

Trabajo de intensificación

Seguimiento de los puntos críticos del cultivo de girasol para producción de semillas híbridas



Justo Issaly

Tutor: Dr. Juan Pablo Renzi

Consejeros: Dr. Alejandro Daniel Presotto

Dr. Martín Espósito

Dpto. Agronomía, Universidad Nacional del Sur

2024



Índice

Agradecimientos	3
Resumen	4
Introducción	6
Producción agrícola en Argentina	7
Producción agrícola en Coronel Suárez.....	8
Producción de Girasol	11
Objetivos	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos.....	14
Metodología de trabajo y experiencia adquirida	15
Modalidad de trabajo.....	15
Área de trabajo	16
Girasol semilla	17
Anatomía de la planta	17
Producción de semilla	18
Presiembra y siembra.....	18
Muestreo de suelo	18
Presiembra	19
Siembra	20
Crecimiento y desarrollo	23
Colocación de colmenas.....	28
Picado de machos	29
Agua en el cultivo.....	30
Adversidades.....	32
Cosecha	33
Análisis de imágenes de NDVI.....	36
Consideraciones finales	37
Bibliografía	38
Anexo	40

Agradecimientos

A mis padres Carolina y Francisco por brindarme la posibilidad de poder estudiar en otra ciudad sin que nada me falte, sabiendo el esfuerzo que eso conlleva. Apoyándome en todo momento.

A mis hermanas por la compañía y el apoyo durante estos años.

A mis tíos y abuelos que siempre se alegraban cada vez que aprobaba algún parcial.

A mis amigos de la infancia por el apoyo a la distancia y a los que se vinieron a Bahía conmigo por estar siempre cuando uno más los necesita.

A mis amigos que conocí durante la carrera, por todos los consejos, charlas y tardes de estudio. Ellos hicieron que este proceso se haga más llevadero y divertido.

A mi tutor Juan Pablo, y mis consejeros, Alejandro y Martín, por su paciencia, dedicación y sus valiosos aportes durante este trabajo.

A la empresa Criadero El Cencerro S.A. por brindarme la posibilidad de poder hacer esta experiencia ahí, en especial a Nico, Nacho y Hernan por hacerme sentir de la mejor manera todo el tiempo, estando siempre a disposición para responder todas mis preguntas.

A la Universidad Nacional del Sur y especialmente al Departamento de Agronomía por brindarme las herramientas necesarias para formarme como futuro profesional y permitirme conocer grandes personas.

Resumen

Durante el desarrollo de una práctica profesional supervisada se observaron los puntos críticos del cultivo de girasol con destino a la producción de semilla híbrida, el cual se realizó en la empresa “Criadero El Cencerro S.A.” ubicada en el partido de Coronel Suárez, provincia de Buenos Aires.

El “Criadero El Cencerro S.A” es una empresa familiar fundada en 1981 por el Ing. Agrónomo Enrique O. Ducos donde se prioriza la capacitación, investigación e inversión en tecnología para el desarrollo de genética superior sumado a los más altos estándares de calidad en la semilla producida.

En la actualidad es una empresa completamente integrada desde el desarrollo genético y producción de semillas hasta la comercialización. Produciendo semillas de césped, forrajeras, girasol, sorgo, cultivos de servicio, manteniendo la filosofía de su fundador: “poner énfasis en la calidad de la semilla producida”. Es reconocida a nivel mundial por la calidad integral de sus productos y servicios, exportando genética y semillas producidas en la Argentina hacia los mercados más exigentes.

La actividad se realizó durante todo el ciclo del cultivo abarcando un periodo de seis meses entre octubre de 2023 y marzo de 2024, en ella se pusieron en práctica tareas como:

- La supervisión de siembra, observando las diferentes fechas de siembra de las líneas parentales, tanto para la siembra de androfértiles como también de las líneas androesteriles.
- Logro del cultivo.
- Monitoreo de malezas, plagas y enfermedades luego de la implantación del cultivo.
- Seguimiento del nivel de humedad en el suelo durante el cultivo para toma de decisiones de riego, tomando en cuenta las precipitaciones del lugar, la cantidad de agua que se encuentra en el perfil de suelo.
- El registro fenológico de las líneas parentales y su sincronización durante el periodo reproductivo.
- Registro de fecha de colocación de colmenas en el lote, control de cosecha.
- Control de calidad durante la floración del cultivo: presencia de hembras fértiles y fuera de tipo.
- Control de cosecha.

El cultivo de girasol con destino a la producción de semilla se sembró en el establecimiento La Paz perteneciente a la empresa Criadero El Cencerro S.A. La siembra estuvo comprendida entre el 17 de octubre y el 26 de octubre de 2023. El lote venía de un cultivo de sorgo el año anterior, por lo tanto, el barbecho fue largo con el objetivo de obtener las mejores condiciones para que se desarrollara de la mejor manera el cultivo de girasol.

Días previos a la siembra se hicieron aplicaciones de herbicidas con el fin de eliminar las plantas de sorgo que habían quedado en el lote.

Las siembras se realizaron en tres fajas distintas, los machos fueron sembrados los días 17 y 21 de octubre, mientras que las hembras el 26 de octubre con una densidad de 57000 pl ha⁻¹ y una dosis de 50 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico. Del total de las semillas sembradas, 45000 pl ha⁻¹ fueron logradas lo que nos da un coeficiente de logro del 86%.

En líneas generales no se vieron inconvenientes al momento de realizar la siembra tanto de las líneas androfértiles como de las líneas androesteriles. La implantación del cultivo estuvo bien lograda sin tener dificultades en cuanto a la presencia de insectos o malezas. Esto se debe al manejo que se realizó en el barbecho el cual fue crucial para que el cultivo pueda desarrollarse de la mejor manera en los primeros estadios. A su vez durante todo el desarrollo del cultivo no se presentaron mayores inconvenientes, la presencia de hembras fértiles y de individuos fuera de tipo fue baja, del 0,025%, lo cual es muy importante para evitar contaminación al momento de cosechar las semillas.

Por otra parte, las condiciones climáticas que se presentaron fueron buenas en cuanto a las precipitaciones, esto hizo que no se utilizara demasiado el riego, salvo en los primeros estadios. En todo el ciclo se regaron 65 mm y llovió 400 mm lo que generó buenas condiciones para que el cultivo se fuera desarrollando de la mejor manera. Sin embargo, en la etapa final, cuando el cultivo ya se encontraba en madurez fisiológica se presentaron condiciones desfavorables ya que este se vio afectado por una tormenta de granizo lo que generó pérdidas al momento de la cosecha obteniendo un menor rendimiento al esperado. No obstante, al momento de analizar las semillas en la planta de procesamiento, éstas cumplieron con los estándares esperados.

Introducción

Criadero El Cencerro S.A. es una empresa familiar fundada en 1981 por el ingeniero agrónomo Enrique O. Ducos que prioriza la capacitación, investigación e inversión en tecnología para el desarrollo de genética superior sumado a los más altos estándares de calidad en la semilla producida.

En 1960 se dan los primeros pasos en la actividad semillera, multiplicando alfalfa (*Medicago sativa*) y pasto llorón (*Eragrostis curvula*) en la provincia de La Pampa. En 1970 la empresa se radica en Coronel Suárez, provincia de Buenos Aires, con espíritu innovador incorporando a sus actividades el mejoramiento vegetal, desarrollando genética superior y adaptada a condiciones ambientales de la zona.

En la actualidad la empresa lleva más de 40 años priorizando la capacitación, investigación e inversión en tecnología, continúa creciendo en forma sostenida, manteniendo la filosofía de su fundador: “Poner énfasis en la calidad de la semilla producida”.

La investigación, la producción, el procesamiento y la comercialización son los pilares fundamentales en los cuales se basa la empresa ya que invierte en investigación y desarrollo de nuevas variedades que se adapten a las necesidades de sus clientes, lo que permite tener genética propia para ofrecer productos superiores con destacada performance. También se realizan ensayos a nivel experimental y a campo para producir semillas de alta calidad y pureza genética, que sean competitivas a nivel mundial.

La producción se realiza en campos selectos, con un periódico seguimiento desde la implantación hasta cosecha a cargo de profesionales especializados que utilizan la más alta tecnología disponible. Se procesan las semillas para lograr los más altos estándares de calidad que exigen las normas nacionales e internacionales. A través de los años han formado una red de distribución que facilita la llegada de sus productos a las diferentes zonas de la Argentina y el mundo.

Pilares fundamentales de la empresa.



INVESTIGACIÓN



PRODUCCIÓN



PROCESAMIENTO



COMERCIALIZACIÓN

Fuente: Criadero El Cencerro S.A

Producción agrícola en Argentina

La producción agrícola en Argentina constituye una de las bases fundamentales de la economía nacional, proporcionando anualmente una vasta cantidad de alimentos para la población y generando ingresos significativos a través de la exportación de estos productos a mercados internacionales. Según datos del último Censo Nacional Agropecuario (2018), el país cuenta con una superficie destinada a la producción agropecuaria de 37,5 millones de hectáreas, en las cuales se cultivan diversas especies. De un total aproximado de 2,78 millones de km² de territorio argentino, 14,4 millones de hectáreas se dedican a cultivos oleaginosos, siendo el 38,5% de la participación, 11,4 millones de hectáreas son destinadas a cereales abarcando el 30,4% de participación y 7,94 millones a forrajeras (21,2%) (JACTO, 2023).

Las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe concentran el 75,84% de la superficie destinada a la producción de oleaginosas y representan el 72,7% del área implantada con cereales. En cuanto a la producción de frutas, Mendoza, Tucumán y San Juan, en orden decreciente, suman el 58% de la superficie implantada en el país. Por otra parte, Salta, Córdoba y Santiago del Estero destacan en el cultivo de legumbres, concentrando el 77% de la producción nacional de estos cultivos (BCR, 2024).

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

Tabla 1. Superficie (ha) y participación (%) de los principales cultivos implantados en Argentina (Censo Nacional Agropecuario 2018).

