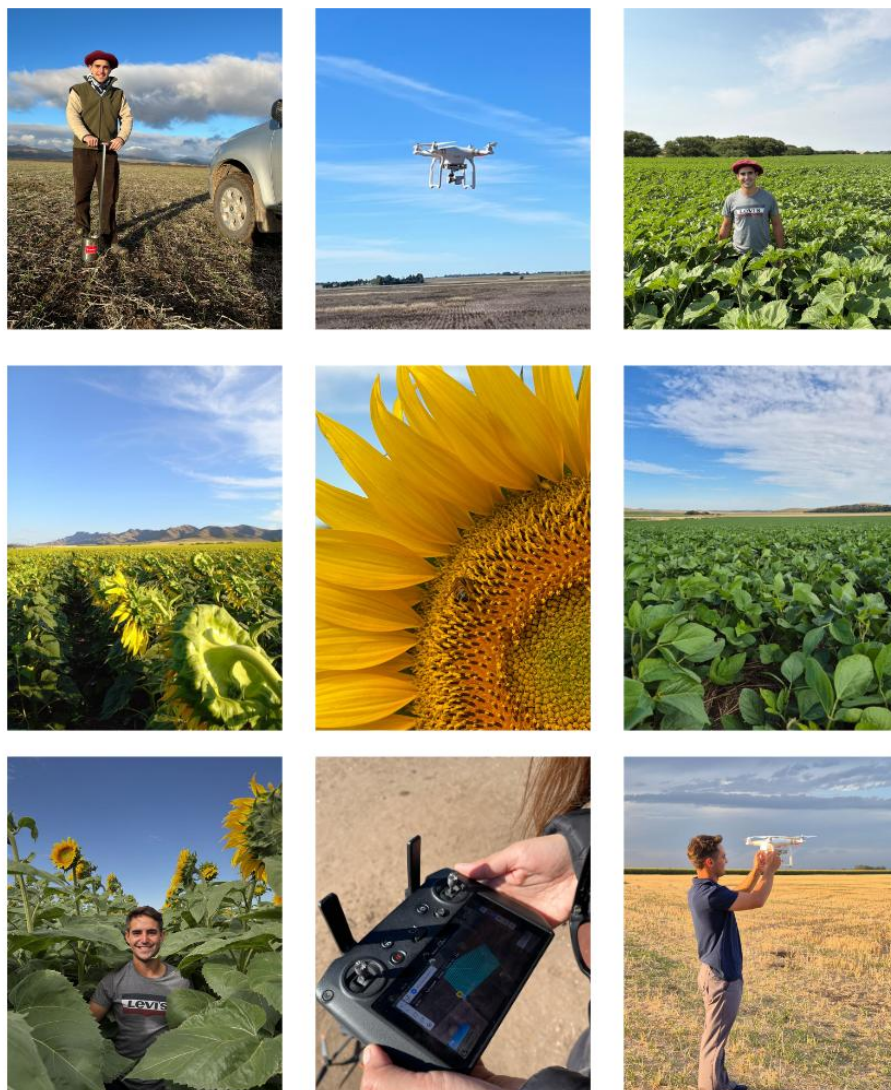


MONITOREO DE INSECTOS, NUTRICIÓN DE CULTIVOS Y AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN SISTEMAS AGRÍCOLAS DEL PARTIDO DE SAAVEDRA

Práctica Profesional Supervisada



Juan Segundo Favre

Docente tutora: Dr. Ureta, María Soledad.

Docentes consejeros: Dr. Pandolfo, Claudio Ezequiel;

Dr. Presotto, Alejandro Daniel

Asesor externo: Ing. Agr. Cejas, Luján



Departamento de Agronomía
Universidad Nacional del Sur

Marzo 2026



AGRADECIMIENTOS

A mi familia, especialmente a mi papá, mi mamá y mis hermanos, por el apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera. Gracias por acompañarme en cada etapa, por confiar en mí y por ser el sostén fundamental que hizo posible este recorrido.

Gracias, papá y hermanos, en las horas compartidas en el campo aprendí lo que es el sacrificio, la dedicación y la pasión por hacer las cosas siempre lo mejor posible, buscando superarse y crecer. Muchas veces los resultados no son los esperados y duele, pero siempre volviendo a intentar y dar lo mejor.

A los grandes amigos que conocí en la facultad, en especial a Lucas, Tato, Toto, Manu y Mili, quienes hicieron que el camino fuera mucho más llevadero. Las horas de estudio, las charlas y el compañerismo quedarán siempre como parte esencial de esta etapa. También a Benja, Camilo, Román, Juan, Citta, Milo, Gena, Picco, Horacio, Seba, Giuli, Tri, Lu, Pancho, al resto de los chicos de Pigüé y a tantos amigos más que hicieron este recorrido más fácil. Los mates, las cenas, el fútbol, las risas, las idas al campo, las vacaciones y los momentos simples que más me gustan y más valoro. Por los que pasaron y por todos los que faltan pasar.

A la Ingeniera Agrónoma Luján Cejas, por brindarme la oportunidad de realizar mi Pasantía Profesional Supervisada, por su confianza, su predisposición y por abrirme las puertas al ejercicio profesional real, permitiéndome aprender desde la práctica.

A mi tutora, Soledad Ureta, por su acompañamiento constante y su disposición permanente para orientarme en cada instancia de este proceso.

A Delfina, por su paciencia, su apoyo y por estar presente en cada momento, desde impulsarme en una entrevista laboral hasta acompañarme en la preparación de esta última presentación. Gracias por los buenos momentos, las risas, tus ricas comidas y por motivarme siempre a dar lo mejor.

A mis abuelas Nilda y Ester, porque cada vez que me iba del pueblo era con sus tortas y dulces, y por su alegría cada vez que aprobaba un final.

Finalmente, quiero recordar con especial cariño a mis abuelos Hugo y Norberto, quienes partieron mientras transitaba esta etapa de mi formación. Aunque no pudieron ver este logro finalizado, fueron y seguirán siendo una parte fundamental de quien soy y de los valores que me acompañan en mi vida personal.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVO GENERALES	6
2. MONITOREO DE INSECTOS	7
SOJA (Las Sierras)	7
GIRASOL (Don Héctor).....	13
3. RECONOCIMIENTO DE MALEZAS	15
Relevamiento y mapeo de malezas mediante drones.....	15
Vuelo con dron DJI Phantom 3 Professional sobre <i>Chloris virgata</i>	18
Vuelo con dron DJI MAVIC 3M sobre <i>Lolium spp</i>	21
Aplicación sectorizada: control químico y análisis comparativo de costos	23
4. MUESTREO DE SUELOS	26
5. CONSIDERACIONES FINALES	30
BIBLIOGRAFÍA	31
Sitios Web.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Muestreo de insectos con paño vertical en soja.....	8
Figura 2. A) <i>Nezara viridula</i> . B) <i>Dichelops furcatus</i> . C) <i>Piezodorus guildinii</i> . D) <i>Plusia nu</i> . E) <i>Tetranychus urticae</i>	9
Figura 3. Esquema del ciclo ontogénico del cultivo de soja (Kantolic, Giménez & de la Fuente, 2023)	11
Figura 4. Sintomatología de <i>Tetranychus urticae</i>	12
Figura 5. A) <i>Nezara viridula</i> . B) <i>Plusia un</i> . C) <i>Spilosoma virginica</i>	13
Figura 6. Ciclo ontogénico del girasol (Pioneer, s.f.)	14
Figura 7. A) Dron DJI Phantom 3 Professional. B) Joystick conectado a tablet con la app DJI PILOT.....	16
Figura 8. A) Dron DJI MAVIC 3M. B) Joystick con Plataforma DJI PILOT.....	16
Figura 9. A) <i>Chloris virgata</i> . B) Porte cespitoso. C) Inflorescencia compuesta por espigas erectas y verticiladas	17
Figura 10. A) Lámina verde brillante y base de los macollos de color rojizo-purpúreo. B) Capacidad macolladora de <i>Lolium spp</i>	17
Figura 11. Dinámica de emergencia <i>Lolium spp</i> . en distintas localidades, incluida Pigüé (AAPPCE, 2023/24)	18
Figura 12. Preparación y verificación del dron DJI Phantom 3 Professional previo al vuelo....	19
Figura 13. Mapa de prescripción para el control de <i>Chloris virgata</i> , elaborado mediante imágenes RGB procesadas en Xarvio. Púrpura: presencia de maleza	20
Figura 14. Mapa de prescripción para control de <i>Lolium spp</i> . elaborado mediante imágenes multiespectrales procesadas en Pix4D. Rojo: presencia de maleza. Verde: loma	22
Figura 15. Pulverizadora Metalfor 7060 equipada con 6 secciones.....	23
Figura 16. Pulverizadora John Deere 4730 equipada con 9 secciones	23
Figura 17. Esquema del ciclo ontogénico del cultivo de cebada (Modificado de Slafer y Rawson 1994). ES: establecimiento, MC: macollaje, EN: encañazón, EA: espigazón/ antesis, LLG: llenado de grano, SC: secado cosecha.....	27
Figura 18. A) Barreno de balde. B) AVENZA MAP. Violeta: loma. Verde y rojo: bajo.....	27

RESUMEN

En el marco de la Pasantía Profesional Supervisada (PPS) desarrollada durante 2024–2025 en establecimientos agrícolas del partido de Saavedra, se llevaron a cabo actividades propias del asesoramiento técnico en sistemas extensivos. Las tareas incluyeron recorridas periódicas de lotes, reconocimiento e identificación de malezas, monitoreo de plagas en cultivos estivales como soja y girasol, y muestreos de suelo en cebada con el objetivo de evaluar la oferta de nutrientes y ajustar la fertilización nitrogenada en función de la demanda del cultivo. A partir de los resultados de laboratorio, se definieron dosis variables de nitrógeno para macollaje, optimizando el uso del fertilizante según ambientes productivos diferenciados. Asimismo, se incorporaron herramientas de agricultura de precisión, como el uso de drones para la detección y mapeo de malezas resistentes en barbechos, generando mapas de prescripción posteriormente integrados a pulverizadoras terrestres para realizar aplicaciones sectorizadas. Esta estrategia permitió reducir el uso de insumos, mejorar la eficiencia operativa y disminuir el impacto ambiental, fortaleciendo la toma de decisiones basada en información técnica y tecnológica.

