permite el encendido y apagado del equipo de forma manual como también realizar programas de riego para cada cultivo designando un milimetraje a cada porción del círculo. También se puede seguir en vivo desde el celular en que posición se encuentra el pívot y a que presión está trabajando mientras aplica una lámina de agua. En el caso de que haya alguna falla y el equipo se detenga, esta aplicación te envía un mensaje para que puedas solucionarlo lo antes posible y poder seguir regando. Algunas fallas detectadas durante el periodo de la experiencia laboral en el pívot fueron:

- Desalineación del equipo: Por esta causa el equipo se detiene con el fin de evitar una ruptura. Esto puede ser causado por la desconexión de un tramo por falta de corriente eléctrica y también cuando patina una rueda por la presencia de barro en las huellas.
- Quemadura de fusibles: Esto ocurre cuando la corriente eléctrica se incrementa por encima del límite diseñado y se daña el fusible para evitar sobrecargas de corriente protegiendo el circuito.
- Baja presión de trabajo: Cuando el equipo trabaja por debajo de un umbral de presión de diseño el mismo se detiene. Esta baja de presión suele ser causada por algún problema en alguna de las 4 bombas que dejan de aportar agua y presión al sistema.

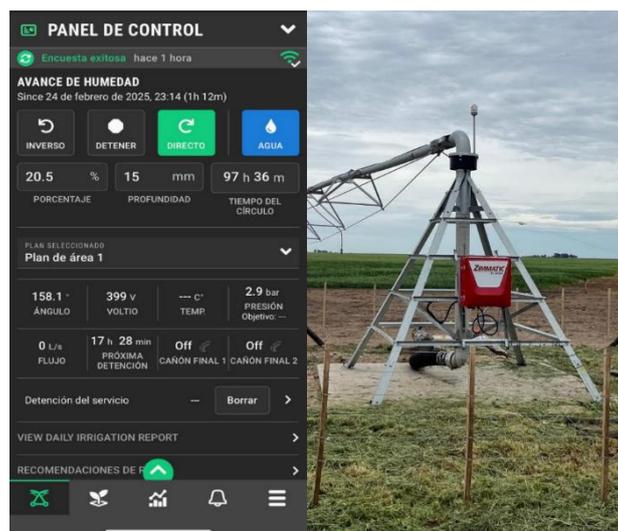


Figura 9: Aplicación fieldNET telemetría para el manejo del riego desde el celular (izquierda), panel de control centro del pivote (derecha).

## Cultivos bajo riego

### Raigrás

Este cultivo se sembró el 20 de febrero en un tercio del pivote. Se utilizó una densidad de siembra de 25 kg/ha y una fertilización a la siembra de 100 kg de mezcla. Luego en el estadio de macollaje se aplicaron al voleo con 200 kg/ha de urea. Las necesidades hídricas del cultivo fueron cubiertas por las precipitaciones (553 mm) y un aporte extra de 210 mm de riego por medio del pivot.

El pastoreo se realizó en parcelas triangulares de 10 ha aproximadamente divididas con piolín eléctrico y haciendo cambios semanales. En la Figura 10 se puede observar el índice NDVI de las distintas parcelas, lo que nos permite hacer un seguimiento del crecimiento del raigrás de cada parcela durante los días sin ocupación.



*Figura 10: Imagen satelital NDVI de la aplicación auravant (izquierda), raigrás 19/4/24 (derecha).*

### Pastoreo

El pastoreo se realiza cuando el verdeo ha logrado buena cobertura del suelo (80%) y el anclaje de las plantas es lo suficientemente bueno como para que no sean arrancados por los animales. En raigrás la disponibilidad óptima para comenzar el pastoreo es de 500 a 600 kg de materia seca/ha, la cual se logra con una altura de 10 a 15 cm. Por otro lado, en avena la disponibilidad inicial óptima es 1000 kg materia seca/ha o 20 cm de altura, y una regla práctica es comenzar el pastoreo cuando las hojas superiores se curvan por su propio peso. Debido a que el porcentaje de materia seca del forraje suele ser bajo en los primeros pastoreos de otoño y comienzos de invierno, es importante observar las deyecciones de los animales para evitar diarreas que puedan afectar la ganancia de peso (Figura 11). En caso de aparecer una alta proporción de bostas líquidas se provee silo de picado de maíz ya que tiene mayor material fibroso.



*Figura 11: Excreciones liquidas (izquierda) y verdeo de otoño con bajo proporción de materia seca (derecha).*

### **Sistema de pastoreo**

El pastoreo es rotativo con el fin de tener el mayor aprovechamiento posible de los verdes, en el cual los animales acceden a un sector del lote mientras el resto permanece en descanso. Con este sistema los animales no pastorean el rebrote (con tiempos de ocupación de una semana) lo que favorece el crecimiento posterior de las plantas. Además, se logra un aprovechamiento más homogéneo de toda la superficie, se minimiza el tránsito y pisoteo de los animales. Otra ventaja del pastoreo rotativo es que se puede evaluar el rebrote y crecimiento y de esta manera realizar ajustes de carga.

La altura de remanente representa el material vegetal que queda una vez que los animales abandonan la parcela para pasar a la siguiente, y es una herramienta práctica que permite optimizar el manejo del pastoreo rotativo. En una experiencia realizada en raigrás se observó que la altura de remanente se relacionó muy bien con la ganancia de peso. A cargas bajas la presión de pastoreo fue baja y los animales salieron de la parcela despuntando el verdeo, lo que generó un remanente alto y muy buenas ganancias de peso. A cargas más altas los animales comieron hasta unos 3-4 cm del suelo, aprovechando mejor el forraje producido, pero con ganancias de peso menores. Esta relación entre altura y ganancia de peso varió según el estado fenológico del verdeo, con resultados diferentes según si el verdeo se encontraba en estado vegetativo o en estado reproductivo (Bendersky *et al.*, 2008).