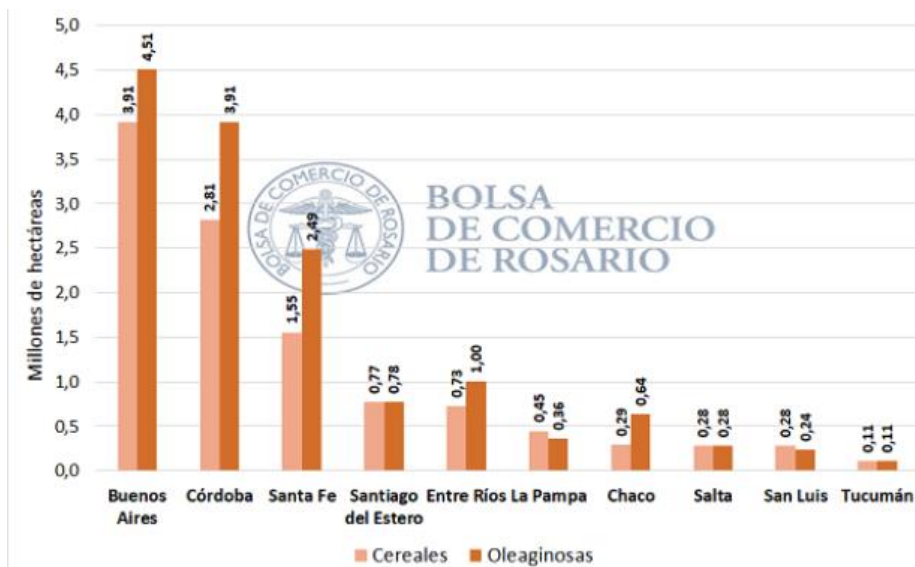


Tabla 2. Área sembrada con cereales y oleaginosas en las principales provincias productoras. (Censo Nacional Agropecuario 2018). (BCR).

Dentro de las principales provincias productoras de cereales y oleaginosas, se puede observar que tanto las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa fe son las que mayor superficie aportan al sistema agrícola de Argentina.

Producción agrícola en Coronel Suárez.

Coronel Suárez es uno de los 135 partidos que componen la provincia de Buenos Aires. Se encuentra ubicado en el sudoeste de la provincia ($37^{\circ}27'33''S$; $61^{\circ}55'54''O$). Limita al norte con el partido de Tres Arroyos, al este con el partido de Saavedra, al sur con el partido de Tornquist, y al oeste con el partido de Guaminí. Cuenta con una extensión aproximada de 600.000 hectáreas y con una población de 42.676 habitantes según el último censo realizado en 2022.

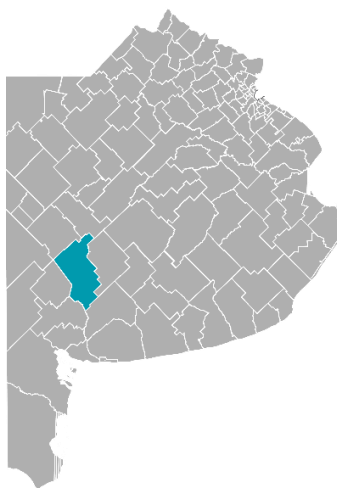


Figura 1. Ubicación del partido de Coronel Suárez dentro de la provincia de Buenos Aires.

La economía de Coronel Suárez se basa principalmente en la agricultura y la ganadería. La producción agrícola incluye cultivos como girasol, trigo, maíz y soja. La ganadería se centra en la cría de ganado vacuno y ovino. Además, la agroindustria desempeña un papel importante en la economía local, con la presencia de molinos harineros, plantas de procesamiento de semillas y otras industrias relacionadas.

De las 600.000 has de superficie total del partido, más del 90 % están dedicadas a las actividades agropecuarias. Unas 210.000 has son afectadas a la agricultura y el resto a la ganadería. El cultivo de trigo ocupa un área de siembra de 120.000 has aproximadamente todos los años. El partido cuenta con unas 1000 explotaciones agrícola-ganaderas (Agrositio, 2024).

Con respecto a las características climáticas del lugar, al estar ubicado en la región pampeana de Argentina, Coronel Suárez se ve influenciado por su posición geográfica y su altitud relativamente baja. De acuerdo a la clasificación climática de Thornthwite (1948), la localidad presenta un clima subhúmedo-seco, mesotermal, con poco o nada de exceso de agua. La temperatura media anual es de 13,7°C, y las estaciones están bien definidas. Durante el verano, las temperaturas medias oscilan entre los 20°C y 25°C, aunque las máximas pueden superar los 35°C. En cambio, en invierno, las temperaturas son más frescas, con medias alrededor de los 5°C y mínimas que pueden acercarse o incluso caer por debajo de 0°C. Las heladas tempranas suelen registrarse el 30 de abril y las tardías el 15 de octubre, aunque en algunas ocasiones se han observado heladas en los meses de marzo y noviembre (Agrositio, 2024).

Con respecto a las precipitaciones, en el partido de Coronel Suárez son moderadas y se distribuyen de manera relativamente uniforme a lo largo del año, con un promedio anual que ronda los 750 mm. Sin embargo, la distribución de las lluvias puede variar, observándose una mayor concentración durante los meses de primavera y verano. Los vientos predominantes en la región suelen ser del sector este y sudeste, aunque en ocasiones pueden soplar desde el sudoeste, con una intensidad que oscila entre los 8 y 20 km/h (Agrositio, 2024).

En cuanto a la caracterización edáfica, el 65% de los suelos son de aptitud agrícola y el 35% restante sólo ganadera. Los suelos agrícolas tienen las más variadas limitantes, siendo los problemas de profundidad efectiva, dado por la tosca y el hidromorfismo asociado a alcalinidad. Del 65% de estos suelos, sólo un 11% no presenta inconvenientes para la producción. Un 15% se ve afectado por tosca en el perfil impidiendo el desarrollo radicular (subclase S) y un 35% por exceso de agua asociado a tosca y/o alcalinidad en profundidad (subclase WS) (Agrositio, 2024).

Los principales cultivos invernales sembrados son trigo pan (*Triticum aestivum*), con un total de 103.000 ha, seguido por la cebada (*Hordeum vulgare*), con 71.000 ha. En cuanto a los cultivos estivales más relevantes podemos decir que la soja (*Glycine max*) es el cultivo más sembrado con una superficie de 100.000 ha, seguido del maíz (*Zea mays*) con un total de 45.000 ha y por último el girasol (*Helianthus annuus*), desarrollado en 43.000 ha sembradas (Estadísticas agrícolas 22/23).

El sistema de riego por aspersión es una herramienta muy importante a la hora de producir en Coronel Suárez, siendo el equipo automatizado de pívot central el más empleado. Se estima que más del 70 % de quienes realizan riego emplean este sistema. Entre los principales factores que explican la preferencia por el pívot central por sobre otros equipos de aspersión pueden mencionarse la economía en la mano de obra, la mayor diferencia de aplicación y la posibilidad de realizar fertilización simultánea (Marini, 2019).

Coronel Suárez es el partido que más riego complementario realiza debido a que cuenta con una cuantiosa reserva de agua de buena calidad, genera óptimos caudales para aplicar en forma de láminas. La calidad de agua del lugar no presenta salinización, pero si un principio de sodificación, sin embargo, a pesar de estas características el agua se considera de carácter aceptable para regar. Los caudales medios varían entre 120 y 180 m³/h y las profundidades de los pozos de exploración oscilan entre 80 y 100 m (Marinissen, 2009).

La superficie total regada con lotes bajo pívot central en la campaña 2020 ascendió a 21.112 ha, lo que implica un incremento de 2.844 has con respecto a la campaña 2015 (INTA, 2023).

Los principales cultivos que se realizan bajo riego los podemos diferenciar en cultivos de verano (maíz, soja y girasol) y cultivos de invierno (trigo, cebada y verdes de invierno). También podemos encontrar sistemas donde la superficie del círculo se divide entre un cultivo de invierno y uno de verano posterior. En estos círculos es frecuente encontrar la mitad del lote o un cuarto de su superficie ocupada por un cultivo estacional y el resto destinada al de otra estación. A estos se los clasifica como de uso mixto (Marini, 2019).

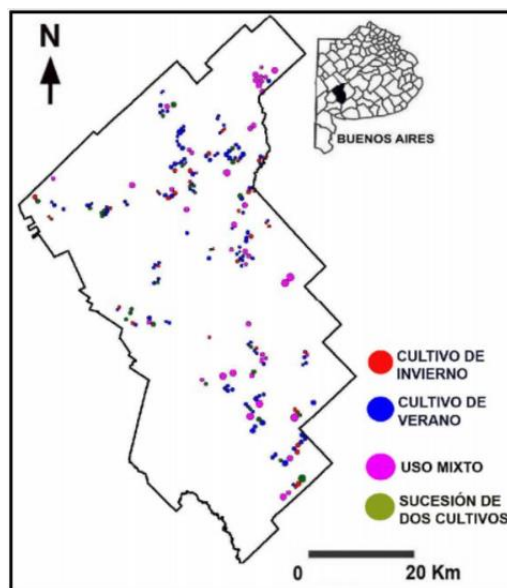


Figura 2. Distribución de lotes con pívot central en el partido de Coronel Suarez, campaña 2018/2019.

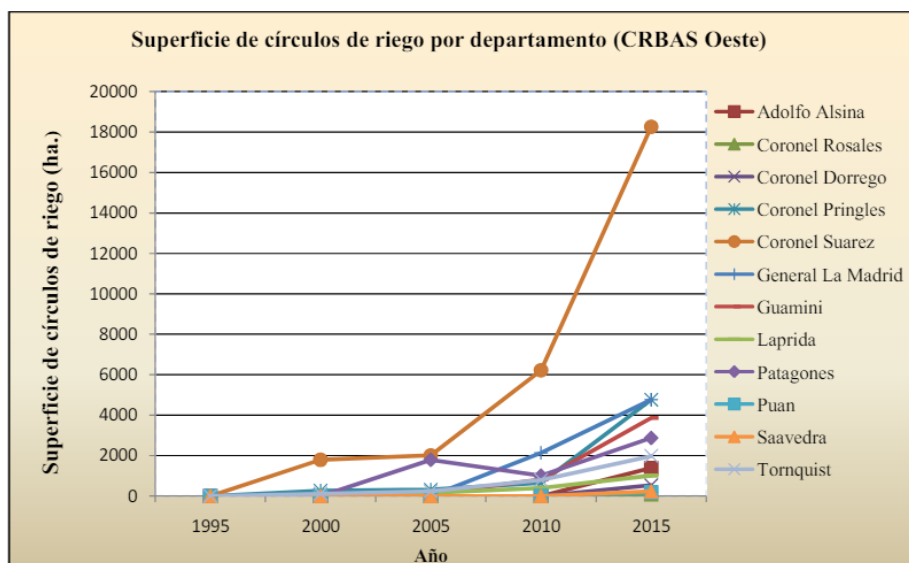


Figura 3. Superficie de círculos de riego por departamento en la Provincia de Buenos Aires.

Producción de Girasol

El girasol (*Helianthus annuus L.*) es uno de los pocos cultivos originados en América del norte. Fue probablemente introducido en Europa a través de los españoles y luego se extendió por el resto de Europa hasta llegar a Rusia en donde se adaptó rápidamente. La selección para alto contenido de aceite comenzó en 1860 en Rusia, la cual fue mayormente responsable por el incremento del contenido de aceite del 28 a casi el 50 %. El descubrimiento de la androesterilidad y el sistema genético de restauración hicieron posible la producción de híbridos e incrementaron el interés comercial en este cultivo (FAUBA, 2024).