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura ha sido, y continúa siendo, una piedra angular en la economía argentina, no solo por su papel en el suministro de alimentos, sino también por su aporte clave en la generación de empleo, la balanza comercial y el desarrollo rural, constituyéndose históricamente como uno de los principales motores del crecimiento económico del país. En este sentido, la adopción de tecnologías avanzadas, prácticas sostenibles y el mayor y mejor aprovechamiento de los suelos han dado lugar a un crecimiento sostenido del sector, reflejado en un incremento significativo de la producción de alimentos, en especial oleaginosas y cereales (Giménez, 2024).

Este proceso de intensificación y modernización productiva se expresa de manera concreta en las regiones agrícolas de la provincia de Buenos Aires, donde la incorporación de nuevas herramientas tecnológicas resulta clave para mejorar la eficiencia y la sustentabilidad de los sistemas productivos.

En el partido de Saavedra, la producción agrícola constituye el principal motor económico, con predominio de cultivos extensivos de invierno y verano. Entre los cultivos estivales se destacan la soja (*Glycine max*) y el girasol (*Helianthus annuus*), con 12.730 y 7.250 ha sembradas y producciones de 20.463 y 12.455 toneladas, respectivamente. Por su parte, entre los cultivos invernales adquiere relevancia la cebada (*Hordeum vulgare*), con una superficie de 33.500 ha y una producción de 82.017 toneladas en el partido (MAGyP, 2024). La región está caracterizada por un clima subhúmedo seco, mesotermal. La precipitación media anual es de 766 mm y la temperatura media anual alcanza los 14 °C, condiciones que determinan los sistemas productivos predominantes en la zona (Servicio Meteorológico Nacional, 1991–2020).

En este contexto, la presente tesina se enmarca en una experiencia de entrenamiento profesional desarrollada en el ámbito de la Pasantía Profesional Supervisada (PPS), llevada a cabo desde fines del año 2024 y durante el año 2025 junto a una profesional del área, en el partido de Saavedra. Las actividades profesionales se realizaron en establecimientos que incluyen los campos “Don Juan” (37°37'16,2" S; 62°16'43,9" O), “Don Héctor” (37°48'44,5" S; 62°43'28,6" W), “Las Sierras” (37°37'27,0" S; 62°29'17,8" W) y Villa Alegría (37°39'18,3" S; 62°11'33,8" W). La superficie total trabajada donde realicé mi pasantía es de aproximadamente 2.500 ha, de las cuales 240 ha se encuentran bajo riego por pivote central, con dos equipos eléctricos. La producción es predominantemente agrícola y se realiza principalmente con maquinaria propia, a excepción de la cosecha. Los cultivos de mayor relevancia en la rotación son trigo pan y cebada, seguidos por maíz, soja y girasol.

En este contexto productivo, durante la experiencia de entrenamiento profesional se realizaron monitoreos de insectos en soja y girasol, así como muestreos de suelo en cebada, con el objetivo de contribuir a la toma de decisiones agronómicas ajustadas a las condiciones locales. Asimismo, se incorporaron herramientas de agricultura de precisión mediante el uso de drones para la realización de vuelos sobre lotes con presencia de malezas resistentes, a fin de determinar su distribución espacial. Esta información permitió implementar aplicaciones sectorizadas de herbicidas y comparar su desempeño técnico y económico respecto de

aplicaciones convencionales, evaluando el potencial ahorro económico y la eficiencia en el uso de herbicidas.

El monitoreo de insectos constituye una herramienta fundamental para la toma de decisiones en el manejo integrado de plagas, ya que permite estimar la abundancia, distribución y dinámica poblacional de los insectos presentes en el cultivo. A través de un seguimiento sistemático, es posible identificar los momentos críticos de intervención, especialmente durante los períodos de definición de rendimiento, y comparar los niveles poblacionales con los umbrales de acción y de daño económico. De esta manera, el monitoreo no solo contribuye a prevenir pérdidas en cantidad y calidad de producción, sino que también permite optimizar el uso de fitosanitarios, evitando aplicaciones innecesarias y favoreciendo un manejo más eficiente y sustentable del sistema productivo (InfoCampo, 2017).

El muestreo de suelos constituye el punto de partida para una fertilización eficiente, ya que permite conocer el estado nutricional del lote y ajustar las dosis de acuerdo con los requerimientos del cultivo y la oferta real del suelo. Un diagnóstico adecuado posibilita detectar deficiencias o excesos de nutrientes, evitando aplicaciones innecesarias y optimizando el uso de insumos. Para que los resultados sean representativos, el muestreo debe realizarse siguiendo criterios técnicos rigurosos, considerando la profundidad de extracción, la cantidad de submuestras y la variabilidad intrínseca del lote. De esta manera, el análisis de suelos se convierte en una herramienta clave para mejorar la rentabilidad y promover una producción agrícola más sustentable (FieldView, 2025).

En los últimos años, la incorporación de tecnologías asociadas a la agricultura de precisión ha generado cambios sustanciales en la gestión y el manejo de los sistemas productivos agrícolas. Dentro de este contexto, el uso de drones o vehículos aéreos no tripulados se presenta como una herramienta de gran relevancia para la obtención de información espacial de alta resolución en los lotes agrícolas. A partir de las imágenes captadas por estos dispositivos, es posible identificar la distribución espacial de malezas y otras variables de interés productivo, generando prescripciones agronómicas que fundamentan la toma de decisiones sitio-específicas. Esta información posibilita la realización de aplicaciones sectorizadas de insumos, optimizando el uso de herbicidas y reduciendo la cantidad total de producto aplicado, lo que se traduce en una disminución de los costos de producción. Asimismo, la aplicación sectorizada contribuye a mitigar los impactos ambientales y a reducir la presión de selección asociada al uso reiterado de herbicidas, disminuyendo el riesgo de aparición de biotipos resistentes. En este sentido, la utilización de drones constituye una herramienta estratégica para mejorar la eficiencia productiva y promover sistemas agrícolas más sustentables (Ríos-Hernández, 2021).

OBJETIVO GENERAL:

Validar competencias profesionales adquiridas en la formación universitaria mediante el ejercicio de tareas propias del Ingeniero Agrónomo, en el marco de las actividades productivas que se desarrollan en los establecimientos agropecuarios.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Contextualizar el ambiente productivo de la región.
- Participar de actividades cotidianas de producción agrícola realizadas en los establecimientos.
- Entrar en contacto con la terminología y manejos relacionados a la agricultura de precisión.

Modalidad de trabajo:

La instrucción técnica de las actividades inherentes a la práctica profesional estuvo a cargo de la Ing. Agr. Luján Cejas, quien dirigió, acompañó y supervisó las tareas relacionadas a la pasantía.

Dentro de las tareas a campo, se realizaron recorridas en lotes destinados a la producción de soja y girasol, con el objetivo de evaluar su estado fenológico y sanitario. Asimismo, se llevaron a cabo monitoreos de insectos en ambos cultivos, lo que permitió en un contexto de estrés hídrico, realizar una evaluación tanto técnica como económica respecto a la necesidad de aplicar agroquímicos. A su vez, se realizaron vuelos con drones para identificar la distribución espacial de malezas y generar mapas para la realización de aplicaciones selectivas por manchones, lo que permitió posteriormente comparar los costos de este tipo de aplicación con aplicaciones convencionales en banda. Además, se realizaron muestreos y evaluación de suelos luego de la siembra, con el fin de cuantificar y comparar la oferta de nutrientes entre dos ambientes diferenciados dentro del mismo lote.

2. MONITOREO DE INSECTOS

● Soja (Las Sierras)

El monitoreo se realizó en los meses de febrero y marzo, mediante la utilización de paño vertical, el cual se introduce en el entre surco de las líneas de siembra (Figura 1). Las plantas de soja se golpearon contra el paño para que los insectos cayeran dentro del mismo y así poder contabilizar la presencia de ninfas y adultos. Los primeros muestreos se efectuaron en las borduras de los lotes, dado que estos insectos suelen ingresar desde los márgenes, migrando desde rastrojos o malezas hospederas. En los casos en que se detectó presencia significativa en las cabeceras, se procedió a realizar muestreos en el interior del lote, registrando la densidad poblacional de ninfas y adultos por metro lineal.



Figura 1. Muestreo de insectos con paño vertical en soja.

Se observó la presencia del complejo de chinches (Figura 2 a, b y c), constituido por *Nezara viridula* “chinche verde”, *Piezodorus guildinii* “chinche de la alfalfa” y *Dichelops furcatus* “chinche de los cuernos”, siendo unas de las plagas con mayor significancia económica dentro del cultivo de soja. Los daños comienzan en los estadios reproductivos del cultivo, cuando se alimentan de las vainas y granos en desarrollo, afectando directamente el rendimiento en cantidad, peso y calidad de grano. Estas pérdidas son aún más críticas cuando el destino de la producción es semilla, debido a la reducción del poder germinativo. Además, se detectó la presencia de *Plusia nu* “isoca medidora” (Figura 2d), una larva de color verde claro con rayas finas blanquecinas en el dorso que presenta tres pares de falsas patas y se desplaza arqueando el cuerpo, de ahí el origen de su nombre vulgar “oruga medidora”. Además, presenta el cuerpo cubierto de pelos blancos distribuidos aisladamente. Los ataques de la oruga medidora se observan en manchones, que luego se extienden rápidamente, cubriendo la totalidad del cultivo. Estas defoliar respetando las nervaduras, lo que da un aspecto esqueletizado y también pueden dañar cotiledones y brotes nuevos en emergencia y chauchas en estado reproductivo (Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas, s.f.)

Por otro lado, se observó la presencia de *Tetranychus urticae* “arañuela roja” (Figura 2 e), un ácaro diminuto que tanto las ninfas como los adultos presentan cuerpo translúcido, de color amarillo a rojizo, con manchas oscuras en los laterales. Las mismas se pueden ver en colonias en el envés de las hojas, acompañadas por una típica telaraña de seda, que les sirve de protección, refugio y facilita su dispersión. El monitoreo se inició desde las cabeceras de los lotes, ya que la plaga suele ingresar por esos sectores. La metodología consistió en observar plantas al azar, detectar individuos vivos, punteaduras, telarañas y presencia de huevos. Si se confirmaba la presencia en las cabeceras, el monitoreo continuaba hacia el interior del lote. Además, en los muestreos con paño vertical realizados para el seguimiento de chinches, también se registró la presencia de arañuelas.

