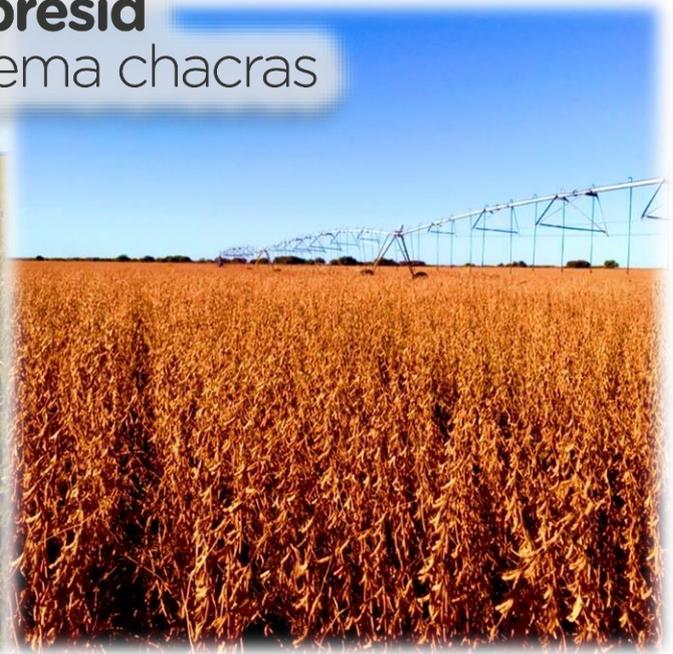


Trabajo de Intensificación

# Experiencia Profesional en la Chacra Valles Irrigados Norpatagónicos de AAPRESID



**Aapresid**  
sistema chacras



**Camila Belelli**

**Tutor:** Dra. Cecilia Pellegrini

**Consejeros:** Dr. Alejandro Presotto  
Dr. Martín Espósito

**Instructor Externo:** Ing. Agr. Magalí Gutiérrez



*Departamento de Agronomía  
Universidad Nacional del Sur  
Octubre 2021*

# AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Universidad Nacional del Sur y especialmente al Departamento de Agronomía, por brindarme un lugar en la educación pública.

A mi tutora, la Dra. Cecilia Pellegrini, quien me apoya desde hace tiempo en mis desafíos como estudiante, quien me incentivó a viajar a Uruguay y me acompañó desde un principio durante mi práctica profesional. Gracias por tu vocación de servicio, por abrirnos siempre las puertas de tu oficina y por ser ejemplo para los estudiantes de Agronomía.

Les agradezco a mis consejeros, el Dr. Alejandro Presotto y el Dr. Martín Espósito, por darme sus consejos y acompañarme en la recta final de mi carrera para poder recibirme.

Un agradecimiento especial a mi supervisora, la Ing. Agr. Magalí Gutiérrez, porque desde el principio estuvo predispuesta a acompañarme, enseñarme y contagiarme su gran pasión por la profesión. Gracias a ella por su calidez como persona y profesional, y por permitirme realizar esta experiencia aún en estos contextos de pandemia que nos tocan vivir.

Gracias a AAPRESID y a los productores de la Chacra VINPA, por esta gran oportunidad y por abrirme las puertas a la asociación y a sus establecimientos.

Un GRACIAS en mayúscula para mis papás, Gladys y Adrián, quienes desde pequeña me transmitieron su amor por el campo, me enseñaron el valor de la vida y del esfuerzo y me dieron la oportunidad de estudiar. Gracias a mi hermana Mayra, por enseñarme y recordarme cada día, lo esencial de la vida. Gracias a los tres por su amor.

A mi compañero, Lucas, por hacerse presente a través de sus consejos y compañía, más allá de la distancia, y por motivarme cada vez que lo necesito.

A mis amigas y amigos, los de la vida y los que me regaló esta hermosa carrera. Gracias por permitirme crecer junto a ustedes, acompañarme y vivenciar como propio, cada logro personal.

Gracias Dios...  
*“Por los gestos que me abrazan,  
Cuando el mundo me amenaza.  
Por la sana compañía.  
Por mi historia y tu perdón.  
Por el tiempo de la espera.  
Por tu abrazo que es abrigo,  
Por tu rostro en mis amigos.  
Gracias.”*

# INDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
Regiones agrícolas.....	3
Valles Norpatagónicos.....	5
El Río Negro .....	6
AAPRESID .....	7
¿En qué consiste el Sistema Chacras?.....	7
Chacra VINPA.....	8
<i>Características climáticas.....</i>	<i>9</i>
<i>Características edáficas.....</i>	<i>10</i>
<i>Vegetación natural.....</i>	<i>11</i>
<i>Líneas de trabajo.....</i>	<i>11</i>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>METODOLOGÍA Y EXPERIENCIA ADQUIRIDA .....</b>	<b>14</b>
Modalidad de Trabajo.....	14
Área de Trabajo.....	15
Establecimiento El Carbón .....	15
Establecimiento Kaitacó .....	18
Evaluación del estado hídrico de los cultivos.....	22
Análisis de imágenes de NDVI.....	23
Estimación de la humedad del suelo por tacto y apariencia .....	24
Cultivo de Maíz.....	26
Ecofisiología.....	26
Evaluación de la fecha de siembra.....	27
Fertilización: características y ensayos evaluados .....	29
Pruebas de intensificación de la rotación .....	33
Evaluación del ensayo de germoplasmas .....	34
Estimación del rendimiento .....	37
Problemáticas observadas .....	39
Cultivo de Soja .....	42
Ecofisiología.....	42
Evaluación de ensayos de germoplasma .....	42
<i>Observaciones .....</i>	<i>45</i>
Evaluación de la fecha de siembra.....	46
Problemáticas observadas .....	48
<i>Encostramiento y planchado de suelo por quita de cobertura.....</i>	<i>48</i>
<i>Enfermedades .....</i>	<i>50</i>
Relaciones interpersonales .....	51
<b>CONSIDERACIONES FINALES .....</b>	<b>53</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>55</b>