Las primeras referencias sobre girasol en la República Argentina se remontan al siglo XIX. Desde 1930 hasta 1959 se opera la gran expansión como cultivo oleaginoso. En 1960 el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) obtiene su primera variedad, "Manfredi INTA". El descubrimiento de la androesterilidad genética en 1968 y la androesterilidad citoplásmica, 1970, hacen posible la producción y difusión de los primeros híbridos en escala comercial. En 1972 y 1973 son liberados, el primer girasol híbrido con androesterilidad genética, D-G104 y el primero con androesterilidad citoplásmica, C S-200. A partir de 1975 tiene lugar un acelerado desarrollo de los híbridos, momento a partir del cual se define la quinta etapa de evolución del girasol, caracterizada como etapa de difusión de los híbridos (ASAGIR, 2024).

Hoy en día, los híbridos de girasol han logrado avances importantes, adaptándose conforme a las limitantes que se presentan en diferentes zonas, además se destacan por poseer mayor estabilidad y mejor resistencia a enfermedades. El mercado ofrece una gran variedad de estos híbridos, con un alto potencial tanto en la producción de granos como en la de aceite. La introducción de girasoles "IMI resistentes" proporciona aún más flexibilidad en el control de malezas y, al mismo tiempo, mejora el rendimiento al garantizar un mayor contenido de aceite por hectárea en todos los ambientes.

Los sistemas de manejo para producir semillas de girasol han cambiado a lo largo de los años para aumentar el número de bolsas de semillas producidas por hectárea. Para analizar esto, se trazaron los rendimientos de semillas ha^{-1} de dos híbridos representativos de la misma empresa de semillas durante un período de 15 años en la (Fig. 4). El rendimiento promedio de semillas por hectárea puede dividirse en dos subperíodos diferentes. De 1998 a 2006, el rendimiento promedio de semillas por hectárea fue de aproximadamente 50 bolsas ha^{-1} . Desde 2006 hasta el presente, por otro lado, el rendimiento promedio por hectárea aumentó a 75 bolsas ha^{-1} (de Estrada et al., 2013).

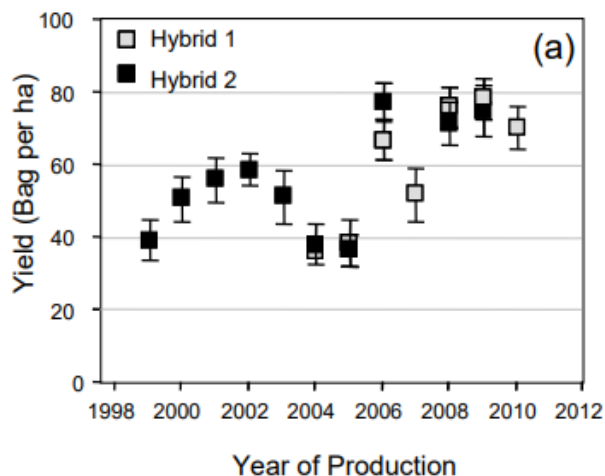


Figura 4. Producción de semillas para dos híbridos comerciales representativos. Evolución del rendimiento (bolsas ha^{-1}) durante 1998-2011.

Varias estrategias de manejo del cultivo contribuyeron a alcanzar esta mejora en el rendimiento. Entre ellas se encuentran: el ajuste de la sincronía floral de las líneas parentales del híbrido mediante el uso del concepto de tiempo térmico, lo que permite una mejor estimación de su fenología y la adecuación de sus fechas de siembra; el desplazamiento de los campos de producción de semillas de girasol a regiones geográficas que permiten obtener rendimientos más altos y mayor estabilidad; la aparición de herbicidas post-emergentes que permiten un control más eficiente de las malezas; una mejor gestión de los polinizadores, especialmente en cuanto al número de colmenas por hectárea a utilizar, el momento adecuado para introducir las, y la inspección y control de la fuerza de las colmenas (de Estrada et al., 2013).

En Argentina, el mercado ofrece girasol tanto para la producción de aceite como confitero. El país tiene una larga trayectoria como proveedor de aceite linoleico y harinas proteicas destinadas a la alimentación animal. La mayor parte del girasol destinado a la producción de aceite proviene de cultivares desarrollados genéticamente para obtener un alto contenido de aceite, cercano al 50%, siendo en su mayoría de tipo linoleico, aunque también hay una oferta limitada de girasol alto oleico.

En el mercado mundial de aceites, desde el punto de vista productivo, el de girasol es el cuarto en orden de importancia. La demanda mundial de aceite de girasol se encuentra distribuida en

un número significativo de países. A nivel global, el principal consumidor es la Unión Europea con un 30% de participación, seguido por Rusia (13%), India (10%), Turquía (7%) y China (6%) (ASAGIR, 2024).

En Argentina se siembran en promedio 1,7 millones de hectáreas por campaña, produciendo más de 3,4 millones de toneladas de girasol. Este cultivo se caracteriza por ser un cultivo más rústico y con menores requerimientos hídricos en comparación con el maíz, por lo que su producción se realiza en diferentes zonas del país (MAGyP, 2021).

Las principales regiones girasoleras en la Argentina son seis y según su importancia se dividen en la región Sudeste de Buenos Aires, la cual abarca un 30,5% del área y el 36,1% de la producción, seguido de esta se encuentra la región Sudoeste de Buenos Aires - Sur de La Pampa, ocupando un 26% del área y el 21,7% de la producción. En tercer lugar, se encuentra la región NEA con una superficie sembrada de aproximadamente 360.000 hectáreas, la misma abarca un 11% del área y el 9,6% de la producción. El Norte de La Pampa - Oeste de Buenos Aires ocupa el cuarto lugar con un 10,4% del área ocupada y 10,7% de la producción. En el quinto puesto se encuentra la zona del Centro - Norte de Santa Fe aportando un 9,8% y 9,4% de área y producción respectivamente y por último, se encuentra la región de la Cuenca del Salado, la cual aporta un 4% del área y el 4,7% de la producción (ASAGIR, 2024).

Área sembrada de girasol 2022/23 por regiones

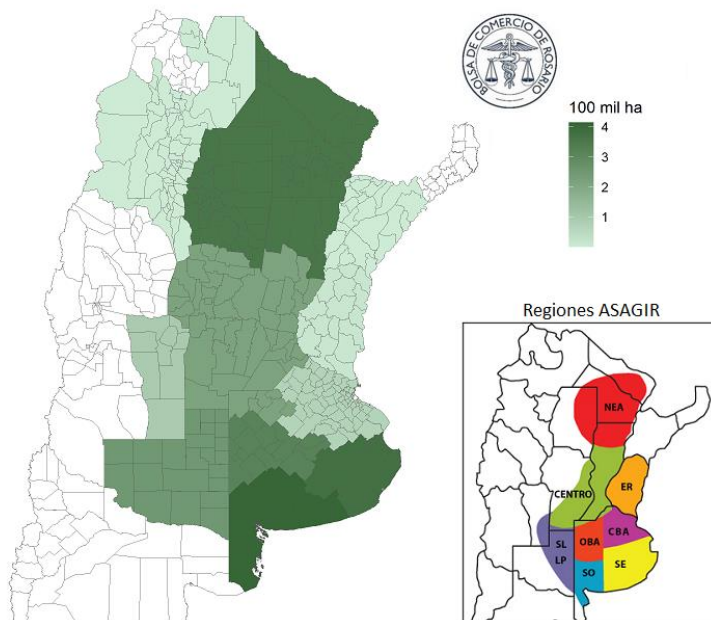


Figura 5. Área sembrada de girasol por regiones en 2022/2023.

Objetivos

Objetivo general

Validar las habilidades profesionales obtenidas durante la formación universitaria mediante la realización de tareas específicas llevadas a cabo por la profesión de Ingeniero Agrónomo, dentro del contexto que se lleva a cabo en la empresa “Criadero El Cencerro S.A”.

Objetivos específicos

- Participar de actividades de producción realizadas por los ingenieros agrónomos y demás personal durante la práctica.
- Adquirir criterios de observación y juicio en situaciones específicas.
- Familiarizarme con la terminología y los procedimientos asociados con la agricultura de precisión.
- Participar en el control de siembra del cultivo, tanto de las líneas androfértiles como de las líneas androestériles.
- Adquirir conocimientos de los sistemas de riego por pivó central.
- Participar en el control de calidad durante la floración.
- Participar en el monitoreo de plagas.
- Participar en el control de cosecha.
- Fortalecer el trabajo en equipo y en la toma de decisiones sobre los actores involucrados en labores productivas.
- Adquirir nuevas herramientas y conocimiento para la formación como futuro profesional.

Metodología de trabajo y experiencia adquirida

Modalidad de trabajo

La práctica profesional supervisada se realizó en la empresa Criadero El Cencerro S.A, ubicada en el partido de Coronel Suárez. La misma consistió en el entrenamiento laboral supervisado por los Ingenieros Agrónomos Ignacio Ducos y Hernán Enrique Ducos, quienes en conjunto desarrollaron tareas centradas principalmente en el cultivo de girasol con destino a la producción de semillas.

Las tareas consistieron en el relevamiento de datos acerca del lote de producción, registrar las labores realizadas en el mismo y posteriormente analizar los datos registrados.

La práctica profesional fue llevada a cabo durante los meses de octubre de 2023 a marzo de 2024. Entre las actividades realizadas se encuentran las siguientes:

- Control de siembra de las líneas parentales, tanto las líneas androesteriles como las líneas androfértiles.
- Regulación de la sembradora.
- Logro del cultivo.
- Seguimiento del desarrollo del mismo.
- Monitoreo de enfermedades, malezas y plagas.
- Registro de colocación de colmenas.
- Seguimiento de la humedad del suelo para la toma de decisiones de riego.
- Sincronización de la floración de las líneas parentales en el estado reproductivo.
- Control de calidad durante la floración, tomando en cuenta los fuera de tipo o hembras fértiles.
- Manejo de plataformas digitales como Land Viewer.
- Análisis de rendimiento por ambientes.
- Control de cosecha.

Área de trabajo

El establecimiento se encuentra en la localidad de Coronel Suárez, a unos 10 km sobre la ruta que conecta la ciudad con la estación Piñeiro, La Colina y unos km más adelante con la localidad de Gral. Lamadrid.



Figura 6. Ubicación y camino hacia el lote ($37^{\circ}26'50''S$; $61^{\circ}48'27''O$) desde Coronel Suarez.