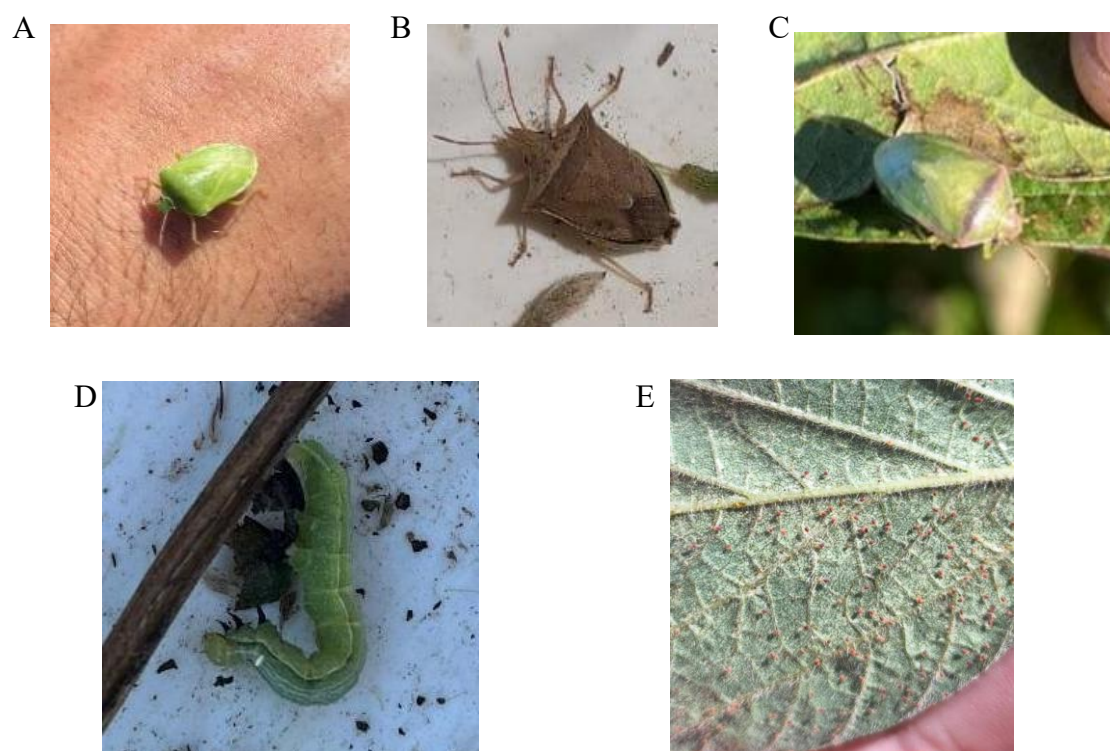


Figura 2. A) *Nezara viridula*. B) *Dichelops furcatus*. C) *Piezodorus guildinii*. D) *Plusia nu*. E) *Tetranychus urticae*.

Dentro de las especies de chinches encontradas, *Piezodorus guildinii* produce el doble de daño por individuo en comparación con *Nezara viridula*, mientras que *Dichelops furcatus* podría considerarse la especie menos dañina (Revista Chacra, 2015).

Asimismo, se observaron las hojas de la soja con el fin de detectar posturas de huevos e identificar la especie correspondiente (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de adultos, huevos y ninfas según especies.

	<i>Piezodorus guildinii</i>	<i>Nezara viridula</i>	<i>Dichelops furcatus</i>
	Chinche de la alfalfa	Chinche verde	Chinche de los cuernitos
Adulto	Color verde claro con una línea rojiza/marrón en donde se insertan las alas, que son verdes.	Esta especie es polimórfica y presenta tres variedades, siendo la más común smaragdula, que es totalmente verde.	Color marrón en el dorso y verde en el abdomen. La cabeza termina en dos proyecciones hacia adelante y al costado de su cuerpo también salen dos proyecciones laterales. Las alas son castaño oscuras.

Huevo	Negruzcos con dos bandas blancas, una transversal y la otra en la parte superior. Son cilíndricos, cubiertos de pelos. Oviponen en dos hileras paralelas, preferentemente sobre las vainas y en el tercio medio.	Cilíndricos, su color varía de verde amarillento hasta anaranjados. Oviponen en forma de panal en grupos de 50-100 en el envés de las hojas.	Color verde claro, ovoides y cubierto por pelos. Oviponen en dos o tres hileras de 14 unidades aproximadamente, preferentemente en el envés de las hojas o las vainas.
Ninfa	Presentan 5 estadios. Los primeros de coloración mitad negruzca y mitad roja. Los siguientes estadios más verde claro con un dibujo en la parte superior de color negro y rojo.	Presentan 5 estadios. El primer estadio de color anaranjado, el segundo negruzcas y a partir del cuarto se diferencian en verde o negras ambas con manchas blancas, amarillas y rojizas.	Presentan 5 estadios. A partir del segundo estadio son de color castaño con abdomen verde y la forma de la cabeza puntiaguda, como el adulto.

El daño que estos insectos provocan en el cultivo se debe a la acción del aparato bucal picador-suctor, que perfora los tejidos vegetales y succiona el contenido celular, inyectando enzimas que licúan los tejidos y provocan alteraciones fisiológicas.

Dentro de los principales daños ocasionados se encuentran:

- Aborto de vainas jóvenes.
- Detención del crecimiento y desarrollo del grano, por lo tanto, un tamaño y peso de este menor y además posible pérdida de viabilidad y vigor.
- Deformación, decoloración y arrugado del grano del grano (pérdida de calidad).
- Modificación en la cantidad de hidratos de carbono y lípidos de las semillas.
- Retención foliar: esto provoca un retraso en la maduración del cultivo, dificultando la cosecha.
- Entrada de patógenos (hongos y bacterias) que afectan a la semilla: lo que se considera una fuente de inóculo durante el almacenamiento de granos.

Asimismo, la dinámica poblacional de las chinches, está sincronizada con el crecimiento reproductivo del cultivo. La colonización del lote primero se da en manchones, generalmente al final del período vegetativo-inicio de floración, y luego comienzan a dispersarse hacia el resto del lote, coincidiendo con el inicio de formación de vainas (R3). Desde R3 hasta el llenado de grano (R5), se encuentran los niveles poblacionales más elevados (Figura 3, Tabla 2). Este punto es clave, porque cuando tenemos una elevada densidad poblacional de chinches, justo coincide con el período de mayor sensibilidad de la soja, afectando la productividad del sistema de manera irreversible (Viento Sur SRL, 2020).

Otro punto para tener en cuenta es que no todos los estratos del cultivo aportan de igual manera al rendimiento, siendo el estrato medio el que aporta mayor cantidad de vainas y granos; y es justamente el estrato del canopeo donde las chiches tienen preferencia (Aapresid, 2022).

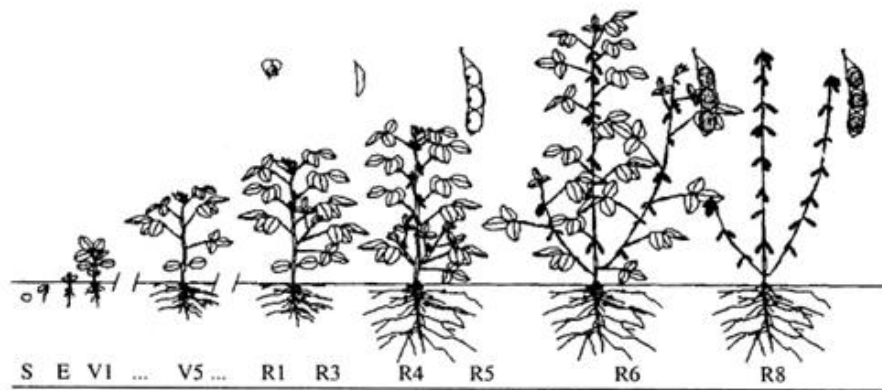


Figura N°3. Esquema del ciclo ontogénico del cultivo de soja (Kantolic, Giménez & de la Fuente, 2023).

Tabla 2. Estadios fenológicos del cultivo de soja según la escala de Fehr y Caviness.

Estados vegetativos		Estados reproductivos	
Estado	Denominación	Estado	Denominación
VE	Emergencia	R1	Comienzo de floración
VC	Cotiledonar	R2	Plena floración
V1	Un nudo	R3	Comienzo de fructificación
V2	Dos nudos	R4	Plena fructificación
V3	Tres nudos	R5	Comienzo de llenado de granos
-		R6	Máximo tamaño de semilla
-		R7	Comienzo de madurez
Vn	n nudos	R8	Plena madurez

La especie *Tetranychus urticae* “arañuela roja”, se alimenta perforando las células de las plantas con sus estiletes bucales y succionando los jugos de las células, lo que disminuye la capacidad fotosintética, provoca pérdida descontrolada de agua y acelera el envejecimiento de la planta. Primero colonizan las hojas más viejas y a medida que la infestación avanza, las punteaduras se vuelven más generalizadas en la hoja. Posteriormente, ascienden en la planta para colonizar hojas más jóvenes. Luego, las hojas fuertemente infestadas adquieren una apariencia bronceada, que eventualmente se vuelve amarilla hasta que las hojas mueren (Figura 4). El potencial de daño varía según el momento, la severidad de la infestación y las condiciones climáticas (Gleba, s.f.). Un ataque intenso en etapas vegetativas tardías y reproductivas tempranas detiene el

crecimiento, retrasa nuevas hojas y limita el desarrollo. Durante las etapas reproductivas, puede reducir el número de vainas, de semillas y hasta su tamaño (Aapresid, 2025).



Figura 4. Sintomatología de *Tetranychus urticae*.

Diagnóstico:

Datos del cultivo: Soja DM 3810 RR

Estado fenológico: R3

Insectos identificados:

-Complejo de chinches e isoca medidora (*Plusia nu*).