## RESUMEN

La Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID) es una Organización no Gubernamental sin fines de lucro cuyo objetivo es difundir una agricultura sustentable, basada en el uso racional e inteligente de los recursos naturales a través del acceso al conocimiento y la innovación tecnológica. Cuenta con seis programas a través de los cuales asiste a su misión institucional en todo el país, siendo “Sistema Chacras” el programa de desarrollo de conocimiento técnico, en el cual se agrupan los emprendimientos de agricultura extensiva irrigada de la norpatagonia. Puntualmente, la Chacra “Valles Irrigados Norpatagónicos” (VINPA) reúne a un conjunto de empresas con problemáticas en común, que requieren de la generación de conocimiento técnico para la gestión de sus sistemas de producción.

El presente trabajo de intensificación consistió en una Práctica Profesional Supervisada (PPS) de tres meses de duración, desarrollada en el marco de las actividades que lleva adelante la Gerente Técnica de Desarrollo (GTD) de la Chacra VINPA, Ing. Agr. Magalí Gutiérrez. Desarrollé las actividades específicamente en los establecimientos “Kaitacó” y “El Carbón”, dos de los campos pertenecientes a la citada Chacra. Durante la PPS, participé de distintas actividades relacionadas con la generación, análisis y divulgación de información de cultivos de maíz y soja bajo riego por pivó central en los valles norpatagónicos. Estas tareas incluyeron la evaluación, observación y muestreo de los cultivos a nivel de lote y de ensayo, el análisis de datos meteorológicos y satelitales en computadora, la búsqueda de información, el intercambio con productores, entre otras.

Esta experiencia me permitió aplicar los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Sur (UNS), a situaciones concretas de trabajo. Fue una gran oportunidad que me ayudó a desarrollar criterios de observación, habilidades competitivas, donde pude adquirir nuevas herramientas técnicas y conocimientos para mi futuro profesional. Además, me brindó la posibilidad de conocer e interactuar con productores, profesionales y otras personas vinculadas a la actividad agropecuaria, como así también, conocer el medio productivo de la región, sus modalidades de trabajo, problemáticas y desafíos.

# INTRODUCCIÓN

El campo es una pieza fundamental de la economía argentina, es uno de los sectores más competitivos, principal exportador del país, y un gran generador de empleo a lo largo de todas las cadenas agroalimentarias. Estas últimas, abarcan un numeroso conjunto de productos, tanto primarios como industriales, y generan, en promedio, alrededor del 10% del PBI nacional (Claro y Miazzo, 2017), del cual aproximadamente el 75% es generado por las actividades agrícolas (Obschatko et al., 2006).

Los productos agrícolas producidos no solo abastecen a toda la población nacional, sino que, además, el excedente es destinado a la exportación. Según la Fundación Agropecuaria para el Desarrollo Argentino (FADA), durante el año 2020, las cadenas agroindustriales generaron USD 38.055 millones en concepto de exportaciones, equivalente al 69% de todas las exportaciones argentinas para dicho período (USD 54.883 millones). A su vez, cabe resaltar que, del total de exportaciones de las cadenas agroindustriales, el 68,3% corresponden a las cadenas granarias.

La agricultura argentina está asentada en sólidas ventajas comparativas y competitivas naturales, ya que el país cuenta con condiciones edáficas y climáticas que permiten producir excelentes cultivos extensivos a lo largo y ancho del país. Sobre una superficie total de 278 M ha, actualmente unas 33 M ha se destinan a la agricultura (BCR, 2019). Sin embargo, se estima que podría cultivarse el equivalente a 71 M ha de tierra anualmente, con la incorporación de tecnología, conocimiento e innovación (FAO, 2007).

## Regiones agrícolas

Debido a la gran extensión del territorio nacional, éste presenta una diversidad de climas que va desde el tropical, en el Norte, hasta el semiárido frío en la Patagonia sur (Martínez, 2018). La variación anual de las precipitaciones permite dividir al país en tres grandes regiones agrícolas (Rodríguez y Dardis, 2011; Figura 1):

- La **región húmeda**, abarca un 24% de la superficie total del país (66 M ha), con precipitaciones que superan los 800 mm año<sup>-1</sup>.
- La **región semiárida**, con 40 M ha (15% de la superficie total), donde las precipitaciones oscilan entre 400 y 800 mm anuales, por lo que, durante buena parte del año, el déficit hídrico obliga a complementar la oferta natural de agua con riego, para el desarrollo de determinados cultivos.

- La **región árida**, la cual comprende el 61% de la superficie total continental de la Argentina (172 M ha), y donde las precipitaciones no superan los 400 mm anuales, por lo que el riego total y no complementario, se vuelve una herramienta indispensable para el desarrollo de los cultivos agrícolas.

La **región agrícola árida** incluye, prácticamente, a toda la Patagonia argentina al sur del Río Colorado. Esta es una extensa región ubicada al sur de Argentina que representa el 27% de la superficie nacional (Beider, 2012). Esta zona económica del país se ha especializado en bienes destinados, predominantemente, al mercado interno, con producciones más intensivas en el uso de la tierra y mano de obra (FAO, 2007).