El establecimiento agropecuario, denominado “La Paz” pertenece a la empresa Criadero El Cencerro S.A. El mismo cuenta con una superficie productiva de 185 hectáreas netamente agrícola, en el cual se realizan tanto cultivos invernales (trigo y vicia) y cultivos estivales (maíz, girasol y sorgo para semilla).

El establecimiento La Paz cuenta con la instalación de un equipo de pívot central móvil, el mismo se puede desplazar y utilizarse en dos posiciones distintas, cada posición con su respectiva perforación. En uno de los sectores el pívot riega una superficie de 80 ha y en la otra posición solamente cubre una superficie de 40 ha, está última se debe a que la superficie en ese sector es más estrecha y no permite la utilización de todo el círculo.

En la posición donde el pívot puede girar 360 grados se seleccionó la mitad del círculo, que corresponde a una superficie de 40 ha, para la siembra de girasol con destino a la producción de semilla. Este sector venía de un cultivo antecesor de sorgo.



Figura 7. Área total del establecimiento y lote considerado para la producción de semilla de girasol.

Girasol semilla

Para la producción de semilla híbrida de girasol se utilizan líneas androesteriles (A), cuyas plantas producen plantas estériles (sin polen) y líneas restauradoras (R), estas son plantas ramificadas con 10 a 20 capítulos pequeños y secundarios, lo cual amplía el periodo de floración de 15 a 20 días para mayor cobertura de polen a la línea materna (Agueldo, 1987).

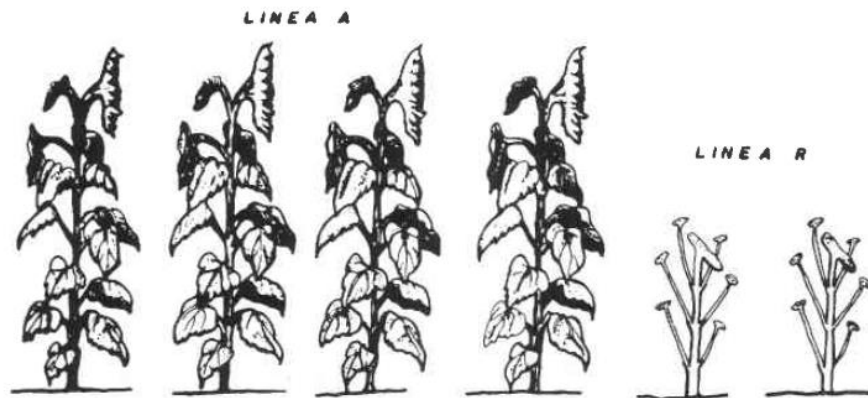


Figura 8. Imagen ilustrativa de las líneas androesteriles (A) y las líneas restauradoras (R).

Anatomía de la planta

La planta de girasol presenta una raíz pivotante que le permite explorar el suelo hasta dos metros de profundidad. Presenta un tallo erecto no ramificado, macizo hispido que puede medir hasta 2,5 m de altura. Las hojas son alternas, pecioladas, grandes de forma ovada con el margen aserrado. Las hojas que se encuentran en el medio de la planta presentan mayor tamaño (FAUBA, 2024).

La inflorescencia del girasol se presenta en un capítulo que contiene dos tipos de flores: liguladas y tubulares. Las primeras rodean el capítulo formando el primer círculo, estas son estériles y de color amarillo, y su principal función es atraer a los polinizadores. En el interior del capítulo se encuentran las flores tubulares, que son fértiles. El número de estas flores varía entre 500 y 1500 aproximadamente, con un tamaño que oscila entre 10 y 20 mm. Estas flores fértiles son autoincompatibles tanto morfológica como fisiológicamente, ya que el estigma se encuentra por encima de las anteras y el polen se libera antes de que este sea receptivo, lo que requiere de la presencia de insectos para la polinización.

Una vez fecundado el ovario de las flores tubulares, este se convierte en un fruto llamado cipsela, el cual está cubierto por una envoltura exterior denominada pericarpio o cáscara, que puede ser completamente negra o presentar estrías de color más claro. Dentro del pericarpio se encuentra la semilla.

La planta de girasol al momento de germinar presenta una estructura similar al coleoptile de las gramíneas llamada gancho cotiledonar. Esta estructura tiene la función de romper el suelo al momento de la emergencia, sin embargo, es muy débil, por lo tanto, si el suelo se encuentra compactado se puede ver afectada la emergencia del cultivo.

Producción de semilla

La producción de semilla de girasol está ligada con técnicas de mejoramiento utilizadas en plantas alógamas. En este proceso se obtienen líneas que se utilizan como parentales o como híbridos, se practica selección recurrente y se forman poblaciones de base genética amplia (Agueldo, 1987).

Para la producción de semillas de girasol, el lote no debe haber sido sembrado el año anterior con girasol, debe estar libre de girasol silvestre y aislado aproximadamente 2000 metros de distancia con otro cultivo de girasol o en su defecto aislado por fecha de siembra con al menos 30 días de diferencia con lotes vecinos. (Agueldo, 1987).

Una vez sembrado el lote se efectúan inspecciones diarias para producir semillas de alta calidad, en las cuales se deberían eliminar plantas fuera de tipo, enfermas, plantas fértiles dentro de las líneas androesteriles.

Un factor crucial en la producción de semillas híbridas es la sincronización entre la receptividad del estigma en las líneas androestériles (A) y la producción de polen en las líneas restauradoras (R) o androfértiles. Para maximizar la cantidad de semillas producidas, es fundamental realizar un estudio cuidadoso de la cantidad de polen generado por las líneas restauradoras.

Además, en la planificación de la producción de semillas híbridas, es esencial considerar varios aspectos clave, como las características de las líneas puras, el ciclo de crecimiento de las plantas, y la influencia de factores como el intervalo de días hasta la emergencia, el tiempo hasta la floración, la duración de la receptividad de las flores y la producción de polen de las líneas restauradoras. También es importante tener en cuenta la atracción que ejercen las flores sobre las abejas en ambas líneas, así como la resistencia de las plantas a enfermedades y plagas, entre otros factores.

Presiembra y siembra

Muestreo de suelo

Se realizaron muestreos de suelo para evaluar la fertilidad y el estado del lote previo a la siembra. Esta práctica nos permitió conocer qué proporción de nutrientes se encontraban en el lote y también los aspectos físicos del suelo en el lugar como la estructura y la porosidad del suelo. Además, tomando en cuenta la historia del lote, se pudo determinar los cambios en los niveles de los nutrientes que se encontraban y si hubo o no compactación. Por último, analizando esta información se pudo gestionar de manera más eficiente la aplicación de fertilizantes.

El muestreo se realizó el 19 de octubre con el fin de evaluar la disponibilidad de nitrógeno que se encontraba en el suelo. Para la toma de muestras se utilizó como implemento un barreno tubular.

El método que se empleó para el muestreo fue totalmente al azar en donde se hicieron 39 muestras dentro del lote de 40 ha.

Se tomaron muestras de 0-20 cm y de 20-40 cm, esto nos dio una idea de la cantidad de nitrógeno disponible que se encontraba en el suelo; sin embargo, hay que tener en cuenta que este nutriente es muy móvil a diferencia de otros nutrientes como puede ser el fósforo, por lo tanto, hubiese sido recomendable haber tomado muestras por lo menos hasta los 60 cm de profundidad.

Dentro de los resultados que arrojaron los análisis, las muestras en los primeros 20 cm dieron un total 43,92 Kg de nitrógeno por hectárea, o expresado de otra manera, 18,3 ppm; por otra parte, los resultados de las muestras entre 20-40 cm arrojaron un total de 10,1 ppm (24,24 Kg de N ha⁻¹). Para llegar a estos resultados se tomó una densidad aparente del suelo de 1,2 mg/m³. Estos resultados significan que la cantidad de N que se encontraba en el suelo era acorde a los requerimientos que necesita el cultivo, ya que el girasol necesita entre 40 a 60 kg de N para producir 1000 kg de semillas por hectárea.

Campo	Cultivo	Ha	Nº muestras	Fecha de muestreo	Tipo de muestreo	>N 0-20 (ppm)	>N 20-40 (ppm)	>N Total (kg ha ⁻¹)
La Paz	Girasol	40	39	19-10-23	>N 0-20 (ppm); >N 20-40 (ppm)	18,3	10,1	68,2

Tabla 3. Resultados del muestreo de suelo previo a la siembra de girasol.

Presiembra

El momento de preparar la cama de siembra es de suma importancia, esta va a generar condiciones adecuadas para permitir que las semillas germinen y el cultivo emerja lo más rápido y uniformemente posible.

Una cama de siembra ideal debe tener la capacidad de captar y retener el agua de las precipitaciones, evitar el encostramiento que podrían impedir la adecuada germinación de la semilla. Además, debe actuar como una barrera contra la evaporación del agua del suelo, manteniendo la humedad para que, al momento de la siembra, la semilla pueda absorber agua por capilaridad. A su vez, debe servir como reserva de nutrientes, agua y oxígeno, para el desarrollo inicial de la planta (Väderstad, 2022).

El 24 de abril del 2023 se realizó una pasada de rolo faca o rolo triturador de rastrojos con el fin de preparar la cama de siembra y evitar los residuos que quedaron luego de la cosecha del cultivo antecesor. Esta herramienta se utiliza para el manejo de coberturas vegetales. La función que cumple es la de triturar las cañas de la cosecha anterior, cortándolas en pequeños fragmentos, de esta manera se acelera la descomposición.

Por otra parte, se hicieron dos pasadas de rastra liviana (catros) los días 28 de julio y 30 de agosto con el objetivo de remover el remanente de rastrojo que había quedado.

La rastra liviana trabaja a una profundidad entre 3 cm y 12 cm. La función que cumple es remover el rastrojo en la parte superficial del suelo. Dentro de las ventajas que proporciona este tipo de rastras livianas en comparación a las rastras convencionales es que se puede trabajar a mayores velocidades, reduciendo el tiempo de trabajo y el consumo de combustible. Tiene una mayor capacidad productiva, el acabado final del terreno es superior. Al no remover tanta cantidad de tierra, permite un mejor cuidado del suelo ya que se evita la erosión eólica como hídrica y no se lavan los nutrientes disponibles en el suelo.



Figura 9. Paraje de Rastra liviana (catros) en presiembra del cultivo de girasol el 28 de julio.