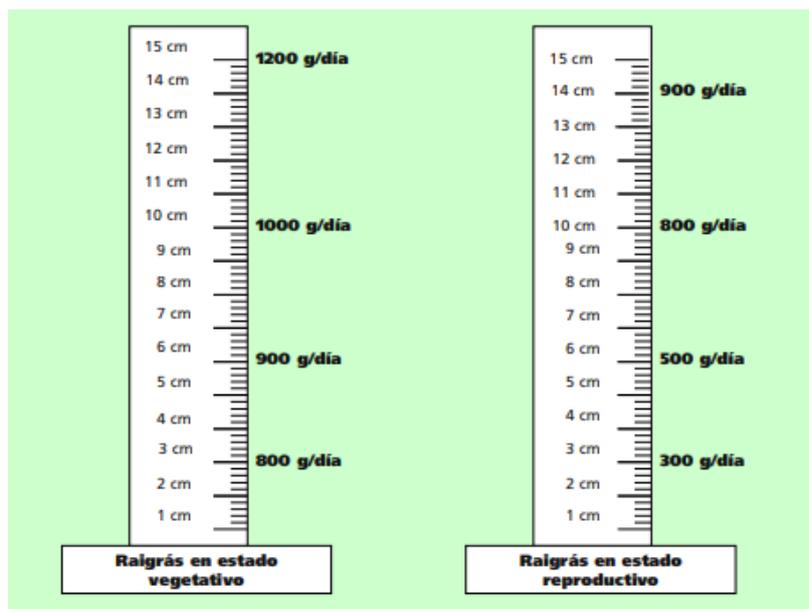


Gráfico 2: Ganancia de peso estimada con distintas alturas de remanente en raigrás en dos estados fenológicos diferentes. Fuente: Bendersky et al. (2008).

Cuando el raigrás está en estado vegetativo (julio a septiembre) y los animales comen solo las hojas, se puede pastorear hasta una altura de unos 5 cm para aprovechar al máximo el forraje disponible. A partir de octubre y hasta fin de noviembre conviene manejar remanentes más altos, para mantener buenas ganancias de peso.

En avena la altura remanente mínima durante el estado vegetativo es más importante que en raigrás ya que la especie es más sensible a una alta intensidad de defoliación. En este caso es conveniente que el remanente durante el estado vegetativo no baje de los 7-8 cm para asegurarse un rebrote rápido (altura de un puño). El ingreso a la parcela ya pastoreada debe ser cuando los macollos de raigrás y avena tengan entre 3 y 4 hojas, después de este estado las hojas basales comenzaran a degradarse con la consecuente pérdida de calidad y sin ningún beneficio para el verdeo.

### Maíz

El cultivo de maíz fue implantado el 10 de octubre sobre un rastrojo de cebada, el cual se había desecado químicamente tres meses antes con el objetivo de realizar un barbecho químico eficiente y acumular agua útil en el perfil del suelo. Se utilizaron dos híbridos de Dekalb adaptados a distintos ambientes del lote y con densidades diferenciadas según la profundidad efectiva del suelo. En las zonas de menor profundidad, se sembró DK 7210 a una densidad de 25.000 plantas/ha, mientras que, en los sectores de mayor profundidad efectiva, se utilizó DK 6952 con una densidad de 65.000 plantas/ha, optimizando así la expresión del potencial productivo según las condiciones edáficas.

En cuanto al esquema de fertilización, se aplicaron 100 kg/ha de DAP al momento de la siembra, seguido de una aplicación de 240 kg/ha de urea el día 18 de octubre, para satisfacer la demanda nitrogenada del cultivo en etapas tempranas de desarrollo.

Durante el ciclo del cultivo, se aplicaron 430 mm de riego complementario, que se sumaron a los 391 mm de precipitaciones acumuladas en el mismo período. La decisión de aplicar láminas de riego se basó en estimaciones de humedad del suelo realizadas mediante calador y pala, priorizando mantener niveles hídricos adecuados en cada etapa fenológica, con el fin de evitar déficits que comprometan el rendimiento.

Además, se realizaron estimaciones de días a floración con el objetivo de identificar el período crítico del cultivo, al cual se le dio prioridad hídrica, especialmente considerando que en otro sector del pivote se encontraba un cultivo de girasol ingresando también en una fase de alta demanda. Esta estimación se llevó a cabo mediante el conteo de hojas por abrir (Figura 12b), considerando que se despliega una hoja cada 40 unidades de grado de crecimiento (GDUs). Para calcular esto, se resta la temperatura base del cultivo (8 °C) a la temperatura media diaria, lo que permite proyectar el intervalo de emergencia foliar.

Finalmente, para determinar el momento de suspender el riego, se utilizó como criterio el avance de la línea de leche del grano (Figura 12c), considerando el punto medio del grano como referencia para el corte del suministro de agua, asegurando así una eficiente terminación del llenado sin excesos innecesarios.



*Figura 12: a) maíz en estadio v8, b) estimación de días a floración, c) decisión de finalizar el riego y estimación de rinde.*

A partir del momento que finalizó el ciclo del cultivo se fueron realizando mediciones de humedad con el fin de determinar el momento adecuado de cosecha. Esta medición se realizó tomando 4 choclos al azar en el lote y luego desgranarlos a mano para realizar la medición utilizando un medidor de humedad (Figura 13).



Figura 13: toma de muestras (izquierda), medición de humedad (derecha).

Finalmente, el cultivo se cosecho el 28/04 y su rendimiento promedio fue de 13300 kg/ha. Este valor no se puede comparar con rindes anteriores ya que es el primer año que se realizó un maíz bajo riego para cosecha en el establecimiento. Igualmente, dicho rendimiento fue elevado y posiblemente supere los rindes de los próximos años ya que el ciclo del cultivo se desarrolló en un verano de temperaturas bajas y altas precipitaciones. Una vez cosechado el cultivo se determinó el margen bruto del mismo (Tabla 7) para luego evaluar la rentabilidad del equipo de riego.

Tabla 7: Margen bruto cultivo de maíz bajo riego.