**Figura 1.** Regiones agrícolas de Argentina de acuerdo a la precipitación media anual (Procisur, 2010).

Sin embargo, gracias a la instalación de sistemas de riego, hoy ciertas zonas de la Patagonia se destinan a la agricultura extensiva, mientras que, hasta hace poco tiempo, eran identificadas como regiones de producción mixta, o incluso eran netamente ganaderas (Andreani, 2010).

Según estimaciones de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), Argentina posee 2,1 M ha irrigadas, las cuales generan alrededor del 13% del valor de la producción agrícola del país, y esta superficie podría duplicarse, aumentando las áreas bajo riego y eficientizando los sistemas irrigados actuales. Las regiones identificadas con potencial de ampliación del riego en Argentina corresponden a sólo 14 provincias, una de las cuales es Río Negro ya que cuenta con más del 45% de la superficie con posibilidad de ampliación (FAO, 2014).

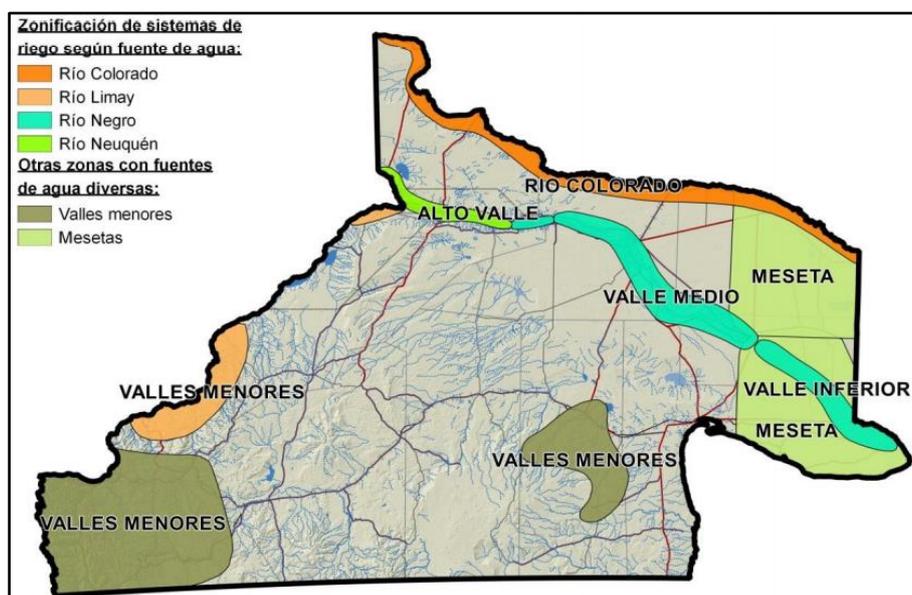
La provincia de Río Negro se encuentra ubicada en el norte de la Patagonia Argentina, y abarca un área que representa el 26% de toda la superficie de la región Patagónica. Debido a la gran diversidad geográfica y productiva de la provincia, se distinguen 4 regiones principales: Región Andina, Región Atlántica, Región de Estepa y

Región de los Valles. Las actividades más importantes que dinamizan la economía provincial se desarrollan principalmente en esta última región, más específicamente en los Valles norpatagónicos (FAO, 2014).

## Valles Norpatagónicos

Los Valles norpatagónicos comprenden al Valle del Río Negro y al Valle del Río Colorado. Las áreas bajo riego de estas regiones son de vital importancia para la economía de la provincia rionegrina, cuyo pilar fundamental está basado en la explotación agrícola irrigada (Portal oficial de Río Negro, s/f).

Dentro de la norpatagonia, el valle más importante es el **Valle de Río Negro** ya que funciona, fundamentalmente, gracias al aprovechamiento del agua de calidad del Río Negro, curso hídrico superficial más importante de la provincia. Se trata de un espacio geográfico de 15 km de ancho medio, que se extiende a lo largo de todo el recorrido del Río Negro hasta su desembocadura en el océano Atlántico. El mismo se divide en Alto Valle, al norte; Valle Medio, en la zona de islas; y Valle Inferior, cercano a la desembocadura (Portal oficial de Río Negro, s/f; Figura 2).



**Figura 2.** Zonificación de los distintos Valles de la Provincia de Río Negro según fuente de agua (FAO, 2014).

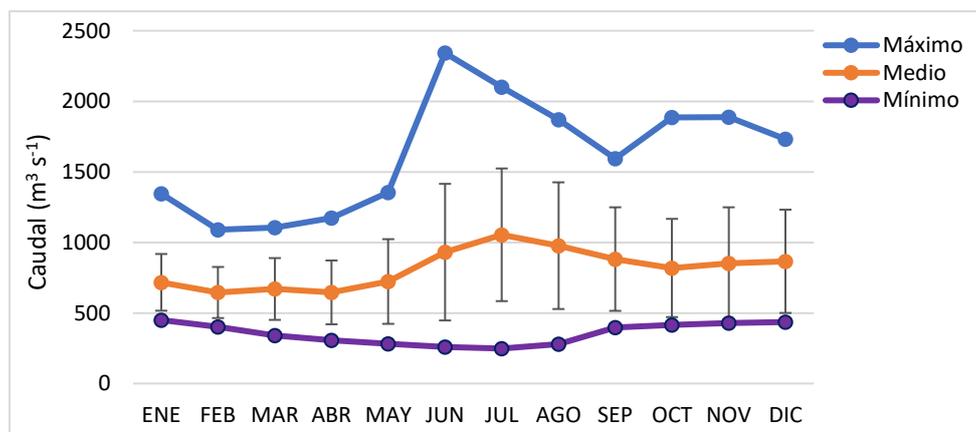
La Norpatagonia, y particularmente el Valle del Río Negro, se valoriza desde lo económico-productivo como un área proveedora de recursos naturales, pero principalmente, por la presencia de la red hidrográfica que circunda el valle, la cual constituye un elemento geográfico de vital importancia en la organización del territorio provincial. En su recorrido, se observan cambios en el uso de la tierra donde se alterna

una actividad predominantemente frutihortícola en los valles superior y medio, con la agricultura y la ganadería bovina y ovina hacia el valle inferior (IGN, 2016).