Posteriormente a las labores de rolo y rastra se realizaron varias aplicaciones de herbicidas debido a que el cultivo antecesor de sorgo semilla seguía nasciendo. Como método de control se optó por la aplicación de diferentes productos químicos que se encuentran en el mercado. El día 21 de septiembre se aplicó cletodim 24g (Sigma, $0,5 \text{ L ha}^{-1}$) y glifosato 66% (Power Plus II, 2 L ha^{-1}) con coadyuvante (Humect Agro, $0,04 \text{ L ha}^{-1}$). Un mes más tarde aproximadamente a esa aplicación, el día 17 de octubre se realizó una segunda pasada, pero esta vez se utilizó acetoclor 90% (Harness Bayer, $1,2 \text{ L ha}^{-1}$), flurocloridona 25g (Talis, $1,2 \text{ L ha}^{-1}$), glifosato 66% (Power Plus II, $2,2 \text{ L ha}^{-1}$) y lambdacialotrina 25% (Aranami $0,05 \text{ L ha}^{-1}$) con coadyuvante (Humect Agro, $0,04 \text{ L ha}^{-1}$). Estos productos se aplicaron con el objetivo de seguir controlando las malezas y los insectos que pueden aparecer en implantación.

Siembra

Una vez que se realizaron todas las labores previas a la siembra y el suelo quedó en buenas condiciones se prosiguió a sembrar el lote. Para esto se tuvo en cuenta que había que hacer varias siembras y en diferentes fechas.

Como se describió anteriormente, la línea restauradora o androfertil se siembra en fechas anteriores a la línea androesteril para que haya coincidencia en la floración y la polinización sea llevada a cabo correctamente.

La siembra estuvo comprendida entre el 17 y el 26 de octubre. El modelo de siembra utilizado estuvo organizado en un sistema 10:2 en el cual se encuentran diez surcos de plantas androesteriles (hembras) y dos surcos de líneas androfertiles (machos).

Para el caso de la siembra de los machos la misma se realizó en dos fechas distintas. La primera fecha de siembra fue el día 17 de octubre mientras que la segunda fue el día 21 de octubre. Para ambas siembras de machos se utilizó una sembradora que fue construida de forma “casera” con partes de sembradoras que ya no se utilizaban ya que la misma debe abarcar solo dos surcos. Esta sembradora fue construida hace varios años y por el momento da excelentes resultados. Cuenta con una distancia entre surcos de 52 cm y un sistema de dosificación a placa mecánica.



Figura 10. Siembra de línea androfertil el 17 de octubre.

Una vez sembrados los dos machos se prosiguió a la siembra de las hembras el día 26 de octubre. Para esta, a diferencia de los machos se hizo en un solo día utilizando una sembradora Agrometal TX mega a la cual se le adaptó el sistema de *Precision Planting*. Este sistema es una nueva tecnología que se utiliza para optimizar la siembra de los cultivos. Utiliza equipos y técnicas de alta precisión para asegurar que las semillas se planten en el lugar y la profundidad correctos, con el espaciado adecuado y en las condiciones óptimas para maximizar el rendimiento.

La sembradora utilizada era una sembradora de granos gruesos que contaba con un sistema de dosificación mecánico con placas perforadas a la que se le adaptó un sistema de dosificación neumático, para reemplazar al antiguo dosificador con que contaba la sembradora. Además, se

le agregó una turbina neumática, monitores de siembra para tener información en tiempo real sobre la calidad de la siembra lo que le permite al operador ajustar parámetros a campo en el momento de trabajo. También se incluyó el sistema de sensores y controladores que monitorean el flujo de las semillas y permiten ajustar la tasa de siembra. Por último, se instalaron componentes mecánicos y electrónicos que aseguran que cada semilla sea colocada de manera uniforme y precisa. Al utilizar este sistema se mejora la eficiencia, se reduce el desperdicio de semillas, fertilizantes y se optimiza el rendimiento de los cultivos al asegurar que cada semilla tenga las mejores condiciones para germinar.



Figura 11. Izq.: monitores de siembra. Der: Turbina de succión neumática.

Para realizar la siembra de las hembras se utilizaron solo 10 surcos de la sembradora a una distancia de 52 cm entre ellos y de 34 cm entre semillas.

El sistema de siembra que se utilizó fue neumático a dosis fija, en el cual se sembró una densidad de 57000 pl ha⁻¹ a una profundidad de 3,5 cm. Esta densidad fue considerada la más adecuada ya que se contaba con un ambiente de alto potencial bajo riego.

La cantidad de plantas logradas fue en función de las semillas viables sembradas. De las 57000 semillas sembradas por hectárea, 52400 semillas fueron viables, las mismas presentaron un poder germinativo (PG%) del 92%. A su vez a los 35 días posterior a la siembra se realizaron mediciones a campo, en las cuales se tomaron en cuenta cuantas plantas se encontraban en un metro lineal, luego en base a eso y teniendo en cuenta que la distancia entre surcos era de 0.52m, se llegaron a contabilizar unas 45000 pl ha⁻¹ aproximadamente, lo que da un coeficiente de logro (CL%) de 86%.

Al momento de la siembra también se incorporó fosfato diamónico (FDA) como fertilizante a dosis fija de 50 kg ha^{-1} . Esta dosis utilizada se calculó en base a los resultados del análisis de suelo previo a la siembra y a la historia del lote en cuanto a la producción de semilla de girasol. A su vez, también se calculó en base a información generada por la empresa con alto porcentaje de respuesta en esas dosis de (FDA), para los niveles de P promedios de la zona, los cuales rondan entre 8 a 12 ppm.



Figura 12. Izq.: cajón de semillas. Der: cajón de fertilizante (FDA).

Crecimiento y desarrollo

A medida que el cultivo fue creciendo y desarrollando se realizaron diversas recorridas en el lote para observar si se encontraba en buenas condiciones o si había presencia de plagas, enfermedades o malezas. También se hicieron recorridas para observar si la floración era uniforme y si había individuos fuera de tipo que podían llegar a generar contaminación al momento de la cosecha.

La primera recorrida se hizo el día 12 de noviembre, post siembra, para evaluar si el cultivo había emergido uniformemente. En dicha recorrida se observó el estado de plantas que se encontraba en el lote y la sanidad de las mismas. Afortunadamente el lote estaba en buenas condiciones sin presentar complicación alguna, la sanidad de las plantas era buena y la germinación del cultivo había sido uniforme sin perder demasiadas plantas.

En este momento el estadio del cultivo se encontró entre V2-V3 con buen crecimiento y desarrollo. Se pudo observar que había una pequeña diferencia entre el crecimiento de las hembras y los machos debido a la diferencia en las fechas de siembra.

El cultivo en este estadio se encontraba desarrollando su raíz y con dos a tres hojas. A partir de V6 a V8 comienza la diferenciación de estructuras reproductivas y cesa la producción de hojas.



Figura 13. Estadio del cultivo entre V2-V3.

El 14 de noviembre se realizó una nueva aplicación en la cual se utilizaron $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ de cletodim 24g (Sigma), en conjunto con clearsol (BASF, $0,08 \text{ L ha}^{-1}$) y coadyuvante (Humect Agro, $0,25 \text{ L ha}^{-1}$) debido a que seguían viniendo plantas del cultivo de sorgo antecesor y malezas como abrojo grande (*Xanthium cavanillesii*) y abrojo chico (*Xanthium spinosum*).

Días más tarde el 22 de diciembre se volvió a aplicar cletodim 24g (Sigma, $0,5 \text{ L ha}^{-1}$) en conjunto con coadyuvante (Humect Agro, $0,04 \text{ L ha}^{-1}$).

En base a las aplicaciones que se hicieron durante todo el ciclo del cultivo se calculó el coeficiente de impacto ambiental (EIQ) a través del calculador online de la universidad de Cornell, el mismo calcula el EIQ de campo a partir del herbicida aplicado, la dosis utilizada y el porcentaje del ingrediente activo (Cornell, 2024). Este índice proporciona valores que reflejan el impacto ambiental por hectárea (Auravant, 2024).

El cálculo arrojó como resultado un EIQ de 140,8. Este valor se encuentra elevado con respecto a los valores de referencia. Para contrarrestar esta situación se deberían tomar medidas más cautelosas a la hora de realizar aplicaciones que generen menor impacto ambiental y de esa forma hacer una producción más sustentable.

Las medidas que se podrían tener en cuenta sería la realización de mayores labores mecánicas al momento del barbecho con el objetivo de hacer una menor cantidad de aplicaciones. Como segunda medida, se podrían realizar más cantidad de recorridas a campo y así tomar mejores decisiones en cuanto a la necesidad de las aplicaciones. Además sería beneficioso aumentar los controles en la cosecha del cultivo antecesor y limpiar la maquinaria al momento de la siembra.

El lote históricamente se caracterizó por presentar abrojo chico (*Xanthium spinosum*) y abrojo grande (*Xanthium cavanillesii*) lo cual es de muy difícil control ya que se encuentra

constantemente en diferentes estadios durante todo el ciclo del cultivo. Esto genera pérdidas en el cultivo ya que las plantas compiten por agua y nutrientes; y también genera pérdidas de calidad al momento de la cosecha ya que la semilla de la maleza es de similar tamaño a la del girasol y se llega a colar en la tolva.

El lote en relación a años anteriores no se encontró muy afectado por la presencia de abrojo, sin embargo, se pudieron observar poblaciones en forma de manchones sobre las cabeceras. Para el manejo de estas malezas se realizó un control mecánico de forma manual por parte de la cuadrilla de trabajo en la cual por medio de azadas se cortaron y se trituraron las pantas de abrojo que se encontraban en las cabeceras del lote.

Como se mencionó anteriormente, entre el estadio V6 y V8, el ápice cambia de vegetativo a reproductivo, cesa la producción de hojas para empezar a desarrollar estructuras reproductivas. El comienzo del estado reproductivo se da cuando el botón floral comienza a diferenciarse y se observa la planta desde arriba se pueden ver las brácteas inmaduras tienen la apariencia de una estrella de numerosas puntas, a este estado se lo denomina R1 (Cátedra de Producción Vegetal Extensiva, 2022).

Así como los estados vegetativos van desde VE (emergencia), hasta V8 aproximadamente, una vez que se diferencia el ápice, la planta va a transitar por 9 estados reproductivos diferentes hasta llegar a madurez fisiológica. Estos estados se pueden diferenciar de la siguiente manera:

- R1: Descripto anteriormente, el botón floral comienza a diferenciarse. Visto desde arriba las brácteas inmaduras tienen la apariencia de una estrella de numerosas puntas.
- R2: el botón floral se encuentra entre 0.5 y 2 cm de la hoja más cercana inserta en el tallo.
- R3: el botón floral se encuentra a más de 2 cm de la hoja más cercana.
- R4: la inflorescencia comienza a abrirse. Vista desde arriba, las flores liguladas aún inmaduras son visibles.
- R5: este estado corresponde al inicio de la floración, se divide en sub-estados dependiendo del porcentaje del área del capítulo que ha completado su floración. Es un estado decimal. Por ejemplo: R5.2 quiere decir que el 20% de las flores tubulares se encuentran en antesis.
- R6: la floración es completa y las flores liguladas comienzan a marchitarse.
- R7 - R8: se produce un cambio de coloración del capítulo.
- R9: la mayor parte del capítulo se torna marrón, este estado se corresponde a madurez fisiológica.