<b>Maíz Bajo Riego</b>	<b>\$US</b>
Arrendamiento	74,89
Insumos	462
Labores	209,6
Milímetros aplicados + Rep y reparaciones + Amortización	480
Costos del cultivo	1227
Precio Neto / t	176
Rendimiento (Kg)	13300
Ingreso Neto	2340
Rinde de indiferencia (kg)	6974
<b>Margen Bruto</b>	<b>1113</b>

#### **Avena**

El cultivo de avena se sembró a principios de abril con una densidad de 80 kg/ha, donde una parte del lote se pastoreo y el resto se dejó con el fin de picarse. Sobre la superficie a picar se hizo una estimación de rinde con el fin de predecir la producción

y determinar el momento óptimo para realizar el picado. Esta determinación se hizo mediante los siguientes pasos:

- Selección de la zona de muestreo: Se seleccionó una zona representativa del picado.
- Muestreo: Se tomaron 5 muestras de 0,25 m<sup>2</sup> cada una (repeticiones).
- Cosecha del forraje: Se extrajo el forraje de cada muestra utilizando tijeras (Figura 14 a).
- Almacenamiento y rotulación: Se almacenó cada muestra en bolsas separadas y se rotuló cada una (Figura 14 b).
- Pesaje: Se pesó cada muestra para determinar el peso fresco (Figura 14 c).
- Determinación del porcentaje de humedad: Se determinó el porcentaje de humedad de 3 muestras tanto en la avena bajo riego como en secano utilizando un microondas. Se colocó cada muestra en el microondas en tandas de 5 minutos hasta alcanzar un peso constante.
- Cálculo del peso seco: Se calculó el peso seco de cada muestra restando el peso de agua (determinado por el porcentaje de humedad) del peso fresco.
- Promedio de las muestras: Se calculó el promedio del peso seco de las 3 muestras para determinar un % MS representativo del lote dando como resultado 30% MS la avena bajo riego y 40% MS la avena en secano.

Tabla 8: resultados de estimación de rendimiento de picado de avena bajo riego.

Muestra	PF 0,25m <sup>2</sup>	PF/m <sup>2</sup>	MF
	g		kg/ha
1	1335	5340	53400
2	1777	7108	71080
3	1402	5608	56080
4	1280	5120	51200
5	1310	5240	52400
<b>Promedio</b>			56832

*PF: Peso fresco, MF: Materia fresca*



Figura 14: a) toma de muestras, b) almacenamiento de muestras c) pesaje de muestras.

Además de picarse la avena bajo riego se picaron varias en seco donde también se realizó una estimación de rinde utilizando el mismo procedimiento.

Tabla 9: resultados de estimación de rendimiento de picado de avena en seco.

Muestra	PF 0,25m <sup>2</sup>	PF/m <sup>2</sup>	MF
	g		kg/ha
1	747	2988	29880
2	642	2568	25680
3	520	2080	20800
4	685	2740	27400
5	617	2468	24680
<b>Promedio</b>			25688

PF: Peso fresco, MF: Materia fresca

Esta estimación de rinde se realizó una semana antes de comenzar a picar. Durante el proceso de picado se fue controlando el tamaño con el fin de lograr un corte homogéneo (Figura 15), para mejorar la compactación del silo.



*Figura 15: control de homogeneidad de picado, elaboración de picado.*

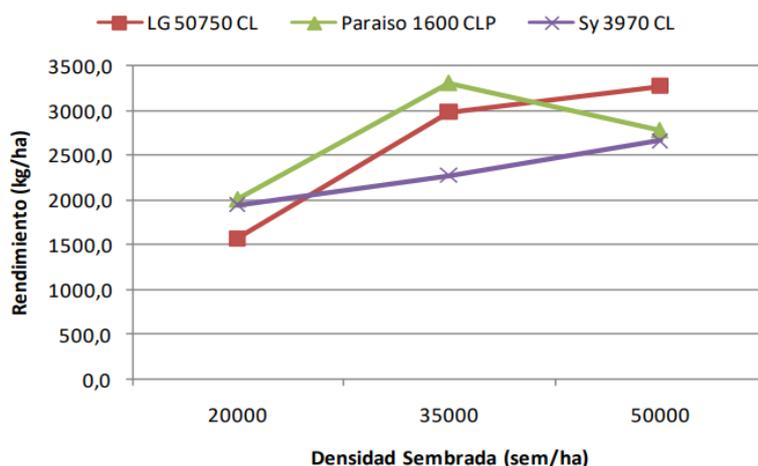
Además de participar en el momento de picado se analizó las mejores zonas para ubicar los silos bolsas. Para esto se tuvieron en cuenta los lugares altos con buen drenaje para evitar que se junte agua alrededor del silo. También se buscaron sectores cercas de las aguadas para luego facilitar la disposición de este.

### **Girasol**

El cultivo de girasol fue implantado el 1 de diciembre, utilizando la variedad Syngenta 3970, con una densidad de siembra de 60.000 semillas/ha. La implantación se realizó sobre rastrojo de avena picada, en condiciones que favorecieron una buena emergencia del cultivo. En cuanto al esquema de fertilización, se aplicaron 80 kg/ha de DAP al momento de la siembra, y posteriormente, en el estadio V8, se realizó una fertilización nitrogenada de cobertura con 180 kg/ha de urea, a fin de acompañar la demanda nutricional del cultivo en etapas clave de crecimiento.

A los 15 días posteriores a la siembra, se llevó a cabo un recuento de plántulas emergidas, una práctica esencial para evaluar el establecimiento del cultivo (Figura 17 a). La medición se realizó sobre 19 metros lineales, considerando un distanciamiento entre hileras de 52 cm, y arrojó un promedio de 52.000 plantas/ha.

De acuerdo con resultados de un ensayo del CREA Sudoeste realizado en la región, la densidad óptima para este híbrido se sitúa en torno a las 50.000 plantas/ha, por lo que los valores obtenidos se consideran muy satisfactorios y dentro del rango recomendado, asegurando un adecuado stand de plantas para maximizar el rendimiento potencial (CREA, 2020)



*Gráfico 3: Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de tres híbridos.  
Fuente: CREA Sudoeste (2020).*

Durante el ciclo de cultivo se hizo un seguimiento y se encontró una alta presencia de isoca a partir del estadio R6, esto estaba produciendo una elevada tasa de defoliación. Por este motivo, se decidió a realizar un control con una aplicación aérea de alfa cipermetrina con una dosis de 200 cm<sup>3</sup>/ha. Se empleó un avión porque el cultivo se encontraba en estadio desarrollado y se quería evitar el pisado de plantas y pérdidas de ejemplares.