### El Río Negro

El Río Negro, el recurso hídrico más importante de la provincia, también es el curso de agua más grande de la Patagonia y el tercero en importancia del país gracias a su riqueza hídrica, lo que favorece el riego en casi toda su extensión (IGN, 2016). Nace en la confluencia de los ríos Limay y Neuquén y, atravesando con dirección oeste-sureste a la provincia rionegrina, alcanza una longitud aproximada de 730 km hasta su desembocadura en el mar argentino (Portal oficial de Río Negro, s/f).

Según un estudio de la Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC, 2016), el cual consideró una serie de 37 años (1978-2015), el Río Negro posee un caudal medio de  $818 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (Figura 3). A su vez, este recurso hídrico se caracteriza no solo por ofrecer agua en cantidad, sino también de calidad, ya que según el Índice de Calidad de Agua (IAC) de la AIC, el Río Negro aporta agua de calidad “Buena” (AIC, 2011; Tabla 1).



**Figura 3.** Caudales Medios Mensuales ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) para el período 1978-2015. (Fuente: AIC, 2016).

**Tabla 1:** Puntos de muestreo en los lagos de la cuenca de Río Negro y su correspondiente estado de calidad del agua según el ICA (datos de 2007). (AIC de los Ríos Limay, Neuquén y Negro, 2011).

Punto de muestreo	Escala	Calidad del agua
Lago Nahuel Huapi	4	Buena
Lago Moreno	5	Excelente
Lago Gutiérrez	4	Buena

Gracias a este recurso hídrico, la norpatagonia presenta condiciones excepcionales para la producción agrícola extensiva bajo riego. Concretamente, los tres pilares fundamentales que conforman este potencial se tratan del **agua**, que es ofrecida en cantidad y calidad por el Río Negro, el **clima**, que si bien es árido se caracteriza por presentar una elevada radiación efectiva y temperaturas propicias para los cultivos, y el

**suelo**, representado por las enormes extensiones de tierra que brindan el soporte físico necesario para el desarrollo de estos proyectos (Gutiérrez, com. pers.).

Actualmente, los desarrollos productivos en las zonas de los Valles Medio e Inferior, corresponden a emprendimientos privados con sistemas de riego por bombeo (FAO, 2014). En este contexto, desde el año 2011, un grupo de productores innovadores busca desarrollar la agricultura extensiva bajo riego en los valles norpatagónicos. Estos últimos, con el objetivo de soslayar la falta de información local acerca del manejo del agua de riego, los cultivos y los suelos, se reunieron en el marco del programa “Sistema Chacras” de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID), para así generar los conocimientos necesarios para la gestión productiva y sustentable de sus sistemas de producción (Gutiérrez, com. pers.).

## **AAPRESID**

La Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa es una Organización no Gubernamental sin fines de lucro. Está integrada por una red de productores agropecuarios de todo el país que, a partir del interés en la conservación de su principal recurso, el suelo, adoptaron e impulsaron la difusión de un paradigma agrícola basado en la Siembra Directa.

Esta asociación se fundó el 1º de agosto de 1989, con el objetivo de difundir una agricultura sustentable, basada en el uso racional e inteligente de los recursos naturales a través del acceso al conocimiento y la innovación tecnológica. Para ello, cuenta con seis programas a través de los cuales asiste a su misión institucional en todo el país, siendo “Sistema Chacras” el programa de desarrollo de conocimiento técnico, en el cual se agrupan los emprendimientos de agricultura extensiva irrigada de la norpatagonia (AAPRESID, s/f).

### ¿En qué consiste el Sistema Chacras?

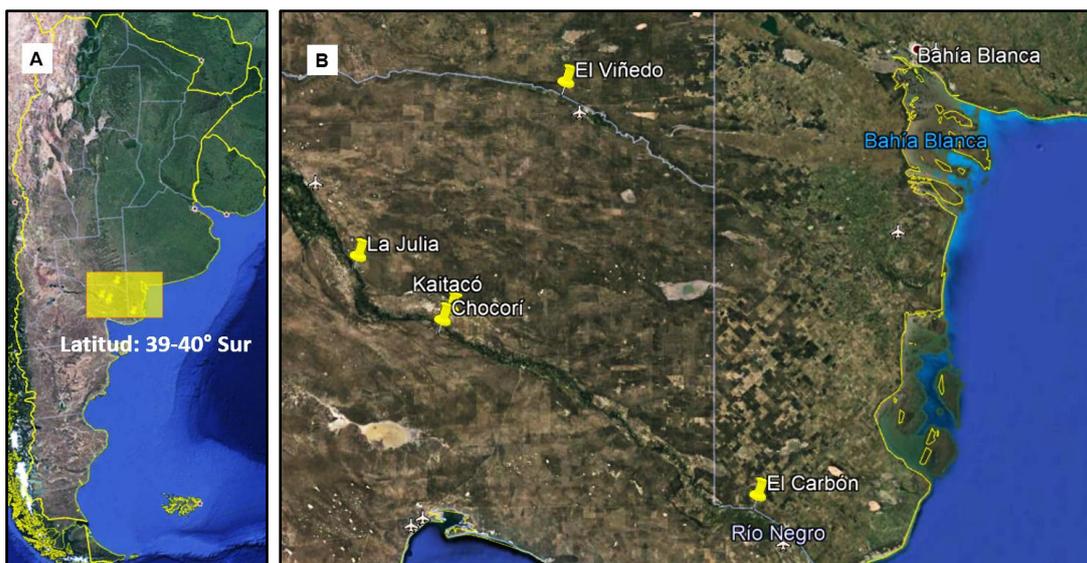
Se trata de un programa creado para dar respuestas a las demandas del productor, a través del desarrollo de tecnologías sustentables en los distintos ambientes y sistemas de producción. El programa busca generar y transferir conocimientos y formar recursos humanos, accionando a través del “*aprender produciendo*”, sobre escenarios reales y planteos de soluciones crecientes, y del “*protagonismo en red*”, integrando horizontalmente la experiencia del productor con el conocimiento científico, la visión empresarial y el apoyo institucional (AAPRESID, s/f).