Figura 14. Diferentes estados reproductivos del cultivo. a) R1, b) R3, c) R4, d) R5.

A partir del 18 de diciembre comenzaron las tareas de *rouging*, esta es una práctica que se realiza a campo con el objetivo de asegurar la pureza varietal requerida por los estándares de comercialización. Esta práctica consiste en la eliminación manual o mecánica de plantas indeseadas o fuera de tipo dentro del cultivo. En este caso se hizo en forma manual la cual fue llevada a cabo por una cuadrilla de 10 personas. Este proceso es de suma importancia en la producción de semillas híbridas de girasol, se realiza con el fin de asegurar la pureza genética y la calidad del cultivo.

Dentro de las tareas que se realizan en este tipo de práctica son la de eliminación de plantas no deseadas con el fin de remover plantas que no cumplen con las características del cultivo, como aquellas que presentan diferencias en tamaño, color, o forma. Eliminar plantas enfermas o afectadas por plagas para prevenir la propagación a plantas saludables, eliminar cualquier planta

que no sea pura o que no pertenezca a la variedad deseada, eliminar plantas fértiles que se encuentren dentro de los surcos de plantas androesteriles.

El *rouging* se realiza en diferentes etapas del crecimiento de los girasoles, desde las primeras fases hasta poco antes de la cosecha. En este caso comenzó a mediados de diciembre y termino a principio de febrero. Es una tarea intensa y larga ya que requiere de muchas horas de trabajo y mucha atención para identificar y eliminar correctamente las plantas no deseadas.

	Estadio	Práctica
18/12/2023	Prefloración	Eliminación de plantas fuera de tipo y hembras fértiles
19/12/2023	Prefloración	Eliminación de plantas fuera de tipo y hembras fértiles
29/12/2023	5% de Floración	Eliminación de plantas fuera de tipo y hembras fértiles
31/12/2023	25% de Floración	Eliminación de hembras fértiles
2/1/2024	50% de Floración	Eliminación de hembras fértiles
4/1/2024	75% de Floración	Eliminación de hembras fértiles
6/1/2024	98% de Floración	Eliminación de hembras fértiles
10/1/2024	100% de Floración	Eliminación de hembras fértiles
2/2/2024		Repaso del lote post rolado

Tabla 4. Fechas en las cuales se realizaron las prácticas de *rouging* en relación a los diferentes estadios del cultivo.



Figura 15. Diferencias entre hembra androesteril (recuadro azul) y hembra fértil (recuadro rojo).

Como conclusión acerca de las tareas de *rouging* realizadas podemos decir que el resultado en el recuento de hembras fértiles fue del 0,025%, valor que nos indica que el lote no se encontró sumamente contaminado.

Colocación de colmenas

El girasol es un cultivo de polinización entomófila, es decir, que necesita de insectos para poder fecundar sus flores. Por este motivo, para el caso de la producción de semillas híbridas la presencia de estos insectos es de suma importancia, debido a que las hembras no tienen la capacidad de autofecundarse debido a que son plantas androesteriles.

El principal insecto polinizador es la abeja europea (*Apis mellifera*) la cual juega un papel muy importante en este proceso, ya que facilitan la transferencia de polen de las flores masculinas a las femeninas, garantizando así una fertilización efectiva. Por esta razón es muy importante la colocar colmenas alrededor del lote de producción antes de que las flores femeninas comiencen a estar receptivas.

Las abejas son consideradas los polinizadores más eficientes, especialmente en la producción de semillas de girasol, estas se aseguran que el polen de las flores masculinas llegue a las flores femeninas, que es esencial para la formación de semillas viables. La introducción de colmenas incrementa significativamente las tasas de polinización, lo que se traduce en una mayor producción de semillas. Además, también incrementa el número de semillas producidas por planta.

Por otra parte, las semillas bien polinizadas tienden a ser más uniformes en tamaño y forma. Estas características son deseables tanto para el mercado como para la siembra de híbridos posterior. Por último, en la producción de semillas híbridas, es crucial que la polinización ocurra en el momento óptimo. Las colmenas pueden ayudar a sincronizar este proceso, asegurando que las flores femeninas sean polinizadas cuando estén en su punto máximo de receptividad.

En la práctica se colocaron colmenas en la periferia del lote el día 2 de enero (Fig. 15). Estas fueron contratadas a una empresa que se dedica a la producción de miel, la cual se encargó de realizar controles semanales con el fin de cosechar la miel producida por las abejas.

La cantidad de colmenas colocadas fue de 2,5 colmenas por hectárea, lo que da un total de 100 colmenas alrededor del lote.

Una vez que el cultivo es polinizado por completo se procede a retirar las colmenas para facilitar las labores que siguen en el cultivo como la del picado de los machos y la cosecha.



Figura 16. Imagen ilustrativa de colmenas en lotes de girasol.

Picado de machos

Una vez que el cultivo se poliniza por completo y se encuentra en R6 se procede al picado de los machos. Estos tienen como única función la de polinizar a las hembras, por lo tanto, no van a ser cosechados.

La práctica del picado se hace con el objetivo de hacer un mejor control en cuanto a la polinización cruzada, ya que esto es esencial para asegurar que solo las plantas hembra sean fecundadas con polen de plantas macho seleccionadas. Por otro lado, hay una optimización del espacio y los recursos debido a que una vez que los machos ya cumplieron su función, se eliminan para que los recursos como nutrientes, agua y luz sean aprovechados por las hembras, mejorando así el rendimiento y la calidad de las semillas producidas.

Otra razón por la cual se realiza esta actividad es para la prevención de enfermedades y plagas, ya que estas plantas pueden atraer plagas o ser más susceptibles a enfermedades. Eliminarlas puede reducir el riesgo de infestaciones o infecciones en el cultivo.

Por último, la eliminación de las plantas machos va a facilitar la cosecha y simplificar el proceso de recolección y procesamiento de las semillas.

Para esta actividad se utilizó un rolo triturador especializado (Fig. 16) con el ancho de labor correspondiente a los surcos de machos sembrados. Este rolo es tirado por un tractor New Holland que cuenta con la trocha adecuada para no pisar los surcos de hembras.

El picado de machos se realizó el 1 de febrero de 2024 en el momento que las hembras se encontraban entre R6-R7. Una vez terminada la actividad, se le hizo una segunda pasada, pero esta vez fue llevada a cabo por una cuadrilla de cinco personas, las cuales caminaban por la pasada ya hecha por el rolo y controlaban de forma manual el trabajo realizado anteriormente.

El método de picar o eliminar los machos es una práctica común en la producción de muchas semillas híbridas, no solo en el girasol, la cual asegura la calidad y pureza genética del producto final.



Figura 17. Izq. Tractor New Holland con el rolo triturador de machos. Der. Trabajo realizado en la eliminación de los machos.

Agua en el cultivo

El agua en el cultivo es de suma importancia y más aún cuando se trata de una producción de semillas híbridas. El girasol sin limitaciones de profundidad de suelos extrae entre 500 y 550 mm de agua durante su ciclo fenológico para generar rendimientos óptimos (Aapresid, 2008). Dado que la zona en la que nos encontramos tiene precipitaciones muy irregulares que no alcanzan a completar las necesidades hídricas de las plantas, es necesario aplicar riegos complementarios y recurrir al uso de agua de perforación que en condiciones generales poseen buenas aptitudes para riego.

El 19 de octubre se realizó el análisis de la calidad de agua utilizada para el riego en el establecimiento de La Paz, el cual fue llevado a cabo por el laboratorio Fertilab. Los resultados del análisis arrojaron que el agua es apta para riego.

PH	Conductividad eléctrica (dS/m)	Sales Solubles (gr/lit)	Carbonato (mg/lit)	Bicarbonato (mg/lit)	Cloruro (mg/lit)	S-Sulfato (mg/lit)	Calcio (mg/lit)	Magnesio (mg/lit)	Sodio (mg/lit)	Potasio (mg/lit)	RAS	CSR	Dureza (mg/lit CaCO ₃)
7,6	0,68	0,45	0	302,8	22,7	0	48	17,1	66,2	7,2	2,1	2,6	190,4

Tabla 5. Resultados de análisis de agua el 19/10/2023 para el campo La Paz.

El parámetro más importante a tener en cuenta al momento de clasificar un agua para riego es la conductividad eléctrica (CE: 0,68 dS/m) y según la FAO, el recurso hídrico analizado es apto para riego. Otro índice a tener en cuenta es la relación de adsorción de sodio (RAS) que indica el peligro

de sodicidad que podría causar el agua utilizada para riego. Para el caso particular de esta fuente de agua, no producirían ningún inconveniente su utilización, ya que los valores de RAS son bajos

El sistema de riego empleado es un pívot central con aspersores. Este sistema actúa como un complemento durante las épocas de escasez de lluvias, asegurando una mayor estabilidad en los rendimientos y una mejor eficiencia en el uso de insumos.

El agua se extrae mediante perforaciones y se bombea utilizando bombas axiales centrífugas para llevar el agua a través de un sistema de tuberías hasta el centro del equipo de riego. Cuando el agua ingresa al pívot comienza el riego y los milímetros de agua aplicados a los cultivos se regulan con la velocidad de la máquina.

La perforación utilizada para riego durante la campaña 2023/2024 tenía un caudal de $160\text{m}^3/\text{h}$ y el pívot central puede aplicar una lámina diaria de 8 mm. Como el pívot regaba en dos mitades iguales de 40 hectáreas cada una, la lámina diaria aplicada se incrementa a 16 mm.



Figura 18. Cultivo de girasol en diferentes estadios con equipo de riego por pívot.

Durante el ciclo del cultivo se aplicó una lámina de 65 mm de acuerdo a la necesidad de agua de las plantas. Antes del estadio “botón floral” se buscó llegar a capacidad de campo para después mantener la disponibilidad acorde al consumo del cultivo a fin de evitar posibles enfermedades hasta el final del cultivo.

Desde la siembra hasta la cosecha del cultivo llovió un total de 400 mm (oct-feb). Estas precipitaciones se produjeron mayormente en el mes de diciembre, momentos antes de que el cultivo pase a estado reproductivo, lo que fue muy beneficioso para este, ya que se cargó el perfil con agua y no hizo falta tener que regar en estadios más avanzados. Esta distribución de las precipitaciones explica porque solo fue necesario aplicar una lámina de 65 mm durante el desarrollo del cultivo.