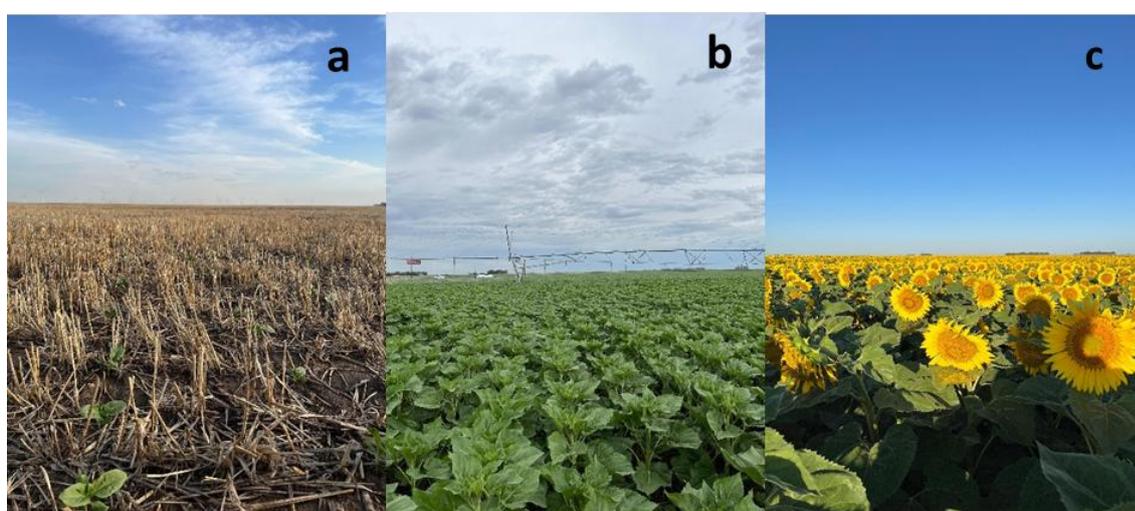
*Figura 16: Cultivo afectado por isoca.*

El nitrógeno, el fósforo y el boro (B) son los nutrientes más limitantes para el cultivo de girasol. Se considera que el 80% del área cultivada con girasol en la región Pampeana es deficitaria en B para ese cultivo. Fallas en el desarrollo y expansión de cotiledones, hojas pequeñas y deformadas, rotura de tallos, caída de capítulos y mal llenado de granos son algunas consecuencias de esta deficiencia. Con el fin de evitar estas deficiencias en el cultivo se hizo una aplicación con Sugar mover stoler® que es un fertilizante líquido compuesto por boro, molibdeno y poliaminas que esta formulado para optimizar el movimiento de azúcares en las plantas, promueve la

<b>Girasol Bajo Riego</b>	<b>\$US/ha</b>
Arrendamiento	74,89
Insumos	378
Labores	73,8
Milímetros aplicados + Rep. y reparaciones +Amortización	204,3
Costo de cultivo	731,5
Precio Neto / t	381
Rendimiento (kg)	3416
Ingreso Neto	1302
Rinde de indiferencia(kg)	1909
Margen Bruto	570

conversión de nitrógeno nítrico en forma metabólica funcional, por lo que fortalece el desarrollo de los cultivos y maximiza sus rendimientos.

En cuanto a enfermedades no se registraron daños importantes. Para evitar la aparición de las mismas se hizo una aplicación preventiva con fungicida orquesta® que está compuesto por tres principios activos. El principio activo pyraclostrobin ejerce una acción fisiológica positiva en la planta, interviniendo en el proceso de formación de los granos, mejorando su calidad y rendimiento. Epoxiconazole es un triazol de la familia de los inhibidores del ergosterol (IBE) con acción sistémica y de larga residualidad. La combinación de los tres ingredientes activos permite disminuir el riesgo de desarrollo de resistencia de los fungicidas y contribuye al control fúngico.



*Figura 17: a) conteo de plantas b) cultivo en estadio V10 c) imagen cultivo en floración.*

La cosecha se realizó el 27 de abril dando un rendimiento promedio de 3416 kg/ha. Luego teniendo los datos necesarios se determinó el margen bruto del cultivo (Tabla 10).

*Tabla 10: Margen bruto cultivo de girasol bajo riego.*

## **Tecnologías Aplicadas**

### **Auravant**

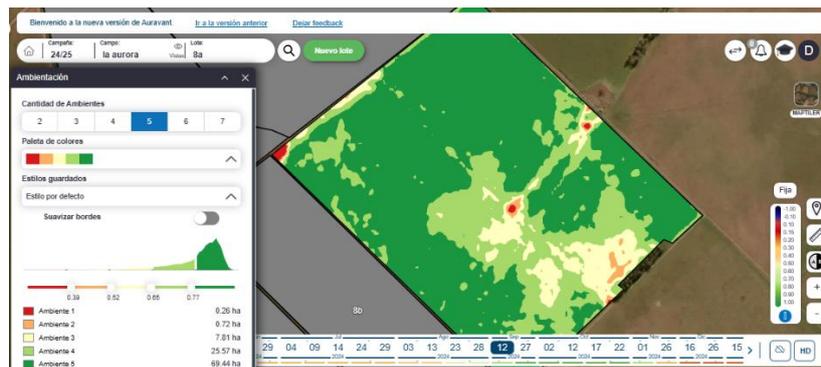
Auravant es una plataforma tecnológica para la agricultura digital que ayuda a los productores a registrar, analizar y gestionar información agronómica. Permite integrar datos de diversas fuentes como imágenes satelitales, mapas de rendimiento, pronósticos de lluvia, sensores y estaciones meteorológica.

Monitoreo de cultivos por imágenes satelitales:

- Visualización de índices como NDVI, GNDVI o NDRE para detectar variabilidad en el lote.
- Seguimiento del estado vegetativo de los cultivos en tiempo real.
- En las fertilizaciones se suele realizar una franja de suficiencia. La cual se trata de una pasada de maquina en la que se aplica una mayor dosis de fertilizante. Esta franja actúa como referencia o control para saber cómo se comporta el cultivo cuando no tiene limitaciones de nutrientes. Esto sirve para comparar el desarrollo del cultivo en esa franja con el resto del lote, y así determinar si las plantas fuera de la franja están recibiendo suficiente fertilizante. Si el cultivo en la franja de suficiencia crece significativamente mejor, eso indica que hay una deficiencia nutricional en el resto del lote.

Manejo por ambientes:

- Identificación de zonas de manejo dentro de un lote en base a productividad histórica o imágenes satelitales.
- Definición de estrategias de fertilización, siembra y riego diferenciadas por ambiente.