En la actualidad, hay nueve chacras activas, entre ellas la chacra Valles Irrigados Norpatagónicos (VINPA), posicionada en los ambientes de valles norpatagónicos de la provincia de Río Negro y sur de la provincia de Buenos Aires. Cada chacra posee un Gerente Técnico de Desarrollo (GTD) a cargo, quien es el profesional que ejecuta el proyecto y se encarga de generar, gestionar y extender el conocimiento a los productores (AAPRESID, s/f).

### Chacra VINPA

Esta Chacra tiene por finalidad ajustar sistemas productivos extensivos sustentables bajo riego en los valles irrigados de norpatagonia. Los miembros que actualmente la integran son los productores de los establecimientos agropecuarios Chocorí, Kaitacó, La Julia, El Carbón y El Viñedo, quienes, junto a su GTD se reúnen con el objetivo de generar la información y los conocimientos necesarios para alcanzar y sostener la sustentabilidad económico-ambiental de sus sistemas productivos.

Los establecimientos que conforman la Chacra VINPA se localizan entre los 39° y 40° de latitud Sur. Todos ellos, excepto El Viñedo, se encuentran ubicados en distintos puntos del Valle de Río Negro, encontrándose Chocorí y Kaitacó en el Valle de General Conesa, La Julia en el Valle Medio, mientras que El Carbón está emplazado en Carmen de Patagones (Provincia de Buenos Aires), zona de influencia del Valle Inferior. En el caso de El Viñedo, establecimiento que se incorporó a la Chacra VINPA a inicios del 2021, está ubicado en el Valle de Río Colorado en las proximidades de la ciudad que lleva ese mismo nombre, siendo unos de los pioneros en la producción agrícola extensiva para dicha zona (Gutiérrez, com. pers.; Figura 4).



**Figura 4.** Ubicación de los establecimientos que conforman la Chacra VINPA. **A)** Localización general entre los paralelos 39 y 40° Sur. **B)** Geolocalización de los 5 establecimientos (Google Earth).

### *Características climáticas*

La zona de influencia de los valles norpatagónicos se caracteriza por tener un clima árido a semiárido, mesotermal (CFI, 2008), con escasez de precipitaciones, las cuales no superan los 350 mm anuales, y con una demanda ambiental ( $ET_0^1$ ) que supera los 1000 mm anuales (Madias, datos no publicados). Estas condiciones determinan que sea vital contar con agua de calidad y en suficiente cantidad, tal como la que ofrece el Río Negro, y con un sistema de riego adecuado, para el desarrollo de la agricultura extensiva en la región (Gutiérrez et al., 2017).

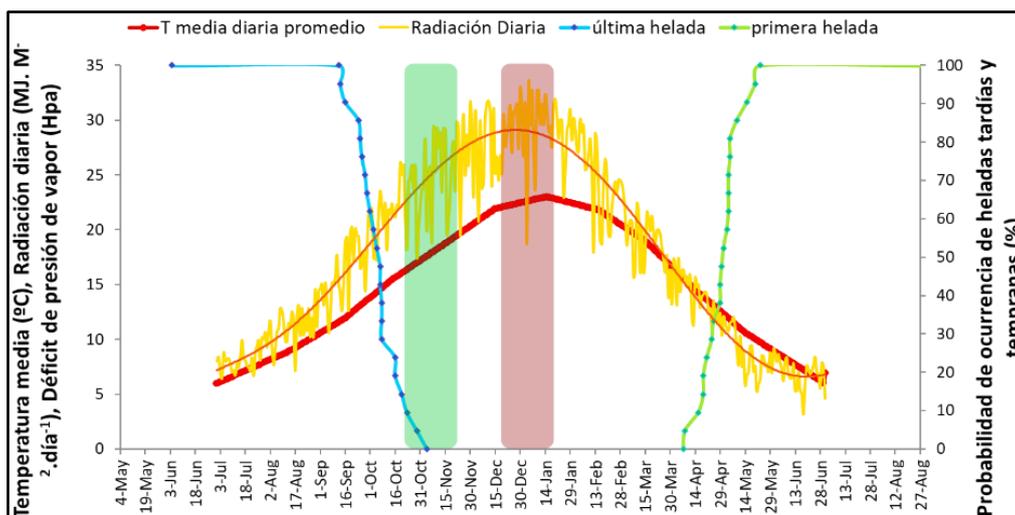
Más allá de esto, la zona presenta condiciones agroclimáticas excepcionales para el desarrollo de cultivos extensivos, gracias a dos componentes climáticos principales, **radiación y temperatura**. La combinación de alta heliofanía con temperaturas medias bajas da lugar a relaciones fototermales elevadas, que ofrecen un marco productivo favorable para lograr altos niveles de producción (Andrade, 1992).