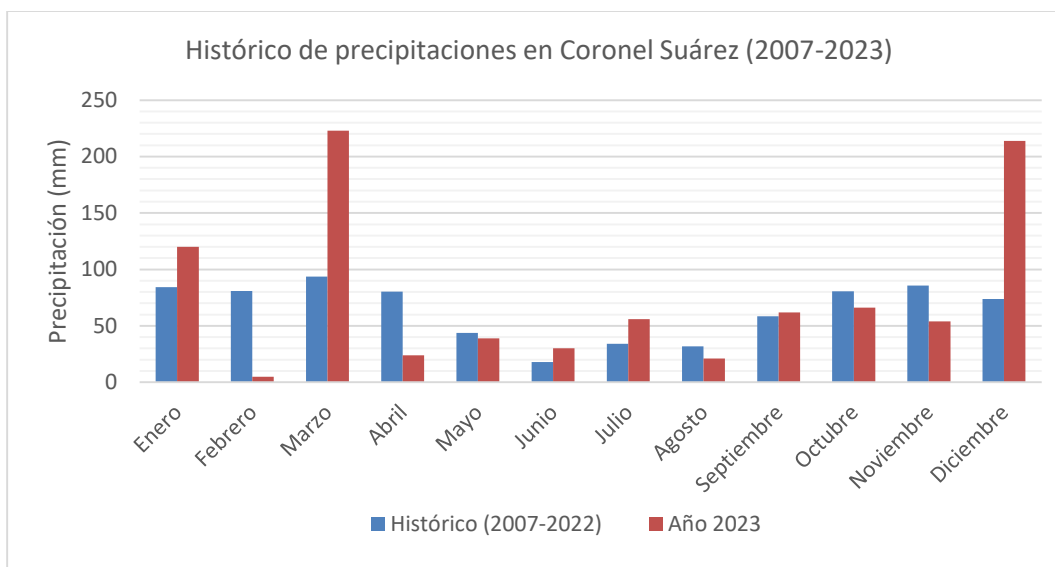


Figura 19. Histórico de precipitaciones (mm) entre los años 2007 – 2022 en comparación con las precipitaciones del 2023.

En la figura 19 se puede observar el promedio histórico de las precipitaciones de Coronel Suárez para el periodo de 2007-2022 en comparación con las precipitaciones ocurridas durante el año en que se realizó el cultivo. Estos datos están tomados en el campo experimental El Sendero que pertenece a la empresa. El mismo se encuentra ubicado a unos 5 km del campo La Paz. Como se puede observar en el gráfico, el año 2023 fue un año promedio parecido al promedio, sin embargo, los meses de marzo y diciembre superaron ampliamente los registros medios históricos.

Adversidades

En cuanto a las adversidades que se encontraron durante el ciclo del cultivo podemos mencionar que en estado de plántula pueden aparecer el complejo de cortadoras afectando el estado de plantas, luego hasta madurez fisiológica puede aparecer defoliadoras como la isoca medidora (*Rachiplusia nu*), dañando directamente el área foliar del cultivo. Para evitar el ataque de este tipo de plagas en implantación se utilizó curasemillas compuesto por Metalaxyl, Azoxistrobina e Imidacloprid.

Para el complejo de cortadoras se aplicó lambdacialotrina 25% (Aranami, 0,05 L ha⁻¹) de forma preemergente y luego para el caso de la isoca medidora, esta se controló de manera preventiva antes del ingreso de las abejas al cultivo. En este caso se utilizó clorantanilprole 20g (Amicor, 0,05 L ha⁻¹) ya que este insecticida no afecta a las abejas.

Para el caso de la presencia de malezas como abrojo grande (*Xanthium cavanillesii*) y abrojo chico (*Xanthium spinosum*) que se encontraban en el lote, se realizó una aplicación ya mencionada anteriormente la cual contenía fluorocloridona 25g (Talis, 1,2 L ha⁻¹) y glifosato (Power Plus II, 2,2 L ha⁻¹).

Por otra parte, también se observaron plantas con presencia de roya blanca (*Pustula helianthicola*) que es una enfermedad foliar. Para el control de esta, el 5 de enero se aplicó pyraclostrobin (Opera BASF, 0,8 L ha⁻¹) en conjunto con coadyuvante (Humect Agro, 0,05 L ha⁻¹).

Por último, el factor que provocó mayores pérdidas fue la presencia de granizo en la etapa final del cultivo. Los peritos determinaron que hubo un daño del 25%. Este fenómeno afectó significativamente el rendimiento esperado del cultivo, ya que se encontró en su fase final y provocó el desgrane en los capítulos.

Cosecha

Una vez que el cultivo alcanzó la madurez fisiológica se realizó la cosecha del mismo. Para esta actividad hay que tener en cuenta numerosas consideraciones tanto técnicas como prácticas las cuales incluyen el momento óptimo para la recolección de la semilla, la limpieza de las maquinas, monovolvas y bateas para evitar que haya presencia de otras semillas. A su vez los equipos deben estar bien calibrados (rpm del rotor, la apertura de la camisa) para evitar partir las semillas, por último, el contenido de humedad debe ser estrictamente menor a 9%.

El momento de la cosecha es fundamental para maximizar el rendimiento y la calidad de las semillas de girasol. Dentro de los factores claves a considerar incluyen la madurez fisiológica, el contenido de humedad y las condiciones climáticas.

El girasol debe ser cosechado cuando las semillas han alcanzado su madurez fisiológica y el contenido de humedad de estas esté estrictamente por debajo de 9%. Esto es así para minimizar el riesgo de deterioro durante el almacenamiento. La cosecha debe planificarse en períodos secos para evitar problemas de humedad excesiva y facilitar el uso eficiente de la maquinaria.

Momentos antes de la cosecha, cuando el cultivo llega a madurez fisiológica se suele aplicar desecante con el objetivo de evitar pérdidas por causa de algún tipo de adversidad. Este no fue el caso ya que había buenas condiciones ambientales y se esperó a que se haga un proceso de secado natural.

La cosecha del lote de girasol comenzó el 29 de febrero, para la misma se utilizó una cosechadora New Holland modelo CR9060 (Fig. 20) propia de la empresa, que cuenta con un sistema de trilla axial con doble rotor, estos dos rotores en conjunto con los cóncavos realizan una fricción suave en toda su extensión, grano a grano, con elevada fuerza centrífuga, lo que contribuye a una gran capacidad de trilla y separación. A su vez, esta máquina tiene un sistema de limpieza de doble acción que produce granos de alta calidad. Debido a esto, es capaz de procesar un gran volumen de granos. La tolva cuenta con una capacidad de almacenamiento de hasta 12.334 litros, lo que reduce la frecuencia de descarga y aumenta la eficiencia operativa (New Holland Agriculture, 2024).

En cuanto a las características tecnológicas, esta cosechadora cuenta con un sistema de piloto automático que mejora la precisión de las operaciones, reduciendo la superposición y mejorando la eficiencia de la cosecha. Por último, la maquina está equipada con sensores para monitorear la

humedad del grano, el rendimiento y otros parámetros críticos, proporcionando datos valiosos para la toma de decisiones (New Holland Agriculture, 2024).



Figura 20. Cosechadora New Holland CR9060 con cabezal girasolero.

Para la cosecha de girasol es necesario la utilización de un cabezal girasolero, que presenta diversas características que le otorgan la capacidad para separar el capítulo de la planta. En este caso se utilizó un cabezal de la marca Franco Fabril el cual contaba con un ancho de labor de 21 surcos a 52 cm.

Las funciones que tiene este cabezal es cortar y recolectar los capítulos de las plantas de girasol de manera eficiente, minimizando las pérdidas y el daño de las semillas. Para esto cuenta con bandejas las cuales guían los tallos hacia el sistema de corte, una vez que llegan a este sistema, las cuchillas cortan el capítulo y estos son transportados mediante sinfines hacia el embocador de la cosechadora, la cual va a producir la trilla. La velocidad a la cual se cosecho fue entre 6 a 7 Km h^{-1} velocidad acorde para el cultivo cosechar este cultivo.

El rendimiento que se logro fue de 750 Kg ha^{-1} , dicho rendimiento fue menor al estimado. Esto se debió a que al final del ciclo del cultivo, en febrero ocurrió una fuerte tormenta de granizo lo que generó cierto desgrane en las plantas. En general, los rendimientos promedios en cultivos de girasol con destino a la producción de semillas híbridas rondan los $900\text{-}1.000 \text{ kg ha}^{-1}$ con picos de hasta 1200 kg ha^{-1} (Criadero El Cencerro S.A).



Figura 21. Izq. Capítulo de girasol previo a la cosecha. Der. Muestra de semilla de girasol ya cosechada.

Una vez que la semilla fue cosechada se llevó a la planta de procesamiento (Fig. 22). Esta planta cuenta con una superficie de 33.881 m² para el acondicionamiento, procesamiento y embolsado de semillas. En esta se realizan diferentes procesos de limpieza para eliminar las impurezas, ya sea tierra, granos chicos, granos partidos, semillas de alguna maleza, entre otros. Además, tiene 6.600 m² cubiertos y cuatro líneas de limpieza, donde se procesan las semillas para lograr los estándares de calidad que exigen las normas nacionales e internacionales. También cuenta con la infraestructura adecuada para el almacenamiento y para realizar controles periódicos de humedad y temperatura, de esta manera mantener los altos estándares de producción logrados en el campo.



Figura 22. Planta de procesamiento.

Al momento del ingreso de las semillas a la planta se evaluaron aspectos visuales, como aspecto general de las semillas. Se evaluó la presencia de malezas y el nivel de daño mecánico que

presentaban estas. Por otra parte, se midió el contenido de humedad que debe ser estrictamente menor al 9% y el nivel de temperatura, que debe ser menor a 20°C. También se evaluaron mediante análisis de laboratorio la viabilidad, el poder germinativo y la pureza de las semillas. Una vez analizados todos los parámetros mencionados, se llegó a lograr la calidad esperada.

Análisis de imágenes de NDVI

Durante el ciclo del cultivo se fueron revisando las imágenes satelitales con el objetivo de hacer un seguimiento más específico. Para este tipo de análisis se utilizó la plataforma EOSDA Land Viewer, la cual es una herramienta diseñada para el análisis y visualización de datos satelitales y geoespaciales. Dentro de las funciones que nos brinda esta plataforma está la del acceso a imágenes satelitales de alta resolución de diferentes proveedores y satélites como Landsat, Sentinel, entre otros. También nos permite realizar un análisis detallado del terreno y del uso del suelo, ofrece capacidades para procesar imágenes satelitales, como la aplicación de diferentes índices de vegetación (NDVI, EVI, NDSI, etc.), filtros y ajustes de color, lo que facilita la interpretación de los datos (Land Viewer, 2024).