*Figura 18: Ambientación de lotes mediante la plataforma Auravant para la siembra de trigo.*

#### Planificación de labores agrícolas:

- Creación y asignación de órdenes de trabajo (siembra, fertilización, pulverización, cosecha).
- Registro de actividades realizadas en el campo con georreferenciación.

#### Carga y análisis de mapas:

- Integración de mapas de rinde, aplicaciones y prescripciones desde monitores de maquinaria.
- Comparación entre campañas para evaluar resultados y tomar decisiones a futuro.

#### Generación de prescripciones variables:

- Elaboración de archivos de prescripción para siembra, fertilización o pulverización variable.
- Exportación de estos archivos para su uso directo en maquinaria con agricultura de precisión.

#### Registro y trazabilidad de lotes:

- Carga de datos de productos aplicados, fechas, condiciones climáticas y responsables de cada tarea.
- Seguimiento completo del historial del lote desde la siembra hasta la cosecha.

#### **Drones**

La digitalización de la agricultura está cobrando relevancia en los sistemas agropecuarios, incluyendo el uso de drones. Unos de los procesos donde los drones están teniendo un impacto significativo es la realización de prescripciones como la aplicación de fitosanitarios para el control de malezas, insectos y enfermedades.

En 2025 el establecimiento adquirió dos drones, un modelo Mavic multiespectral y otro Agras T50 (Figura 19). El Mavic multiespectral nos permite volar los lotes tomando varias imágenes aéreas para luego formar un ortomosaico tanto de imágenes RGB como de NDVI, las cuales luego nos sirven para hacer un seguimiento de las condiciones del cultivo. El dron modelo T50 se utilizó después de emplear el Mavic para hacer aplicaciones selectivas. Estos drones se adquirieron para realizar el control selectivo de malezas resistentes, siembras de cultivos de cobertura al voleo sobre cultivos de maíz en pie, control de malezas sobre maíz en pie para barbechos tempranos, aplicación de carminativo sobre las parcelas de alfalfa próximas a comer, conteo de animales con imágenes aéreas, etc.



*Figura 19: Dron aplicador Agras T50 (izquierda), Mavic 3 multiespectral (derecha).*

El proceso de pulverización de una máquina terrestre, avión o un dron siguen los mismos principios como: almacenamiento del producto, bombeo, filtrado y atomización a través de boquillas o aspersores con la finalidad de llegar al blanco objetivo. Sin embargo, a continuación, se citan ventajas y desventajas de la aplicación realizada con drones respecto a las tradicionales que se efectúan de manera terrestre y aérea (Apresid, 2025):

Ventajas:

- Versatilidad y capacidad de operar en zonas donde los equipos terrestres no pueden ingresar de manera permanente o por estado del cultivo o del lote, como suelos anegados o encharcados, cultivos altos, topografía difícil, entre otros.
- Precisión en la aplicación, permitiendo tratamientos de pulverización variable más localizados, sectorizando áreas problemáticas.

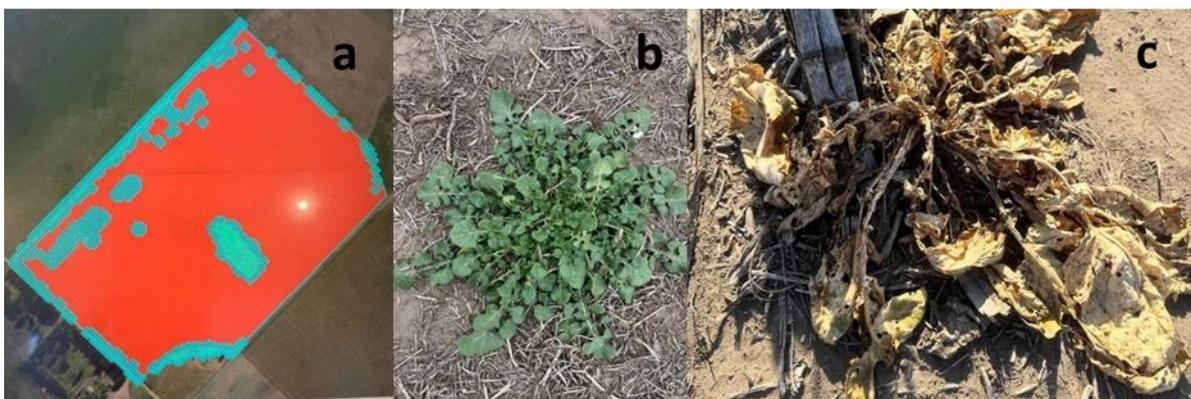
- Ausencia de huella, evitando transitar cultivos con la consecuente pérdida de rendimiento por el impacto de la huella de la maquinaria, pérdida que puede rondar entre el 1 al 5%. También se evita la compactación del suelo y el “marcado” del lote cuando las condiciones no son las ideales. A esto se le suma la capacidad de “manchonear” el lote sin pisarlo.
- Mayor seguridad para el operador, la operación a distancia conlleva menor exposición directa a los productos que en los demás vehículos.
- Amplio rango de velocidad y altura de trabajo, logrando adaptarse a diferentes requerimientos.
- Reducción de costos, tienen una erogación inicial más baja que los aviones y máquinas terrestres. Además, requieren menos mantenimiento y pueden operar con menor consumo de combustible.