La **temperatura** media anual del área es de 14,6°C, siendo enero el mes más cálido mientras que julio es el mes más frío. Desde el punto de vista de la producción agropecuaria, la evolución de temperaturas medias a lo largo del año se condice con el rango de temperaturas necesarias para el desarrollo de cultivos como trigo, maíz o soja. El período libre de heladas (PLH) se extiende desde el 27 de octubre al 16 de abril (194 días), siendo lo suficientemente largo como para la realización de cultivos de invierno y verano (Chacra VINPA-AAPRESID, 2015; Figura 4).

La otra característica climática que vuelve considerablemente interesante al norte de la Patagonia como una región con gran potencial agrícola, es la elevada **radiación** global disponible (Figura 5). El factor principal que determina los niveles elevados de radiación incidente es la latitud en la que se encuentra la zona de influencia de la chacra VINPA (39-40°S), donde la heliofanía es elevada y, debido a su clima semiárido, la incidencia de nubosidad es muy baja respecto a ambientes más húmedos característicos de la zona núcleo (Reinoso et al., 2009).

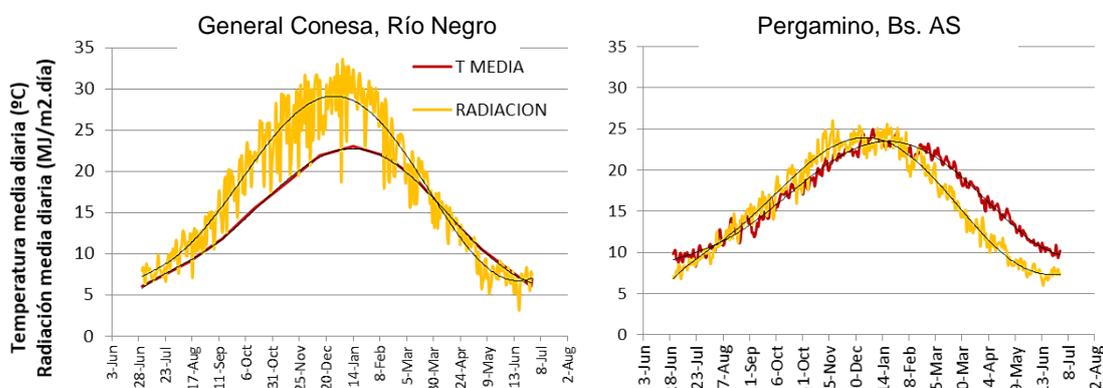
---

<sup>1</sup>  $ET_0$ : Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día). Representa un indicador de la demanda climática. Se define y se calcula a partir de la ecuación de la FAO de Penman-Monteith para un conjunto de datos meteorológicos, proporcionando un valor estándar que se puede transferir a distintas áreas geográficas y climas (FAO, 2006).



**Figura 5.** Integración de variables climáticas y momento adecuado para ubicar el periodo crítico de cultivos invernales (cuadro celeste) y estivales (cuadro rojo) para el área de influencia Chacra VINPA. Serie climática 1983-2014. (Chacra VINPA AAPRESID, 2015).

Además, durante el verano, la radiación incidente es muy elevada ya que los rayos solares inciden sobre la superficie terrestre con un ángulo prácticamente recto ( $\approx 90^\circ$ ). Esto último, sumado a la mayor cantidad de horas de luz, define una gran oferta de radiación global durante la estación de crecimiento del maíz y la soja ( $4118 \text{ MJ m}^{-2}$ ), que incluso supera a la de las regiones agrícolas más productivas del país ( $3900\text{-}4100 \text{ MJ m}^{-2}$ ) (Chacra VINPA-AAPRESID, 2015; Figura 6).



**Figura 6.** Radiación global diaria para la localidad de General Conesa (Río Negro) vs Pergamino (Zona núcleo). Serie 1983-2014. (Chacra VINPA-AAPRESID, 2015).

### Características edáficas

A pesar de contar con condiciones favorables para la producción agrícola dadas las óptimas condiciones de temperatura y radiación, y por la disponibilidad de agua de riego en cantidad y calidad, los suelos de los valles norpatagónicos se caracterizan por tener una alta heterogeneidad tanto horizontal como vertical (dentro del mismo perfil) que complejizan el manejo de los lotes en producción. Esta importante variabilidad de

las características edáficas se debe al origen aluvial de los suelos, donde son comunes en cortas distancias, las variaciones de los depósitos provenientes del agua del río (origen fluvial), que conforman las tierras destinadas al uso agrícola (Martínez et al., 2012). Sumado a esto, son suelos que se han formado bajo condiciones de extrema aridez, por lo que en general, suelen presentar escasa fertilidad física (baja infiltración, estratos compactados) y química (sales, sodio), con horizontes superficiales claros, pobres en materia orgánica (Chacra VINPA-AAPRESID, 2015).

### *Vegetación natural*

La fisonomía vegetal predominante en la zona de influencia de los valles norpatagónicos se corresponde con una estepa arbustiva con matas de pastos duros. Las especies leñosas que predominan son la jarilla (*Larrea divaricata*), el chañar (*Geoffroea decorticans*) y el piquillín (*Condalia microphylla*), entre los que quedan considerables extensiones de suelo desnudo prístino, llamadas comúnmente “peladales” (Portal oficial de Río Negro, s/f; Figura 7). En determinadas áreas, la estepa es gramínea, donde abundan el pasto salado (*Distichlis spicata*), gramíneas del género *Poa* y el coirón dulce (*Festuca gracillima* var. *patagonica*) (Ayesa, 2013).