-Arañuela (*Tetranychus urticae*).

Umbral de daño económico según especie y metodología de monitoreo:

➤ Paño vertical

Complejo de chinches (número de chinches por metro lineal):

-*Piezodorus guildinii*: 0,5 chinches/m lineal

-*Nezara viridula*: 1 chinches/m lineal

-*Dichelops furcatus*: 4 chinches/m lineal

Plusia nu (larvas > 1,5 cm por metro lineal): 3 larvas/m lineal

➤ Observación de plantas al azar

Tetranychus urticae: La evaluación se realizó mediante observación directa del estrato inferior, medio y superior del cultivo.

-Si las colonias se limitan al tercio inferior: no se justifica el control.

-Si comienzan a detectarse en el tercio medio, presencia de telas en folíolos o síntomas iniciales de bronceado/amarronado: se recomienda intervención inmediata.

-Presencia generalizada en el tercio medio y superior: indica lote avanzado o “pasado”, donde el control químico puede no evitar pérdidas económicas significativas.

Como criterio cuantitativo complementario, se considera umbral de intervención cuando 20–25 % de las hojas presentan síntomas visibles de daño.

Control de plagas:

En el caso de los lotes que contaban con la presencia del complejo de chinches, se decidió realizar el control sobre aquellos lotes que presentaban mayor expectativa de rendimiento. En los mismos se utilizó Fastac Duo, un insecticida sistémico y de contacto, con residualidad suficiente para proteger el cultivo durante las etapas críticas de desarrollo. Además, este producto también resultó eficaz para el control de *Plusia nu* “isoca medidora”. Si bien la densidad de dicha oruga defoliadora se encontraba por debajo del umbral de daño económico, la residualidad del producto permitió cubrir los posibles nacimientos posteriores, asegurando un manejo preventivo adecuado.

Un aspecto a destacar fue que la campaña 24/25 de soja, presentó altas temperaturas y baja humedad relativa, siendo un verano cálido y seco, lo que favoreció el aumento de las poblaciones de arañuela. Además, debido a su rápido desarrollo y a la superposición de generaciones, pudo alcanzar niveles de infestación elevados en poco tiempo.

Ante la detección de poblaciones que superaban el umbral de daño económico, y pese al contexto climático desfavorable (falta de precipitaciones, altas temperaturas y baja humedad relativa), se realizó un tratamiento con Abamectina, con el objetivo de frenar el avance del daño causado por la arañuela roja. Tanto Abamectina como Fastac Duo fueron aplicados en R3 (comienzo de fructificación).

● **Girasol (Don Héctor)**

Durante los meses de febrero y marzo se realizaron monitoreos en lotes sembrados con girasol de segunda, mediante la observación directa de plantas seleccionadas al azar, con el objetivo de identificar síntomas de daño y registrar la presencia de insectos. En este cultivo, también se pudo observar la presencia *Nezara viridula* “chinche verde” y *Plusia nu* “isoca medidora” (Figura 5 a y b), ambas descritas anteriormente. Además, se detectó la presencia de *Spilosoma virginica* “gata peluda” (Figura 5 c), cuyas larvas al nacer presentan un color verde amarillento y permanecen agrupadas en el envés de las hojas por algo más de una semana. Posteriormente, al dispersarse comienzan a aparecer pelos largos y densos de coloración variable, adoptando tonalidades que van desde blanco o amarillo claro hasta pardo negruzco.

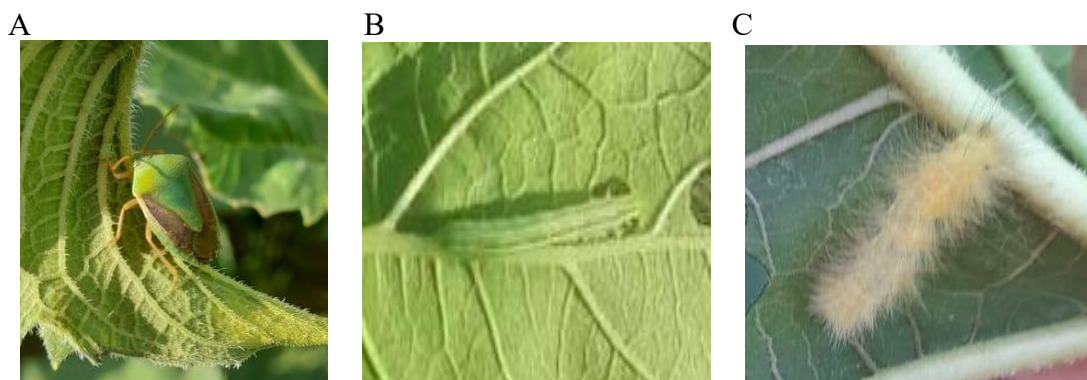


Figura 5. A) *Nezara viridula*. B) *Plusia nu*. C) *Spilosoma virginica*.

En este cultivo las chinches pueden alimentarse del tallo, hojas, botón floral y capítulos. Cuando el ataque se produce al estado de botón floral se produce la deformación y/o desecación rápida del mismo y no se forman los granos. Por otro lado, los frutos que son atacados desde comienzos del llenado hasta avanzada la madurez, provocan el vaciamiento de los mismos. Mientras que, en ataques tardíos se reduce el contenido de aceite y afecta el poder germinativo del grano.

Por otro lado, *Plusia nu* “isoca medidora”, suele localizarse preferentemente en el centro del cultivo. Se trata de una especie defoliadora, cuyos daños se caracterizan por el consumo de la lámina foliar respetando las nervaduras principales de las hojas. El período crítico del cultivo de girasol frente a la defoliación se extiende desde el estado de botón floral (R1) hasta el inicio de la floración (R5). Dentro de este período crítico, el estado más susceptible a los daños es aquel inmediatamente anterior a la apertura de la inflorescencia (R3). Desde la floración (R5) a comienzo del llenado del grano (R6), la defoliación incide en menor grado (Figura 6).

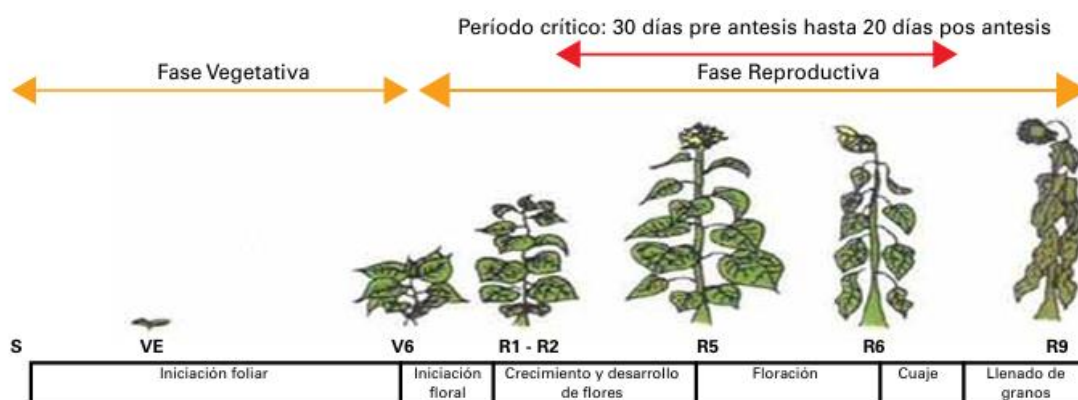


Figura 6. Ciclo ontogénico del girasol (Pioneer, s.f.).

Por lo tanto, una defoliación superior al 20 % en las hojas ubicadas en la mitad superior de la planta provoca una disminución significativa del rendimiento potencial cuando ocurre entre los estadios R1 y R3 del cultivo. En contraste, un mismo nivel de defoliación (20 %) presenta una incidencia menor sobre el rendimiento cuando se produce al comienzo del llenado de granos, evidenciando que el impacto del daño foliar depende del período de desarrollo del cultivo, siendo mayor en botón floral y menor durante el inicio del llenado del grano. Pero, para ambos períodos la incidencia es mayor cuando la defoliación se produce en la parte superior de la planta (Casuso, 2013).

Por su parte, *Spilosoma virginica* “gata peluda” tiene mayor capacidad de ingesta y un período larval más largo que la isoca medidora. Ello hace que el consumo foliar de la gata peluda en girasol sea aproximadamente 5 veces superior al de la isoca medidora a lo largo de su desarrollo larval. Otra acción diferencial, es que la gata peluda se caracteriza por no respetar las nervaduras de las hojas, alimentándose de toda la hoja. Ataca preferentemente las hojas superiores, y en infestaciones severas puede dañar las brácteas de los capítulos (Quimeco, s.f.). Cabe destacar, que los ataques suelen ser más frecuentes desde botón floral en adelante.

Diagnóstico:

Datos del cultivo: Girasol de segunda ISUN (BAFS)

Estado fenológico: V6

Insectos identificados:

-Isoca medidora (*Plusia nu*)

-Gata peluda (*Spilosoma virginica*)

-Chinche verde (*Nezara viridula*)

Control de plagas:

La toma de decisión para el control de estas especies, se basa en la presencia de la plaga y de una defoliación tal que, si no se efectuará el control, terminaría alcanzando a producir daño económico en la producción. Estos niveles de defoliación que producen un impacto económico en girasol son del orden del 10 al 15% en el estado de botón floral a inicios de floración, y del 20-25 % desde floración a inicio de llenado de los aquenios (INTA, 2013).

Por lo tanto, debido a la presencia de la chinche verde, isoca medidora y gata peluda se decidió aplicar Belt 48 SC de Bayer con avión en R1 (botón floral) y así controlar la presencia de los mismos.