El NDVI compara la cantidad de luz reflejada en la banda del infrarrojo cercano (NIR) con la cantidad de luz reflejada en la banda del rojo (RED). El resultado es un valor que oscila entre -1 y 1, donde los valores negativos corresponden a áreas con superficies de agua, estructuras hechas por el hombre, nubes o nieve y los valores más altos indican una mayor densidad de la vegetación. Las áreas con vegetación densa tienden a tener valores de NDVI más altos, mientras que las áreas con poca o ninguna vegetación tienen valores de NDVI más bajos.

En este caso se utilizó esta plataforma para hacer un monitoreo haciendo énfasis en el estado del cultivo, identificando áreas más productivas y áreas afectadas por plagas o diferentes tipos de factores estresantes. Para la observación de imágenes se utilizó el proveedor Sentinel-2 L2A el cual es un satélite que orbita alrededor de la tierra y toma imágenes cada 5 días a una resolución de 10 m. A su vez, se hizo un seguimiento basándonos en imágenes NDVI.

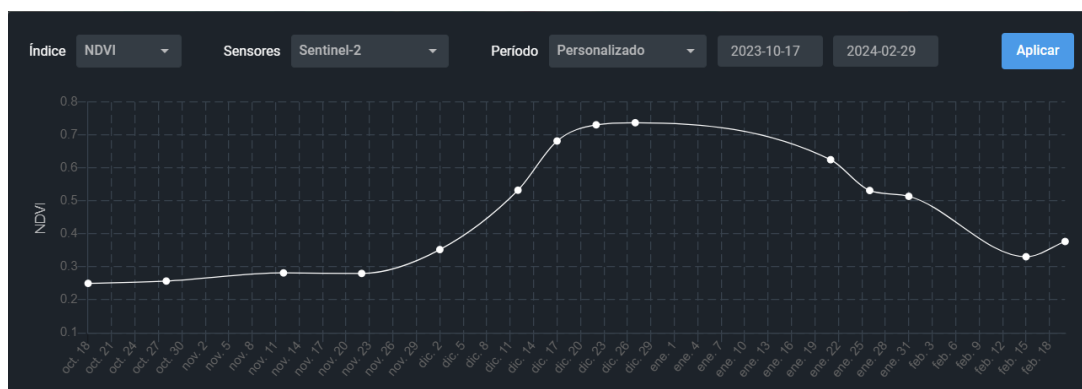


Figura 23. Análisis temporal del NDVI durante el ciclo del cultivo.

La figura 23 nos muestra el análisis temporal del NDVI del cultivo que va desde el 17 de octubre de 2023 hasta el 29 de febrero de 2024. Allí se puede observar como el cultivo hasta el 23 de

noviembre no mostraba avances en cuando al NDVI, esto se debe a que el cultivo se encontraba en los primeros estadios vegetativos. A partir de este momento el índice comienza a crecer debido a que el cultivo se encuentra en pleno crecimiento. Llegando al 27 de diciembre se puede observar que hay un pico máximo de NDVI el cual fue un valor de 0,74. En este punto la vegetación era densa y el cultivo se encontraba en la etapa reproductiva de R3-R4.

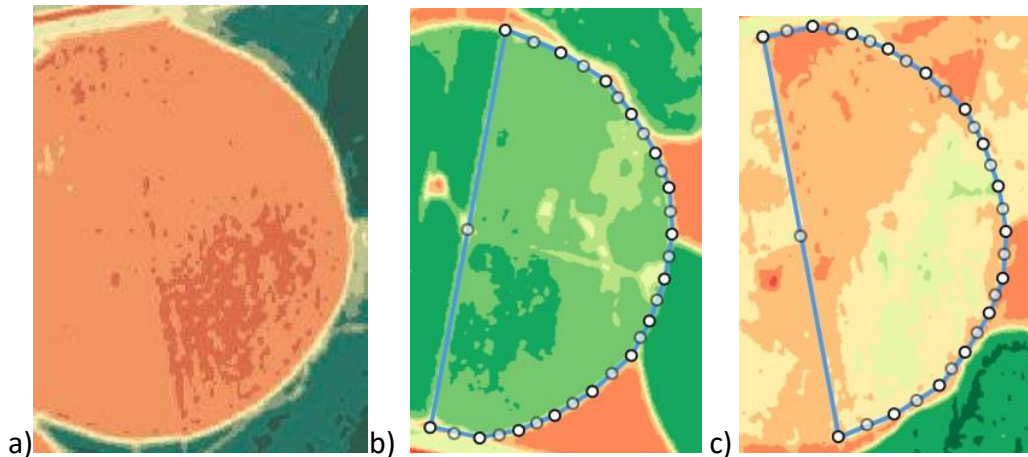


Figura 24. Evolución del lote en diferentes fechas (a- 28 de octubre; b- 11 de enero; c- 20 de febrero)

Consideraciones finales

La práctica profesional supervisada fue una experiencia sumamente gratificante que me permitió fortalecer conocimientos adquiridos durante la carrera.

Si bien ya había trabajado en la empresa durante campañas anteriores, esta experiencia me llevo a interiorizarme más en la dinámica de la misma que me permitió desarrollar y aprender habilidades como la resolución de problemas, el trabajo en equipo, la organización y predisposición de todas las partes involucradas en la producción.

Durante esta práctica utilicé nuevas herramientas que me ayudaron a entender mejor la dinámica del cultivo y la importancia que tiene la producción de semillas híbridas de girasol, principalmente cuando se realiza bajo riego.

Si bien en el transcurso se presentaron diversas dificultades relacionadas con el trabajo de terceros, dificultades climáticas, entre otras, gracias a los ingenieros se pudieron resolver estos inconvenientes y se pudo llevar a cabo la producción del cultivo.

Por último, quiero resaltar el trabajo de los ingenieros, tanto de Hernán, como de Ignacio y de Nicolas que me dieron la oportunidad de entender la dinámica del Ingeniero Agrónomo en las

actividades del día a día. Ellos me brindaron herramientas necesarias para comprender las actividades que se realizan en el ciclo del cultivo en una semillera. Además de ayudarme a introducirme en el ámbito laboral y crecer como profesional, siempre con el apoyo, la motivación y la capacitación durante esta experiencia.

Bibliografía

Aapresid, 2008. Pereyra, Victor; Feoli, Carlos; Sarlangue Horacio. Girasol en la rotación. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/blog/el-girasol-en-la-rotacion#:~:text=El%20girasol%20extrae%2C%20en%20profundidad,y%20550%20mm%20de%20agua.>

ASAGIR 2024. Girasol: importancia económica. Disponible en: <https://www.asagir.org.ar/acerca-de-importancia-econ%C3%B3mica-460>

Auravant, 2024. EIQ – Índice de impacto ambiental. Disponible en: <https://www.auravant.com/ayuda-es/eiq/>

Bolsa de comercio de Rosario, Agricultura en Argentina Panorama 2024. Información disponible en: <https://surdelsur.com/es/agricultura-argentina/#provincias-productoras-agricolas-en-argentina>

Calculator for Field Use EIQ (Environmental Impact Quotient). New York State Integrated Pest Management Program, Cornell Cooperative Extension, Cornell University. Disponible en: <https://cals.cornell.edu/new-york-state-integrated-pest-management/risk-assessment/eiq/eiq-calculator>

CENSO 2018. Principales provincias productoras de cereales. Fuente BRC. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/area-por-tipo>

Criadero El Cencerro 2024. Disponible en: <https://www.elcencerro.com>

Ernesto de Estrada, Martín Vázquez, Darío Moreno, Sebastián Bravo, José Amores, Guillermo San Román, José Dodds, Amelia Bertero de Romano, Pablo Bergada, Carlos Sala, 2013. Sunflower seed production: past, present, and perspectives. Disponible en: <file:///D:/DATOS/Downloads/Sunflower seed production. Past present and perspectives.pdf>

Estadísticas agrícolas 22/23. Municipalidad Coronel Suarez. 2024. Disponible en: <https://www.coronelsuarez.gob.ar/wp-content/uploads/2024/03/Estimaciones2022-23.pdf>

FAUBA 2024. Galería de especies de uso industrial. Disponible en: https://www.agro.uba.ar/catedras/cultivos_industriales/galeria/girasol

INTA 2023. Análisis espacio temporal del riego por pivote central en la provincia de Buenos Aires en el período 1995-2020. Disponible en: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/15542/pubidia23_ano3_n1_septiembre-p.82-87.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Para%20el%20a%C3%B1o%202020%20hubo,y%20Baltarce%2014.998%2C9%20ha.

INTA Coronel Suarez 2009. Ing. M. Sc. Eduardo de Sá Pereira. La soja en el partido de Coronel Suárez y el sudoeste bonaerense. Disponible en: <https://www.agrositio.com.ar/noticia/105903-la-soja-en-el-sudoeste-bonaerense.html>

JACTO 2023. Producción agrícola en Argentina: los cultivos más importantes. Disponible en: <https://bloglatam.jacto.com/produccion-agricola-argentina/>

Land Viewer, 2024. Disponible en: <https://eos.com/landviewer/?lat=-37.56817&lng=-61.75964&z=11>

Marini M. 2019. Determinación superficie regada por pivote centrales en Coronel Suárez. Disponible en: <https://ruralnet.com.ar/2019/04/27/riego-con-pivot-central-en-el-partido-de-coronel-suarez-determinacion-de-superficie-regada-empleando-imagenes-satelitales-landsat-8-oli-campana-2018-2019/#:~:text=La%20superficie%20total%20regada%20con,a%20la%20campana%C3%B1a%202013%2F%2014.>

Municipio de Coronel Suárez, 2023. Estadística. Disponible en: <https://www.coronelsuarez.gob.ar/estadisticas/>

New Holland Agriculture 2024. Cosechadoras línea CR. Disponible en: <https://agriculture.newholland.com/lar/es-ar/equipos-maquinas/productos/cosechadoras/l%C3%ADnea-cr/modelos>

Orlando, Aguedoo D. 1987. La producción de semilla de girasol. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/30976/28557_19106.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Väderstad, 2022. Requerimientos de la cama de siembra. Disponible en: <https://www.vaderstad.com/cl/know-how/basic-agronomy/seedbeds/seedbed-requirements/#:~:text=La%20cama%20de%20siembra%20ideal,-Las%20propiedades%20m%C3%A1s&text=proporcionan%20un%20transporte%20de%20agua,el%20desarrollo%20de%20las%20ra%C3%ADces>

Anexo



Figura 25. Izq. Sembradora de grano grueso Agrometal TX Mega. Der. Turbina de la sembradora.



Figura 26. Placas dosificadoras de Precision Planting.



Figura 27. Siembra de hembras.



Figura 28. Der. Girasoles machos multiflor. Izq. Disposición de siembra 10:2 entre hembras y machos respectivamente.



Figura 29. Der. Cosecha de hembras. Izq. Control de cosecha.