#### Desventaja:

- Menor tamaño de gota: Para hacer uso eficiente del caldo durante el vuelo, se debe disminuir el tamaño de gota, lo que aumenta el riesgo de deriva. Por ello es fundamental tener en cuenta las condiciones ambientales, especialmente la variación de temperatura, velocidad y la dirección del viento. Además, estas gotas tienen una mayor concentración del principio activo, por lo que, si bien reduce el posible efecto de los cationes del agua de mala calidad, también existe un mayor riesgo de corte de mezclas más puras.
- Ausencia de “agitado”: No cuentan con un sistema de agitado en el tanque de almacenamiento. Esto dificulta el uso de las formulaciones más difíciles, como suspensiones concentradas, polvos mojables, gránulos dispersables o mezclas de diversos activos. La logística para estas aplicaciones requiere tanques de apoyo donde se pueda formular y evaluar las distintas mezclas.
- Menor autonomía: Su autonomía depende directamente de la duración de las baterías, lo que implica tiempos de recarga y una logística adicional. Por lo general, los drones pueden cubrir entre 3-4 hectáreas por vuelo.
- Baja capacidad del tanque: Tienen una capacidad limitada de carga del tanque de almacenamiento. Los modelos más grandes rondan los 40/50 L. No suelen llenarse del todo, ya que la carga del tanque limita la duración de la batería.
- Sólo permite mezclas simples y dosis bajas: los equipos no pueden utilizar mezclas de muchos activos, principalmente herbicidas. Las dosis no pueden ser elevadas en L/ha de activo y de caudales por su limitada capacidad de carga, lo que reduce la capacidad operativa.
- En el uso para insecticidas y fungicidas, dadas las características particulares de los tratamientos no debería presentar mayores inconvenientes. Ahora bien, aplicar herbicidas presenta desafíos mayores dado que el control

efectivo de malezas depende en muchos casos del volumen de aplicación (L/ha) y los tipos específicos de herbicidas utilizados.

Durante el período evaluado, se procedió a realizar la calibración del dron DJI Mavic para realizar múltiples pruebas operativas, entre ellas, el relevamiento aéreo sobre un lote con rastrojo de soja, con el objetivo de identificar y delimitar áreas con presencia de nabos resistentes para una posterior aplicación selectiva (Figura 20a). La aplicación se realizó utilizando el dron DJI Agras T50, con una dosis de 4 L/ha de glifosato, 1 L/ha de 2,4-D y 50 g/ha de Hit, diluidos en un volumen total de 10 L/ha de caldo. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, evidenciándose un buen nivel de control de malezas y una reducción significativa de insumos aplicados.



*Figura 20: a) mapeo con zonas de aplicación variable (azul zona aplicada), b) Nabo presentes en el lote, c) Nabo 15 días luego de la aplicación.*

Otra de las utilidades implementadas fue el conteo de lotes de animales mediante imágenes aéreas obtenidas con drones, como se muestra en la imagen siguiente (Figura 21). Esta metodología permite reducir el margen de error humano en el recuento, al tiempo que agiliza y optimiza el proceso, especialmente en sistemas extensivos donde el control visual directo puede resultar limitado o impreciso.



*Figura 21: conteo de animales con imagen aérea.*

Estas nuevas tecnologías son un gran avance en los sistemas agropecuarios por lo que hay que saber aprovechar al máximo el potencial de las mismas ya que nos pueden dar varios beneficios en la producción aumentando la productividad y disminuyendo costos.

### Ganadería

La producción ganadera del establecimiento La Aurora abarca las etapas de cría, recría y engorde de novillos. La base de esta actividad es un rodeo compuesto por aproximadamente 600 vacas, en su mayoría de raza Angus negra. Se implementa un servicio estacionado de dos meses, durante septiembre y octubre. Respecta al plan sanitario, se observa en la Tabla 11 las prácticas por categoría para cada uno de los meses del año.

Tabla 11: Plan sanitario del establecimiento.

Categoría	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vacas		tacto sangrado			Piojo Diarrea neonatal	Parición			Servicio			
Terneros Propios (al Pie de la madre)		Triple Neumonía querato	Repetición A 15 días (t-n-q) +doramectina destete						Triple Neumonía querato			
Terneros compra		Ingreso: Triple Neumonía Querato doramectina	Repetición a 15 días Triple neumonía Querato		Piojo							
novillitos	Antiparasit. (antes de encierre)											
toros			antiparasit			análisis			Antiparasit			

### Fuentes forrajeras de vacas

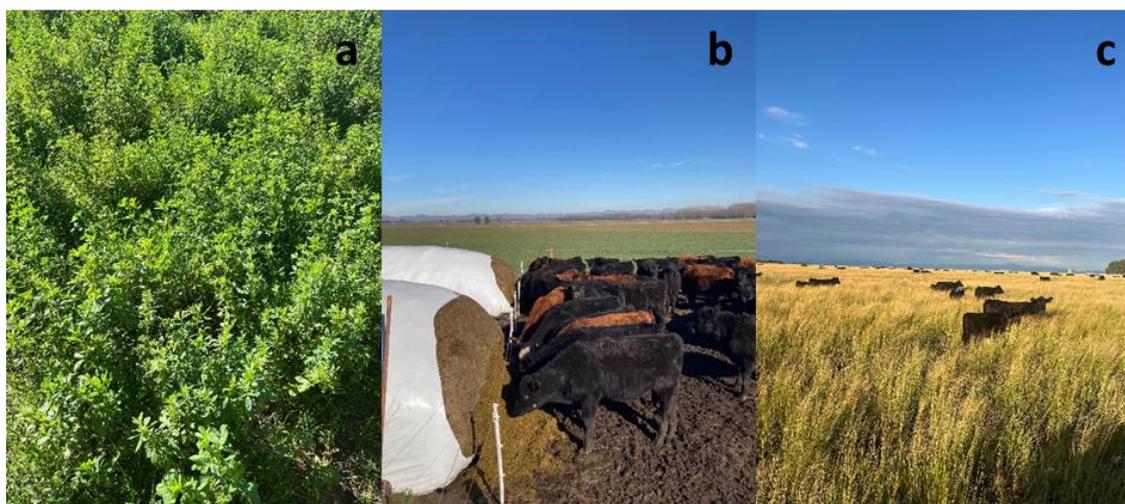
La alimentación del rodeo de vacas se basa principalmente en pasturas implantadas, conformadas por asociaciones forrajeras como cebadilla–alfalfa (Figura 22a), alfalfa–agropiro, alfalfa–pasto oville o mijo perenne (Figura 22c), lo que permite una adecuada oferta de forraje durante gran parte del año. A esto se suma el aprovechamiento estratégico de rastrojos mediante pastoreo, lo cual contribuye a extender la disponibilidad de recursos sin incurrir en costos adicionales.

Durante los períodos de baja producción forrajera, el sistema se complementa con el suministro de ensilajes de maíz o avena (Figura 22b). La distribución se realiza directamente desde el silo, utilizando un alambre eléctrico móvil que regula el

avance diario del rodeo, permitiendo así un consumo controlado. Esta técnica minimiza las pérdidas por pisoteo y por deterioro aeróbico del ensilaje. Asimismo, favorece el aprovechamiento uniforme del forraje conservado y mejora la eficiencia del sistema. En la Tabla 12 se detalla la planificación de la cadena forrajera anual destinada a la alimentación del rodeo de vacas, incluyendo los recursos disponibles en cada mes del año.