3. RECONOCIMIENTO DE MALEZAS

● Relevamiento y mapeo de malezas mediante drones

En los últimos años, la incorporación de drones al sector agropecuario ha representado un avance significativo en el marco de la agricultura de precisión. El desarrollo de sistemas de procesamiento de imágenes y el uso de cámaras de alta resolución han permitido obtener información espacial detallada de los lotes productivos en tiempos considerablemente menores que los métodos tradicionales (Dutta & Goswami, 2020). Dentro de sus múltiples aplicaciones, el relevamiento y mapeo de malezas constituye una de las herramientas de mayor impacto agronómico. A partir de imágenes georreferenciadas, es posible identificar la presencia, distribución y grado de infestación de las especies problemáticas, generando mapas que reflejan la variabilidad dentro del lote (Pino, 2019). En este contexto, la interpretación de los mapas obtenidos posibilita evaluar la viabilidad de pulverizaciones selectivas, reduciendo la superficie tratada, los costos operativos y el impacto ambiental asociado a aplicaciones convencionales (Nobre et al., 2024).

Se realizaron relevamientos en lotes con rastrojo de trigo, donde se detectaron especies de malezas con resistencia al glifosato, tales como *Chloris virgata* y *Lolium spp*. Se utilizaron dos drones para el relevamiento y el mapeo de estas malezas. El primer vuelo se efectuó en el mes de abril en el establecimiento “Don Juan”, utilizando un dron DJI Phantom 3 Professional con el objetivo de identificar la distribución espacial de la maleza *Chloris virgata* “cola de caballo”. Este dron cuenta con un joystick al cual se le conecta una tablet que tiene la app DJI PILOT,

esta nos permite planificar la ruta de vuelo antes de ir al campo (Figura 7). Dicho dron, no cuenta con una cámara multiespectral, si no que presenta una cámara RGB, por lo que se utilizó el Índice de Vegetación Verde (GLI - Green Leaf Index) para la detección de dicha maleza. Posteriormente, utilizamos la plataforma Xarvio (BASF) para procesar las imágenes del vuelo y así generar el mapa de prescripción.

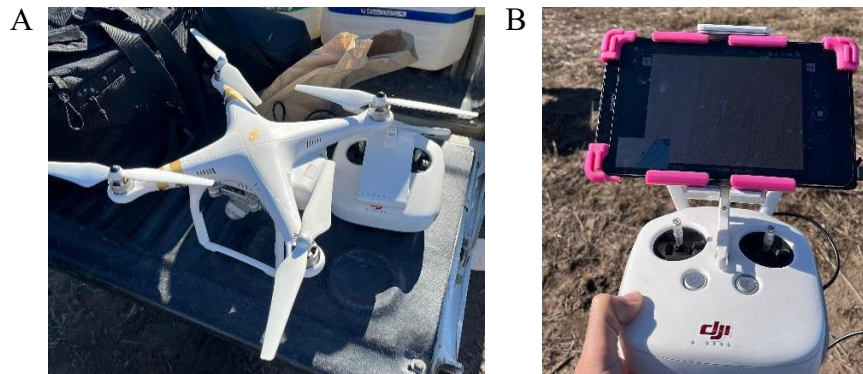


Figura 7. A) Dron DJI Phantom 3 Professional. B) Joystick conectado a tablet con la app DJI PILOT.

Por otro lado, el segundo vuelo se llevó a cabo en el mes de septiembre en el establecimiento “Villa Alegría”, con el objetivo de identificar la distribución espacial de *Lolium spp* “raigrás”. En esta ocasión se utilizó el dron DJI MAVIC 3M, para el cual no es necesario incorporar una la tablet, ya que tiene la plataforma DJI PILOT instalada en el joystick (Figura 8). Además, presenta una cámara multiespectral montada sobre sí mismo, de la cual se tomaron las imágenes y se detectaron las malezas por NDVI, para luego procesar esa información en PIX4D y generar finalmente un mapa de prescripción que indique dónde realizar las aplicaciones.

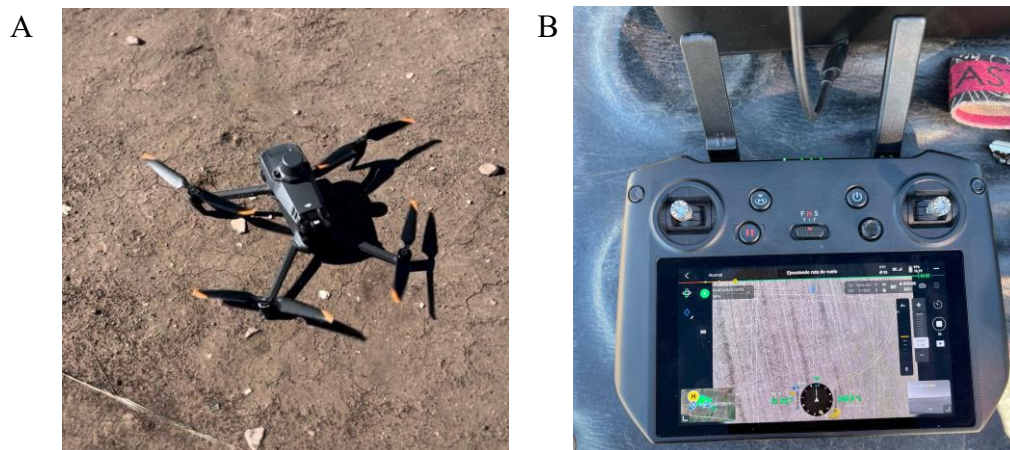


Figura 8. A) Dron DJI MAVIC 3M. B) Joystick con plataforma DJI PILOT.

Chloris virgata (Figura 9), es una monocotiledónea perteneciente a la familia *Poaceae*, subfamilia *Eragrostoideae* y tribu *Chlorideae*. De acuerdo con el relevamiento bibliográfico, en Argentina se registran entre 16 y 17 especies dentro del género *Chloris*, siendo la mayoría perennes, con excepción de *Chloris virgata*, que presenta un ciclo anual (Lanfranconi, Oliva & Remondino, 2022).

Chloris virgata se adapta a un amplio rango de ambientes, desarrollándose en suelos con alto contenido de sodio, de textura arenosa o arcillosa, y en un amplio rango de pH (4,5–8,4), mostrando preferencia por suelos básicos, fértiles y de textura franca.

La reproducción de *Chloris virgata* se realiza exclusivamente por semillas, presentando un período de emergencia prolongado a lo largo del ciclo del cultivo entre primavera y otoño. Esta especie se caracteriza por su elevada capacidad reproductiva, con una producción estimada de entre 10.000 y 14.000 semillas por planta, lo que favorece su persistencia en el banco de semillas del suelo y dificulta su control.

Desde el punto de vista morfológico, *Chloris virgata* es una planta herbácea, cespitosa (Figura 9), con tallos erectos a decumbentes, que puede alcanzar entre 30 y 100 cm de altura, y presenta estolones. Las hojas presentan prefoliación conduplicada, con vaina glabra o pilosa en su porción proximal; las láminas son lineales, planas, pilosas y de margen áspero. La lígula es membranosa-pestañosa, de 0,4 a 0,8 mm de longitud, y carece de aurículas (Summit Agro & UNR, 2024). La inflorescencia está compuesta por espigas erectas y verticiladas dispuestas en el ápice del tallo (Figura 9), mientras que el fruto es un cariopse.

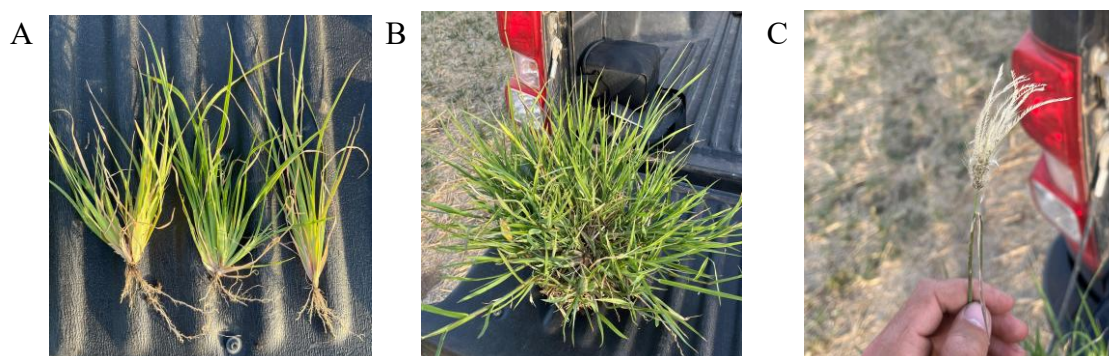


Figura 9. A) *Chloris virgata*. B) Porte cespitoso. C) Inflorescencia compuesta por espigas erectas y verticiladas.

Lolium spp. a campo, en estado vegetativo, presenta láminas con envés brillante y base de los macollos de color rojizo-purpúreo, lo que permite su identificación (Figura 10). En estado reproductivo, la inflorescencia está constituida por espigas dísticas con dos series opuestas de espiguillas multifloras. La planta forma numerosos macollos fértiles desde la base (Figura 10) y puede alcanzar entre 80 y 100 cm de altura.

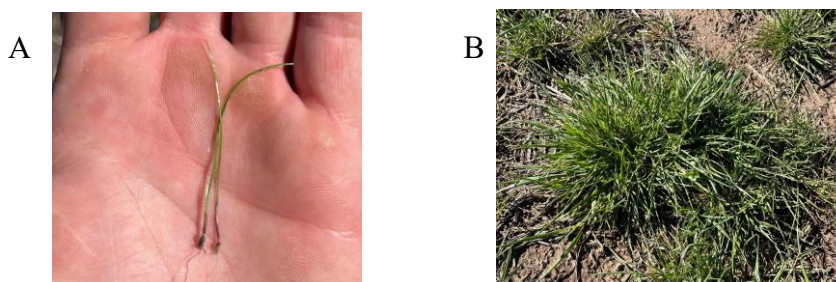


Figura 10. A) Lámina verde brillante y base de los macollos de color rojizo-purpúreo. B) Capacidad macolladora de *Lolium spp.*

En la región pampeana se han registrado producciones de entre 1.500 y 7.500 semillas por planta, dependiendo de la sensibilidad al glifosato y de las condiciones hídricas. Presenta un ciclo otoño-invierno-primaveral, concentrando su principal período de emergencia durante el otoño (Figura 11). Estudios realizados en Balcarce y Bordenave indican que más del 80–90 % de la emergencia ocurre entre marzo y abril, sin evidenciarse un segundo pico significativo en primavera (Aapresid, 2020).