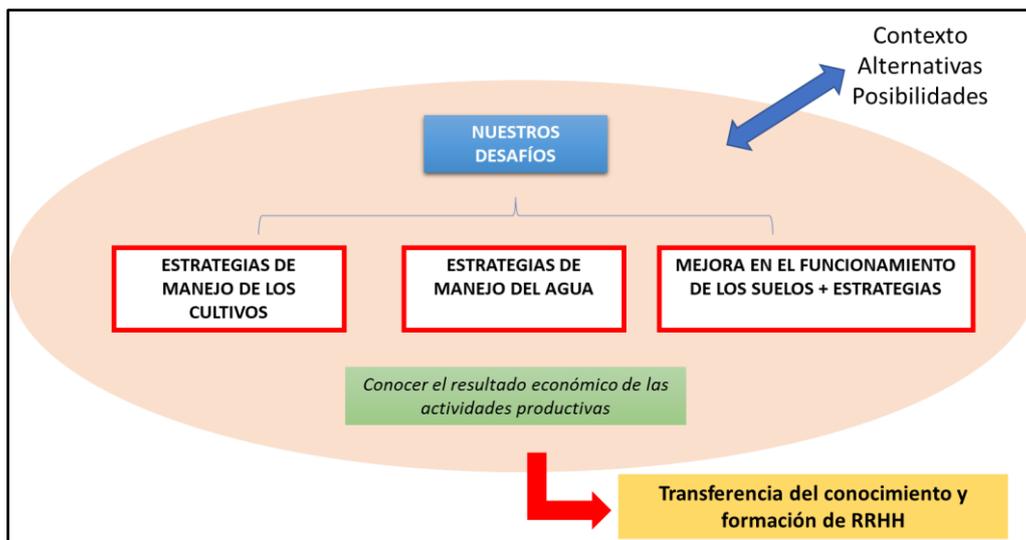
**Figura 7.** Estepa arbustiva típica de la zona de General Conesa y sectores de suelo desnudo (peladal).

### *Líneas de trabajo*

A pesar de la potencialidad productiva de los valles norpatagónicos caracterizadas anteriormente, se han reportado problemáticas que limitaron los nuevos emprendimientos de empresarios, generadas, fundamentalmente, por la falta de información técnica para la gestión de dichos proyectos. A partir de esto, los productores que conforman la chacra VINPA se reunieron en un taller inicial y en posteriores etapas de intercambio, para identificar el objetivo central del grupo, las principales

problemáticas productivas y empresariales que se les estaban presentando, y las posibles limitantes de sus sistemas productivos (Ing. Agr. Gutiérrez, com. pers.).

El objetivo central de la chacra es *“Ajustar sistemas productivos extensivos sustentables bajo riego en los valles irrigados del Norte Patagónico”*. Desde el punto de vista ambiental, la finalidad es lograr una producción bajo riego que sea sostenible y estable en el tiempo en términos de salud edáfica. Desde lo económico, también buscan mantener una sustentabilidad, ya que existe una brecha entre los rendimientos alcanzados y los potenciales estimados para las condiciones ambientales de la zona (Gutiérrez, com. pers.). A partir de esto, se distinguieron cuáles son las principales causas que provocan dicha brecha, entre ellas las limitantes climáticas previamente descritas, sumado a una faltante grave de conocimiento sobre estrategias de manejo de los **suelos, cultivos** y el **agua de riego**, las cuales hoy constituyen las tres líneas de trabajo del grupo (Figura 8).



**Figura 8:** Árbol de problemas de la Chacra VINPA. (Chacra VINPA, datos no publicados).

En la actualidad, luego de más de 10 años de trabajo de los GTD y de los productores de la Chacra VINPA, se han logrado identificar las principales estrategias de manejo de los suelos y del riego en los valles norpatagónicos. Es por ello que hoy en día, el foco de atención está puesto, principalmente, en el manejo de los **cultivos**, buscando definir las fechas de siembra más adecuadas, la rotación que mejor se ajusta al sistema, los ciclos y germoplasmas óptimos, el ajuste ecofisiológico de cada cultivo, entre otras cuestiones. Por consiguiente, mi práctica profesional supervisada estuvo orientada fundamentalmente, al seguimiento y evaluación de cada uno de estos parámetros en los cultivos de maíz y soja.

# OBJETIVOS

## **Objetivo general**

Validar las competencias profesionales adquiridas en la formación universitaria a través de tareas propias del ejercicio de la profesión del Ingeniero Agrónomo en el marco de las actividades que se desarrollan en la Chacra VINPA del Programa Sistema Chacras de AAPRESID.

## **Objetivos Específicos**

- Conocer el medio productivo de la región norpatagónica, las modalidades de trabajo, problemáticas y desafíos de los productores.
- Participar de las actividades realizadas por la Gerente Técnica de Desarrollo:
  - Monitoreo del desarrollo de los cultivos de verano: maíz y soja.
  - Evaluación de ensayos de fertilización, fecha de siembra, germoplasma, etc.
  - Estimación del agua disponible en el suelo por el método “Humedad al tacto”.
  - Análisis de Imágenes Satelitales de NDVI.
  - Generación, gestión y extensión del conocimiento a los productores.
  - Participación de reuniones de intercambio con productores y empresas.
- Desarrollar criterios de observación y evaluación de situaciones específicas.
- Realizar tareas de muestreo y evaluaciones requeridas por la instructora.
- Adquirir nuevas herramientas técnicas y conocimientos para el futuro profesional.