*Tabla 12: Cadena forrajera para vacas de cría.*

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pastura												
Rastrojo												
Mijo perenne												
Picado												



*Figura 22: a) vista de una pastura de Alfalfa, b) ensilaje de maíz en autoconsumo c) vista de una pastura de mijo perenne.*

### **Cadena forrajera en la invernada**

En la Tabla 13 se detalla la cadena forrajera utilizada durante el ciclo de invernada, la cual está compuesta por diferentes recursos que se integran de manera estratégica a lo largo del año. El sistema se inicia con el aprovechamiento de mijo perenne durante el verano, seguido por el suministro de picado de avena o maíz como suplemento, según la disponibilidad. Posteriormente, los animales ingresan a los verdeos de invierno, que constituyen la base principal de la recría. Finalmente, la terminación del ciclo se realiza en corral, utilizando dietas formuladas para alcanzar los objetivos de engorde requeridos para la venta.

La señalada y castración se realizan manualmente por parte del personal del establecimiento, a medida que se producen los nacimientos dentro del lote. Este manejo diario permite agilizar las tareas sanitarias y facilita un registro semanal actualizado de los nacimientos.

Tabla 13: Cadena forrajera para invernada.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mijo perenne												
Picado												
Verdeo de invierno												
Corral de terminación												

El destete se lleva a cabo de manera tradicional, a los seis meses de edad, con un peso vivo promedio de 180 kg. En situaciones donde la disponibilidad de pasto es limitada o los verdeos no presentan condiciones adecuadas de pastoreo, se realiza un destete anticipado, llevando los terneros a un corral de recría para continuar el desarrollo del ternero en condiciones controladas.

La dieta suministrada en el corral se formula de la siguiente manera:

- 29% grano de maíz
- 10% núcleo proteico (descrito en el apartado de terminación)
- 58% silo de maíz
- 3% poroto de soja crudo

El consumo de materia seca se estima en el 2,1% del peso vivo, y la ración se prepara y suministra diariamente mediante un mixer, distribuyéndose en comederos lineales. La cantidad de alimento entregado se ajusta progresivamente en función del aumento de peso de los animales.

Para evaluar el desempeño productivo, se realiza una pesada grupal al ingreso y al egreso del corral, lo que permite analizar las ganancias de peso promedio por lote durante el período de recría. Tal como se observa en la Tabla 14, aquellos terneros que permanecieron más tiempo en el corral lograron mejores tasas de ganancia diaria, en comparación con los que transitaron un período más corto.

Tabla 14: Análisis de corral de recría.

Lotes	Nº de Animales	Fecha Entrada	Fecha Salida	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Días de estadía en corral	Ganancia diaria (g/d)
-------	----------------	---------------	--------------	-------------------	-----------------	---------------------------	-----------------------

Nacidos en el campo	356	22/12	29/4	170	275	130	800
Compra	263	5/3	29/4	205	235	55	550

Los terneros propios, junto con otros lotes incorporados posteriormente, continúan la etapa de recría sobre verdeos de invierno, manejados en parcelas mediante un sistema de pastoreo rotativo, tal como se describe en el apartado correspondiente. En las primeras etapas del pastoreo, se complementa la alimentación con picado de avena o maíz, según la disponibilidad en el establecimiento, suministrado directamente desde el silo.

Durante este período se realizó un seguimiento productivo, tanto de los terneros provenientes del corral de recría como de los adquiridos posteriormente. El análisis determinó una ganancia de peso promedio de 590 g/día, medida a lo largo de un ciclo de 270 días.

Tabla 15: Análisis de invernada sobre verdeos de invierno.

	Nº animales	Fecha entrada	Peso entrada	Fecha de salida	Peso de salida	Días de pastoreo	Ganancia (g/día)
Total terneros	1178	09/05/2024	236	04/02/2025	386	270 días	560

En el momento en el cual los verdeos disminuyen su producción, se realiza un aparte de los novillos más pesados, con el fin de armar los primeros grupos de animales con destino al engorde a corral.

Durante los primeros días del encierre se realiza un período de adaptación. En los dos primeros días se suministra exclusivamente rollo de alfalfa y cebadilla. A continuación, durante la primera semana, la dieta se compone de rollo, grano de maíz con un 10% de núcleo proteico (administrado mediante silos de autoconsumo) (Figura 23b) y picado de avena ofrecido *ad libitum* (Figura 23a). Finalizado este período, se retira el rollo, quedando como dieta estable el ensilaje junto con grano de maíz más núcleo proteico al 10%, la cual se mantiene durante todo el ciclo de encierre. El núcleo que se utiliza se denomina "concentrado carne nutres" (suplemento alimenticio concentrado proteico) el cual cuenta con las siguientes características:



- Tenor de proteína bruta: 30% Min
- Tenor extracto etéreo: 3% Min
- Tenor de fibra cruda: 3% Max
- Tenor de minerales totales; 11 Max
- Tenor de humedad: 10% Max
- Tenor de calcio: 3-5%
- Tenor de fósforo: 1-3%
- Energía metabolizable: 2300Kcal/kg

En el momento de encierre de cada lote se realiza una pesada de los animales y luego se vuelven a pesar cuando salen del mismo con destino a frigorífico. Como sabemos los días que están los animales en el corral, calculamos la ganancia de peso diario durante el periodo de encierre (Tabla 16).

*Tabla 16: Resultados encierre de terminación.*

Fecha encierre	Nº Cabezas	Peso entrada	Peso salida	Día faena	Días de corral	Ganancia (kg/día)
20/01/25	995	397 kg	495 kg	17/4/25	87	1,133

Según información recolectada de años anteriores las ganancias de peso diaria en el corral de terminación rondan entre 1,0 kg y 1,3 kg. Los registros obtenidos para este período se encuentran entre los valores promedios del establecimiento.