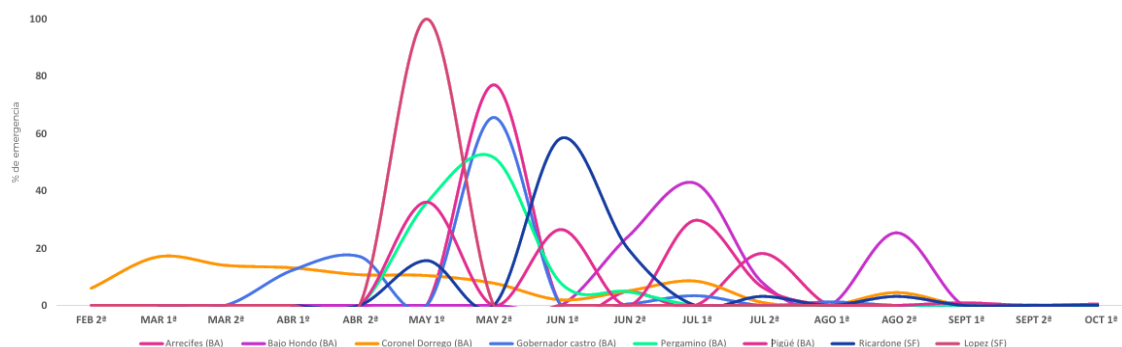


Figura 11. Dinámica de emergencia *Lolium spp.* en distintas localidades, incluida Pigüé (AAPPCE, 2023/24).

La germinación se produce con las primeras lluvias otoñales, siempre que las semillas hayan superado la dormición post-maduración regulada por requerimientos térmicos. No obstante, una fracción de las semillas puede permanecer sin germinar, favoreciendo la persistencia del banco de semillas en el suelo.

Durante el invierno, el crecimiento es lento y las plantas permanecen en estado de macollaje, convirtiéndose en una maleza problemática al momento de la implantación de cultivos invernales. Con el aumento de las temperaturas en primavera, se incrementa la tasa de crecimiento y se acelera el desarrollo reproductivo (Aapresid, 2020).

- **Vuelo con dron DJI Phantom 3 Professional sobre *Chloris virgata*.**

Previo al relevamiento a campo, se establecieron los parámetros y condiciones de vuelo en función de las características del lote y del estado fenológico de la maleza. El lote se encontraba en barbecho sobre rastrojo de trigo y la especie objetivo (*Chloris virgata*) presentaba un estado vegetativo–reproductivo, con individuos de tamaño superior a 5 cm de diámetro. En estas condiciones, el contraste espectral entre la maleza y el rastrojo era elevado, lo que permitió trabajar adecuadamente con una cámara RGB sin necesidad de utilizar sensores multispectrales.

El dron empleado fue el DJI Phantom 3 Professional (Figura 12), equipado con cámara RGB integrada. Se definió una altura de vuelo que permitiera obtener una resolución espacial de 5 cm por píxel, suficiente para la detección individual de plantas. Cabe destacar que, a menor altura de vuelo, mayor es la cantidad de imágenes capturadas y, por lo tanto, mayor el tiempo requerido para su procesamiento.

Parámetros de vuelo

- Altura: 40 m
- Resolución espacial: 5 cm/píxel
- Superposición frontal: 80 %
- Superposición lateral: 70 %



Figura 12. Preparación y verificación del dron DJI Phantom 3 Professional previo al vuelo

Para el procesamiento de las imágenes se utilizó la plataforma Xarvio (BASF), seleccionada con el objetivo de agilizar los tiempos de análisis, considerando el elevado número de imágenes generado por el vuelo a baja altura. La plataforma permite superponer las imágenes georreferenciadas, generar la nube de puntos y construir el ortomosaico, el cual constituye el insumo principal para la elaboración del mapa de aplicación.

En este caso se empleó el Índice de Vegetación Verde (GLI – Green Leaf Index), calculado a partir de imágenes RGB mediante la siguiente expresión:

$$GLI = (2G - R - B) / (2G + R + B)$$

donde R, G y B corresponden a las bandas rojo, verde y azul, respectivamente. Este índice presenta valores entre -1 y 1 y permite resaltar la vegetación verde respecto del fondo, resultando adecuado para situaciones donde no se dispone de cámaras multiespectrales.

Una vez identificadas las zonas con mayor índice de vegetación, se ajustó la sensibilidad del mapa de prescripción en función del equipo pulverizador disponible. En este caso se trabajó con un Metalfor 7030, equipado con 6 secciones y monitor CFX 750. Cabe señalar que equipos con mayor número de cortes por sección permiten una mayor precisión en la aplicación sectorizada.

Finalmente, la plataforma generó un archivo en formato SHP, transferido al monitor del pulverizador para ejecutar la aplicación variable, y un archivo PDF donde se visualizan el plano

del lote (Figura 13), las áreas a tratar, la superficie a aplicar y el volumen de caldo estimado (Tabla 3).

Mapa de aplicación



Figura 13. Mapa de prescripción para el control de *Chloris virgata*, elaborado mediante imágenes RGB procesadas en Xarvio. Púrpura: presencia de maleza.

Tabla 3. Cuadro de prescripción con zonas, hectáreas a aplicar, mezcla del tanque, productos y volumen de caldo estimado.

Zonas

Zonas	Área (%)	Promedio	Cantidad
● Zona tratada	15,81 ha (43,29 %)	100,00 l/ha	1581,45 l
● Zona sin tratar (apagado)	20,72 ha (56,71 %)	0,00 l/ha	0,00 l

Mezcla del tanque

Tipo de producto	Productos	Empresa	Identificación de registro	Promedio	Cantidad
💧 Agua	-	-	-	98,70 l/ha	1560,90 l
📄 Herbicida	CLETODIM SIGMA	SIGMA-AGRO	38707	1,20 l/ha	18,98 l
📄 -	ACEITE METILADO AKTIV	AKTIV	38692	0,10 l/ha	1,58 l
Total				43,29 l/ha	1581,45 l

- **Vuelo con dron DJI MAVIC 3M sobre *Lolium spp.***

En este segundo relevamiento, la detección de *Lolium spp.* se realizó mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), utilizando la cámara multispectral incorporada en el dron DJI Mavic 3M.

Previamente al vuelo, se delimitó el lote con la plataforma DJI Pilot, la cual ya está integrada en el control remoto del equipo, por lo que no es necesario utilizar una tablet externa. Luego, se configuraron los parámetros de vuelo.

Parámetros de vuelo

- Altura: 40 m
- Resolución espacial: 5 cm/píxel
- Superposición frontal: 80%
- Superposición lateral: 70%

Las imágenes obtenidas fueron descargadas desde la tarjeta de memoria y procesadas en la plataforma Pix4D, donde se generó el ortomosaico correspondiente. A partir del NDVI, se identificaron las áreas con presencia de raigrás y aquellas libres de la maleza.

Mediante la herramienta “Magic Tool” de Pix4D, se delimitaron las zonas infestadas y posteriormente se generó una cuadrícula de prescripción, ajustando el tamaño de celda (5 metros) en función del ancho de labor del equipo pulverizador John Deere 4730 y la cantidad de secciones del barral (9 secciones). Asimismo, se configuró la orientación del mapa de acuerdo con el sentido de avance del equipo en el lote.

Finalizado el procesamiento, se exportó el mapa en formato SHP, el cual fue cargado en el monitor del pulverizador, activando el sistema de corte automático por sección. De este modo, las secciones del equipo se activaban únicamente al ingresar en las áreas con presencia de maleza, optimizando el uso de herbicida y reduciendo aplicaciones innecesarias.

Adicionalmente, la plataforma generó un archivo en formato PDF que incluye el plano del lote (Figura 14), superficie total, hectáreas a aplicar, tamaño de celda y cuadro de prescripción (Tabla 4). Cabe destacar que, al tratarse de un equipo con mayor número de secciones respecto al utilizado en el primer vuelo, fue posible lograr una mayor sensibilidad y precisión en la aplicación sectorizada.



Figura 14. Mapa de prescripción para control de *Lolium spp.* elaborado mediante imágenes multispectrales procesadas en Pix4D. Rojo: presencia de maleza. Verde: loma.

Tabla 4. Cuadro de prescripción con superficie total, hectáreas a aplicar (rojo), tamaño de celda y volumen de caldo estimado

Cuadro de prescripción

Zona	Área [ha]	Tarifa [L/ha]	Cantidad [L]	Índice medio	Desviación [%]	Cobertura [%]
	30,598	60,00	1.835,85	0,34	+9,58	34,53
	58,017	-	-	0,30	-5,05	65,47
Total:	88,615	20,72	1.835,85	0,31	-	-

Tamaño de celda	5,000 m
-----------------	---------

Área aplicada	30,598
---------------	--------

Tasa media (superficie aplicada)	60,00
----------------------------------	-------

- **Aplicación sectorizada: control químico y análisis comparativo de costos**

Para ambos lotes y ambas malezas, el control químico se realizó con Cletodim, un herbicida sistémico, selectivo y postemergente, utilizado para el control de malezas gramíneas anuales y perennes en cultivos de hoja ancha. La dosis empleada en ambos casos fue de 1,2 L/Ha.

En el establecimiento “Don Juan”, se adicionó Aceite Metilado como coadyuvante (0,1 L/Ha), con el objetivo de mejorar la retención de gotas, reducir la evaporación y favorecer la penetración del herbicida a través de la hoja. Por otro lado, en el establecimiento “Villa Alegría” se incorporó DASH como coadyuvante (0,2 L/Ha), producto que presenta propiedades humectantes, penetrantes y antievaporantes.

En el primer lote se utilizó una pulverizadora Metalfor 7030 equipada con 6 secciones (Figura 15), mientras que en el segundo lote se trabajó con una pulverizadora John Deere 4730 equipada con 9 secciones (Figura 16). Esta última, al contar con un mayor número de secciones, permitió una mayor sensibilidad y precisión en la aplicación sectorizada, reduciendo la superposición y minimizando áreas tratadas innecesariamente.



Figura 15. Pulverizadora Metalfor 7060 equipada con 6 secciones.



Figura 16. Pulverizadora John Deere 4730 equipada con 9 secciones.

Una vez realizadas las aplicaciones correspondientes, se verificó la eficacia de control sobre ambas especies y se elaboró un cuadro comparativo entre la aplicación sectorizada (en manchones) y la aplicación convencional en banda sobre la totalidad del lote.

El lote correspondiente al establecimiento “Don Juan” (Tabla 5) presentó una superficie total de 88,6 ha, de las cuales 30,6 ha fueron efectivamente tratadas, es decir, la superficie donde la pulverizadora realizó aplicación de producto. Por su parte, el establecimiento “Villa Alegría” (Tabla 6) contó con una superficie total de 36,5 ha, de las cuales 15,8 ha correspondieron a aplicación efectiva.

Tabla 5. Análisis comparativo de costos de aplicación selectiva y convencional en el establecimiento “Don Juan”, considerando producto, coadyuvante, superficie tratada y ahorro económico obtenido.

	Aplicación selectiva (por manchones)	Aplicación convencional (en banda)
Producto	Cletodim	
Dosis (L/Ha)	1,2	
USD/L	13,2	
USD/ Dosis	15,9	
Coadyuvante	DASH	
Dosis (L/Ha)	0,2	
USD/L	14	
USD/ Dosis	2,8	
Contratista USD/Ha	6,2	
Ha	30,6	88,6
Total USD	1120,8	2204,0
Ahorro (USD)	1083,2	-

Tabla 6. Análisis comparativo de costos de aplicación selectiva y convencional en el establecimiento “Villa Alegría”, considerando producto, coadyuvante, superficie tratada y ahorro económico obtenido.

	Aplicación selectiva (por manchones)	Aplicación convencional (en banda)
Producto	Cletodim	
Dosis (L/Ha)	1,2	
USD/L	13,2	
USD/ Dosis	15,9	
Coadyuvante	Aceite Metilado AKTIV	
Dosis (L/Ha)	0,1	
USD/L	14	
USD/ Dosis	1,4	
Contratista USD/Ha	6,2	
Ha	15,81	36,54
Total USD	499,7	857,8
Ahorro (USD)	358,1	-

Si bien no se registró un ahorro en mano de obra, dado que la pulverizadora recorrió la totalidad del lote en ambos casos, la aplicación sectorizada permitió reducir el uso de insumos en un 65,5 % (Tabla 7) y 56,7 % (Tabla 8), respectivamente, lo que en términos económicos representó un ahorro de 1.083 USD en el establecimiento “Don Juan” y 358 USD en “Villa Alegría”.

Tabla 7. Comparación del volumen total aplicado y porcentaje de ahorro de insumos entre aplicación selectiva y convencional en el establecimiento Don Juan.

	Aplicación selectiva (por manchones)	Aplicación convencional (en banda)
Cletodim + DASH (litros totales)	42,8	124,0
Ahorro en insumos (%)	65,5	-

Tabla 8. Comparación del volumen total aplicado y porcentaje de ahorro de insumos entre aplicación selectiva y convencional en el establecimiento Don Juan.

	Aplicación selectiva (por manchones)	Aplicación convencional (en banda)
Cletodim + Aceite Metilado AKTIV (litros totales)	20,6	47,5
Ahorro en insumos (%)	56,7	-

Además de la disminución en costos directos asociados al producto y coadyuvantes, este tipo de aplicación contribuye a reducir el impacto ambiental, al evitar la aplicación de herbicidas en sectores libres de malezas y disminuir el volumen total de agua utilizado.

Otra ventaja observada fue el aumento en la eficiencia operativa, debido a la menor cantidad de recargas del tanque, aspecto especialmente relevante en establecimientos donde el acceso al agua es limitado.

4. MUESTREO DE SUELO

El muestreo de suelos es muy importante para la elaboración de una recomendación de fertilización, ya que nos permite cuantificar la oferta de nutrientes del suelo. La diferencia entre esta oferta y la demanda del cultivo, a partir de la definición de un rendimiento objetivo, indica la cantidad de nutrientes que deberá agregarse por fertilización (Profertil, 2020). Además, reducir los costos de producción y prevenir la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas (NRCS, 2022).

En el mes de julio, se realizaron muestreos de suelos en un lote implantado con cebada Montoya, sembrada el 13/06/25 a una densidad de 110 kg/Ha, bajo sistema de siembra directa y ubicado entre Pigüé y Arroyo Corto. A la siembra se habían aplicado 80 kg/Ha de MicroEssentials SZ (12 % N, 40 % P₂O₅, 10 % S y 1 % Zn) como fertilizante arrancador. Al momento del muestreo el cultivo se encontraba en estado fenológico Z1.2 (etapa de premacollaje), según la escala de Zadoks. Esta etapa resulta clave para la toma de decisiones en cuanto a la fertilización nitrogenada, ya que permite ajustar la disponibilidad de nitrógeno antes del período de encañazón (Figura 17), fase caracterizada por un crecimiento acelerado y un incremento significativo en la demanda del nutriente.

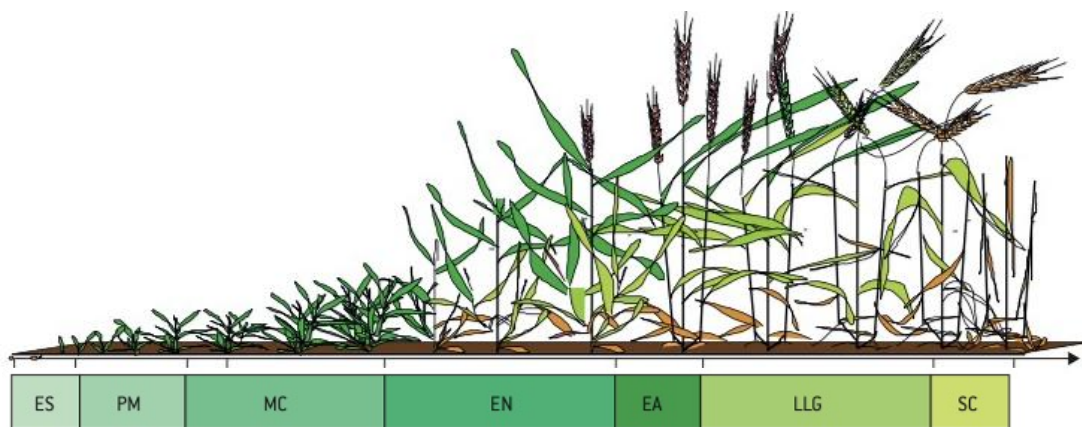


Figura 17. Esquema del ciclo ontogénico del cultivo de cebada (Modificado de Slafer y Rawson 1994). ES: establecimiento, MC: macollaje, EN: encañazón, EA: espigazón/antesis, LLG: llenado de grano, SC: secado cosecha (Miralles, 2018).

Debido a que el fertilizante arrancador había sido aplicado en la línea de siembra y el cultivo ya se encontraba emergido, las muestras fueron tomadas en el entresurco, con el fin de evitar la sobreestimación de la disponibilidad de nutrientes en el suelo. El objetivo fue determinar la oferta real para luego ajustar la fertilización nitrogenada en macollaje.

Previamente al muestreo, como el lote presentaba profundidad efectiva variable por la presencia de tosca, se delimitaron dos ambientes dentro del mismo: “loma” y “bajo”. En cada uno se obtuvo una muestra compuesta con el objetivo de evaluar la disponibilidad promedio de nutrientes. Cada muestra compuesta se conformó al extraer varias muestras simples (submuestras) con un barreno de balde a 20 cm de profundidad (Figura 18). Cabe destacar que, a mayor cantidad de submuestras, el muestreo será más representativo y con resultados más próximos a la realidad de campo (Red BPA, 2021).

En este caso, el esquema de muestreo fue no sistemático, es decir, las submuestras fueron tomadas al azar dentro de cada ambiente y georeferenciadas en el lote mediante la aplicación AVENZA MAP (Figura 18). En el mapa de muestreo, los puntos violetas corresponden a la loma, mientras que los puntos verdes y rojos al bajo.



Figura 18. A) Barreno de balde. B) AVENZA MAP. Violeta: loma. Verde y rojo: bajo.

Cada muestra compuesta se colocó en una bolsa plástica, donde se indicaba el nombre del campo y el número del lote. Mientras que, en una planilla se enviaron otros datos como:

- Cultivo antecesor: trigo
- Cultivo a sembrar: cebada
- Siembra convencional o directa: directa
- Con o sin riego: sin riego
- Profundidad del análisis: 0-20 cm
- Rendimiento esperado: 4.500 kg/Ha

Posteriormente, las muestras fueron enviadas al laboratorio Suelo Fértil para determinar los niveles de materia orgánica (M.O), Nitrógeno de Nitratos (N-NO₃), fósforo extraíble (P) y reacción del suelo (p.H.).

Una vez obtenidos los resultados (Tabla 9 y 10), los mismos indicaron contenidos medios de materia orgánica en ambos ambientes, siendo 3,62 % en el bajo y 3,05 % en la loma) En cambio, los niveles de N-NO₃⁻ y fósforo extraíble fueron bajos en ambos sectores, registrándose 51,87 kg/Ha de N y 14 ppm de P en el bajo. Mientras que, en la loma, 52,65 kg/Ha de N y 13,7 ppm de P en la loma. Por otro lado, el pH se encontró en valores neutros, condición óptima para el desarrollo de la mayoría de los cultivos y para la asimilación de la mayoría de los nutrientes por parte de éstos.

Tabla 9. Resultados del análisis químico del suelo correspondientes al ambiente “bajo”.

RESULTADOS					
Determinación	Metodología	Valor	Interpretación		
			Bajo	Medio	Alto
Materia Orgánica (M.O.)	Walkley y Black: Norma IRAM-SAGyP 29571-2	36.2 g/kg			
Nitrógeno Total (Nt)	Kjeldahl: Norma IRAM-SAGyP 29572:2018				
Relación C/N	Cálculo				
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.)	Acetato de amonio 1N. Titulometría				
Nitrógeno de Nitratos (N-NO ₃)	Ac. Fenoldisulfónico	000-020 cm	13.3 mg/kg		
Amonio (NH ₄)	Destilación Bremer				
Fósforo extraíble (P)	Bray I: Norma IRAM-SAGyP 29570-1	13.7 mg/kg			
Fósforo extraíble (P)	Olsen: Norma IRAM-SAGyP 29570-2				
Azufre de Sulfatos (S-SO ₄)	Turbidimetría	000-020 cm			
Reacción del Suelo (p.H.)	Relación suelo:agua 1:2.5	6.5	5	6	7

Tabla 10. Resultados del análisis químico del suelo correspondientes al ambiente “loma”.