*Figura 23: a) picado de avena, b) silo autoconsumo, c) maíz + núcleo al 10%.*

### **Análisis y propuesta de mejora del sistema productivo.**

Luego de analizar el sistema productivo actual y considerando lo observado, si tuviera que aportar una opinión y proponer una modificación orientada a aumentar la producción, sugeriría incrementar la cantidad de cabezas de invernada y, en contrapartida, reducir o eliminar el rodeo de cría. Esta propuesta se basa, por un lado, en que las condiciones climáticas del establecimiento favorecen una mayor producción de forraje durante el período de invernada (mayo a diciembre). Esto permitiría reducir la presión forrajera en verano, cuando la oferta disminuye debido al déficit hídrico, y aprovechar de forma más eficiente el potencial productivo del sistema en los meses más favorables.

Por otro lado, actualmente se utiliza picado de maíz para suplementar el rodeo de vacas durante el verano, lo cual considero una práctica poco eficiente, ya que implica un alto costo y el uso de un forraje de muy buena calidad para una categoría que no lo requiere en ese nivel. En este contexto, se deberían replantear las fuentes forrajeras del sistema, eliminando, por ejemplo, el mijo perenne de crecimiento estival y aumentando la superficie destinada a verdeos de invierno. Esto permitiría sostener una mayor carga de invernada y ajustar la oferta forrajera a los períodos de mayor eficiencia y disponibilidad.

Otra propuesta que considero útil es la implementación de caravanas electrónicas. Esta tecnología, además de reducir el tiempo de trabajo al evitar la identificación manual previa a la carga de cada tropa, permite obtener una gran cantidad de datos de forma más sencilla y eficiente. Entre sus ventajas se destaca la posibilidad de realizar un seguimiento individual de los animales, lo que facilita la toma de decisiones basada en datos concretos. Por ejemplo, se podrían detectar diferencias significativas en las ganancias de peso entre lotes provenientes de distintos proveedores, lo que permitiría ajustar futuras compras y estrategias de manejo en función del rendimiento real.

Por otra parte, en relación a la rotación bajo riego, sugeriría incorporar un cultivo de cobertura como vicia luego del maíz. Esta vicia podría sembrarse con dron mientras el maíz aún está en pie, lo que permitiría adelantar tiempos y asegurar una buena cobertura del suelo al momento de la cosecha. Esta práctica aportaría múltiples beneficios al sistema:

- Fijación biológica de nitrógeno, reduciendo la necesidad de fertilizantes.
- Excelente control de malezas por competencia.
- Retención de los residuos de cosecha del maíz, protegiendo el suelo.
- Uso como forraje de alta calidad, en caso de ser necesario, mediante pastoreo con la invernada.

En conjunto, estas modificaciones permitirían adaptar el sistema de manera más eficiente a las condiciones específicas del establecimiento, incrementando tanto la productividad como la sostenibilidad del sistema.

## BIBLIOGRAFIA

- Apresid. (2025). Aplicaciones con drones: una tecnología que promete ventajas, pero adeuda regulaciones Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/blog/aplicaciones-drones-tecnologia-promete-ventajas-adeuda-regulaciones>
- Apresid. (2015). Verdeos de invierno: ¿un eslabón casi perdido de la cadena forrajera? Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/blog/verdeos-de-invierno-un-eslabon-casi-perdido-de-la-cadena-forrajera>
- Auravant. Sitio oficial de Auravant. Disponible en: <https://www.auravant.com/>
- Bayer Argentina. Biotecnología | Agro Bayer. Disponible en: <https://www.agro.bayer.com.ar/dekalb/biotecnologia>
- 
- Bendersky, D, Barbera, P, Borrajo, CI, Zapata, P & Maidana, C. (2008). Pautas para el manejo del pastoreo de raigrás. Noticias y Comentarios N° 431. EEA INTA Mercedes, Corrientes.
- 
- Bona, L. (2021). ¿Del granero al supermercado del mundo? El agro, la generación de divisas y los cambios en las políticas sectoriales en el siglo xxi. En Wainer (ed.), ¿Por qué siempre faltan dólares? Las causas estructurales de la restricción externa en la economía argentina. Buenos Aires: Siglo XXI.
- CREA Sudoeste. (2020). Manejo de girasol. CREA Sudoeste. Disponible en: <https://creasudoeste.org.ar/wp-content/uploads/2020/08/Web-Manejo-Girasol-3.pdf>
- Giubergia, JP, Salinas, A, Severina, I, Boccardo, M, Aimar, F & Lavado, RS. (2021). Efecto del riego suplementario sobre el suelo y el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) en el centro norte de la provincia de Córdoba. *Agronomía & Ambiente*, 41, 71-82.

- Guerrero, AL, De Batista, M & Estrada, ME. (2020). Investigaciones para el desarrollo territorial del sudoeste bonaerense (Provincia de Buenos Aires– Argentina), 1ª ed. - Bahía Blanca: Editorial de la Universidad Nacional del Sur. Ediuns, 342 p. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/6116/Investigaciones%20para%20el%20Desarrollo%20Territorial%20del%20sudoeste%20bonaerense.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kilimo (2021). Estimación de humedad al tacto para suelos francos. Disponible en: <https://youtu.be/gID6g8TTx60>
- Lindsay Corporation. “FieldNET – Monitoreo y control remoto del riego.” Disponible en: <https://www.lindsay.com/lam/es/riego/marcas/fieldnet/>
- Marzialetti, G. (2015). Ganadería de ciclo completo sobre verdeos en Tornquist. Aapresid. Disponible en <https://www.aapresid.org.ar/blog/ganaderia-de-ciclo-completo-sobre-verdeos-en-tornquist/>
- Meteoblue. (2025). Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Tornquist. Disponible en: [https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/tornquist\\_argentina\\_3834184](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/tornquist_argentina_3834184)
- Municipio de Tornquist. Partido de Tornquist. Sitio oficial del Municipio de Tornquist. Disponible en: <https://tornquist.com.ar/partido-de-tornquist/>
- Nava, O. (2006). Zonificación Agroeconómica y Sistemas Productivos predominantes, Secretaría de Agricultura. Disponible en: <http://www.ora.gov.ar/archivos/zonificacion%20y%20sistemas%20productivos.pdf>
- OpenAI. (2025). ChatGPT (versión GPT-4º). Disponible en: <https://chat.openai.com>
- Stoller Argentina. Sugar Mover. Disponible en: <https://www.stoller.com.ar/producto/sugar-mover.html>