RESULTADOS					
Determinación	Metodología	Valor	Interpretación		
			Bajo	Medio	Alto
Materia Orgánica (M.O.)	Walkley y Black: Norma IRAM-SAGyP 29571-2	30.5 g/kg			
Nitrógeno Total (Nt)	Kjeldahl: Norma IRAM-SAGyP 29572:2018				
Relación C/N	Cálculo				
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.)	Acetato de amonio 1N. Titulometría				
Nitrógeno de Nitratos (N-NO ₃)	Ac. Fenoldisulfónico	000-020 cm	13.5 mg/kg		
Amonio (NH ₄)	Destilación Bremer				
Fósforo extraíble (P)	Bray I: Norma IRAM-SAGyP 29570-1	9.3 mg/kg			
Fósforo extraíble (P)	Olsen: Norma IRAM-SAGyP 29570-2				
Azufre de Sulfatos (S-SO ₄)	Turbidimetría	000-020 cm			
Reacción del Suelo (p.H.)	Relación suelo:agua 1:2.5	7.1	5	6	7

Para estimar la oferta total de nitrógeno disponible, se consideró además el aporte del fertilizante aplicado a la siembra, el cual aún no se encontraba completamente incorporado al suelo al momento del muestreo. Luego, al hacer un balance entre la oferta y la demanda del cultivo (Tabla 11), se definió la aplicación de urea en macollaje mediante fertilización variable (Figura 19) según ambiente: 97,2 kg/Ha en el bajo y 105,6 kg/Ha en la loma.

Tabla 11. Balance de N simplificado.

Balance de N simplificado

$$N \text{ requerido} = \text{Rend. esperado (4,5 t/Ha)} \times \text{demanda (26,3 kg N/t)}$$

$$N \text{ a aplicar} = \text{requerido} - \text{disponible (muestra de suelo + MicroEssentials SZ)}$$

Si bien la principal diferencia entre ambientes se observó en el contenido de fósforo, al encontrarse el cultivo ya implantado no resultó posible realizar ajustes sobre este nutriente, dado su baja movilidad en el suelo y la importancia de su aplicación a la siembra. En función de ello, se plantea para futuras campañas la realización de análisis pre-siembra, a fin de ajustar con mayor precisión la fertilización fosfatada y nitrogenada inicial. Además, muestrear en cultivos ya implantados con fertilizante a la siembra nos puede generar un error en el análisis de suelo y podríamos sobreestimar la fertilidad del lote, aplicando una dosis errónea en macollaje.

5. CONSIDERACIONES FINALES

La Pasantía Profesional Supervisada me permitió integrar y aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos durante la formación universitaria, a través de la participación activa en sistemas productivos agrícolas reales del partido de Saavedra. La experiencia fortaleció competencias vinculadas al monitoreo de plagas, el reconocimiento de malezas, el diagnóstico de fertilidad de suelos y el ajuste de la fertilización, así como la interpretación de información técnica para la toma de decisiones agronómicas.

La incorporación de herramientas de agricultura de precisión, especialmente el uso de drones para el mapeo de malezas resistentes y la generación de prescripciones para aplicaciones sectorizadas, evidenció el potencial de estas tecnologías para mejorar la eficiencia en el uso de insumos, reducir costos y disminuir el impacto ambiental. Asimismo, el ajuste de la fertilización nitrogenada en cebada, basado en análisis de suelo y rendimiento objetivo, demostró la importancia del diagnóstico previo como base para una producción más racional y eficiente. A su vez, la delimitación de ambientes productivos permitió avanzar hacia esquemas de fertilización variable, ajustando las dosis de nitrógeno según el potencial de cada sector del lote, optimizando el uso del insumo.

En síntesis, la PPS representó una instancia clave de crecimiento profesional, al permitirme abordar situaciones reales de producción desde una perspectiva integral. La experiencia me impulsó a analizar cada intervención considerando no solo el resultado productivo, sino también sus implicancias económicas y ambientales, en un contexto agrícola dinámico y en constante transformación tecnológica, consolidando mi formación académica y fortaleciendo mi confianza para desempeñarme en el ámbito laboral, asumiendo el desafío de generar respuestas técnicas ajustadas a las demandas cambiantes del sistema productivo.

BIBLIOGRAFÍA

Casuso, M. (2013). Guía práctica para la identificación de plagas del cultivo de girasol <https://ele.chaco.gob.ar/mod/resource/view.php?id=118259>

Dutta, G., & Goswami, P. (2020). Application of drone in agriculture: A review. *International Journal Chemical Studies*, 8(5), 181–187. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i5d.10529>

Giménez, M. (2024). Agricultura: sector clave de la economía argentina. Reporte Asia. <https://reporteasia.com/economia/2024/07/16/agricultura-sector-clave-economia-argentina/>

Kantolic, A. G., Giménez, P. I., & de la Fuente, E. B. (Año). *Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en soja*. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. <http://ri.agro.uba.ar/greenstone3/library/collection/libros/document/L9789873738500>

Lanfranconi, A., Oliva, O., & Remondino, E. (2022). *Malezas problema en el centro-norte de Córdoba*. Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID). <https://www.aapresid.org.ar/rem-malezas/mapa-malezas/archivos/emergencias/documentos/lanfranconi-oliva-y-remondino-malezas-problema-en-el-centro-norte-de-cordoba.pdf>

Miralles, A. (2018). *Manual de trigo* [PDF]. Agroconsultas Online. <https://aws.agroconsultasonline.com/.../Miralles%20-%20Manual%20de%20Trigo%20-%20press.pdf>

Nobre, F. L. D. L., Santos, R. F., Herrera, J. L., Araújo, A. L. D., Johann, J. A., Gurgacz, F., ... & Prior, M. (2024). Use of drones in herbicide spot spraying: A systematic review. *Advances in Weed Science*, 41, e020230014. <https://doi.org/10.51694/AdvWeedSci/2023;41:00028>

Pino, E. (2019). Los drones una herramienta para una agricultura eficiente: un futuro de alta tecnología. (Arica), 37(1), 75–84. <https://doi.org/10.4067/S071834292019005000402>

Ríos-Hernández, R. (2021). Uso de los drones o vehículos aéreos no tripulados en la agricultura de precisión. *Ingeniería Agrícola*, 11(4). <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/1469>

Sitios web

Servicio Meteorológico Nacional. (1991-2020.). *Estadísticas climáticas*. <https://www.smn.gob.ar/estadisticas>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP). (2024/25). *Estimaciones de superficie y producción agrícola*. <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>

InfoCampo. (2017). *Lanzan recomendaciones para el monitoreo de insectos y plagas*. <https://www.infocampo.com.ar/lanzan-recomendaciones-para-el-monitoreo-de-insectos-y-plagas/>

FieldView. (2025). Muestreo de suelos: la clave para una fertilización eficiente. <https://blog.climatefieldview.com.ar/muestreo-de-suelos-la-clave-para-una-fertilizaci%C3%B3n-eficiente>

Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas (SINAVIMO). (s.f.). *Rachiplusia nu*. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). <https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/rachiplusia-nu>

Revista Chacra. (2015). *Orugas rebeldes y chinches en soja*. <https://www.revistachacra.com.ar/files/content/39/39015/orugas-rebeldes-y-chinches-en-soja.pdf>

Viento Sur SRL. (2020). *Umbral de isocas y chinches en soja: campaña 2019-20*. <https://vientosursrl.com.ar/wp-content/uploads/2020/02/Umbral-isocas-y-chinches-en-soja-2019-20.pdf>

Aapresid. (2022). *Chinches: complejo soja*. <https://www.aapresid.org.ar/blog/chinches-complejo-soja>

Gleba. (s.f.). *Arañuela: el pequeño gran enemigo de la soja en tiempos secos*. <https://gleba.com.ar/aranuela-el-pequeno-gran-enemigo-de-la-soja-en-tiempos-secos/>

Aapresid. (2025). *Soja, calor y arañuela: descontrol*. <https://aapresid.org.ar/blog/soja-calor-aranuela-descontrol>

Pioneer Argentina. (s.f.). *Boletín técnico de girasol*. https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Argentina/productos_y_servicios/Girasol_boletin.pdf

Quimeco. (s.f.). *Gatas peligrosas entre los girasoles*. <https://quimeco.com.ar/gatas-peligrosas-entre-los-girasoles/>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2013). *Control de isocas en girasol*. <https://www.manualfitosanitario.com/InfoNews/INTA%20Pergamino%20Control%20de%20Isocas%20en%20Girasol%20-%202013%20Leiva.pdf>

Summit Agro Argentina & Universidad Nacional de Rosario. (2024). *Guía de malezas*. <https://summit-agro.com/ar/es/wp-content/uploads/2024/09/Guia-de-Malezas-Summit-Agro-y-UNR-b.pdf>

Aapresid. (2020). *Raigrás: un banco que crece*. <https://www.aapresid.org.ar/blog/raigras-un-banco-que-crece>

AAPPCE. (2023). *Reporte 4: Red de Dinámica de Malezas* [PDF]. <https://aappce.org/wp-content/uploads/2023/11/Reporte-4-en-PDF-web.pdf>

Profertil. (2020). *Muestreo y análisis de suelo: punto de partida hacia un diagnóstico de fertilidad*. <https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/muestreo-y-analisis-de-suelo-punto-de-partida-hacia-un-diagnostico-de-fertilidad.pdf>

Natural Resources Conservation Service (NRCS). (2022). *Sampling soils for nutrient management (versión en español)*. <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-10/Sampling%20Soils%20for%20Nutrient%20Mgt%20en%20Espa%C3%B1ol.pdf>

Red BPA. (2021). *Muestreo de suelos*. <https://redbpa.org.ar/wp-content/uploads/2021/04/EP-RedBPA-MuestreoDe-Suelos.pdf>