## **Objetivos de formación**

- Integrar la red de intercambio que existe entre profesionales, productores y otros actores relacionados a las labores productivas.
- Aplicar los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera universitaria a situaciones concretas de trabajo.
- Generar actitudes de desempeño profesional mediante evaluaciones y juicios de valor conducentes a la toma de decisiones.
- Desarrollar habilidades y criterios de planificación de programas técnicos.
- Fortalecer el uso de herramientas de búsqueda de información, manejo e interpretación de datos, redacción de informes técnicos, manejo e interpretación de datos y técnicas de exposición oral.

# METODOLOGÍA Y EXPERIENCIA ADQUIRIDA

## Modalidad de Trabajo

El Trabajo de Intensificación consistió en una Práctica Profesional Supervisada (PPS) realizada en el marco de las actividades que lleva adelante la Gerente Técnica de Desarrollo (GTD) de la Chacra Valles Irrigados Norpatagónicos (VINPA) de AAPRESID, Ing. Agr. Magalí Gutiérrez (Figura 9). Esta profesional se encarga, desde el año 2014, de generar, gestionar y extender el conocimiento desarrollado a campo, a los productores.



Figura 9: Fotografía junto a la Ing. Agr. Magalí Gutiérrez, GTD de la chacra VINPA.

La modalidad de trabajo de este entrenamiento profesional, llevado a cabo durante los meses de enero, febrero y marzo de 2021, se instrumentó a través de visitas intersemanales a los establecimientos Kaitacó y El Carbón, que pertenecen a la citada chacra. Durante este tiempo acompañé a mi supervisora, la Ing. Agr. Gutiérrez, con el fin de realizar el seguimiento de los cultivos de soja (*Glycine max*) y maíz (*Zea mays*) producidos bajo riego por pivote central en ambos establecimientos.

En dichas instancias, realizamos evaluaciones relacionadas al estado fenológico, sanitario, hídrico y nutricional de los cultivos sembrados, tanto a nivel de lote como a nivel de ensayo. Además, participé de otras actividades inherentes al rol de la GTD, tales como reuniones con empresas y productores vinculados a la chacra, en las que pude experimentar el trabajo en equipo y la metodología grupal propia del programa Sistema Chacras de AAPRESID.

## Área de Trabajo

Realicé mi PPS en los establecimientos El Carbón y Kaitacó. Para contextualizar el área de trabajo y las decisiones tomadas en función de las condiciones climáticas, de infraestructura y de escala de cada establecimiento, a continuación, describo las principales características de los mismos.

### Establecimiento El Carbón

Ubicado en la zona de influencia del Valle Inferior del Río Negro ( $40^{\circ}41'S$ ;  $63^{\circ}08'O$ ), específicamente en el partido de Carmen de Patagones (Provincia de Buenos Aires), a 178 km del Puerto San Antonio Este (Viedma, Río Negro), posee una superficie de 4020 ha, de las cuales 1430 están irrigadas por pívots (Figura 10).



Figura 10: Imagen satelital del Establecimiento El Carbón (Google Earth).

El sistema de riego con el que cuenta el establecimiento está totalmente presurizado. Posee un total de 12 pívots que riegan 18 posiciones, mitad fijos y mitad móviles. La dimensión de los equipos de riego varía desde 90 ha, los más grandes, a 56 ha los más pequeños. En el campo hay una estación de bombeo principal (Figura 11) a la que denominan el “corazón” del sistema, que se encuentra ubicada en la parte más baja del terreno del campo, es decir, en la zona de valle adyacente a un ramal del Río Negro. Esta estación consta de 4 bombas, las cuales erogan individualmente un caudal de  $1000 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , y cada una de ellas permite el funcionamiento de 3 pivotes con capacidad de aplicar una pluviometría de  $10 \text{ mm día}^{-1}$ .



Figura N°11: Estación de bombeo principal en la zona de valle, con cuatro bombas de  $1000 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  de caudal.

La estación de bombeo principal es la encargada de generar la presión suficiente como para presurizar y elevar el agua tomada desde el río, hasta cada uno de los equipos de riego por aspersión. Estos últimos están instalados sobre la barda (o meseta), por ende, existe una diferencia de altura de 40 m respecto al valle. Teniendo en cuenta esto, la capacidad de bombeo debe ser la suficiente como para superar las diferencias de altura (ya que se requiere  $1 \text{ kg cm}^{-2}$  de presión para elevar 10 m de columna de agua), y como para permitir el correcto funcionamiento de los pivots (los que necesitan  $2 \text{ kg cm}^{-2}$  de presión de agua en los emisores para aplicar un riego uniforme). Por consiguiente, es necesario que se alcance una presión de trabajo de  $6 \text{ kg cm}^{-2}$  a la salida de la estación de bombeo para superar el desnivel de 40 m ( $4 \text{ kg cm}^{-2}$ ), y el remanente ( $2 \text{ kg cm}^{-2}$ ) será suficiente como para presurizar el agua a cada equipo de aspersión. Más allá de esto, la sección del campo más alejada del río es asistida por una estación de rebombeo para compensar las pérdidas de presión o pérdidas de carga que se producen en el traslado del agua por las tuberías, garantizando la presión necesaria a los pivotes más alejados del río.

Toda la instalación está preparada para que, en caso de que haya un aumento excesivo de presión en las cañerías, se disminuyan las revoluciones (rpm) de las bombas, y así se eviten sobrecargas y se mantenga una presión de trabajo estable. Además, el establecimiento cuenta con una oficina en la que se encuentran los monitores de control (Figura 12), a través de los cuales, ante cualquier eventualidad, se advierte alguna falla en el sistema de manera práctica y rápidamente visible.



**Figura 12.** Oficina de control. **A:** Monitor de control de los pivots. **B:** Monitor de control de las bombas.

En cuanto a las características edáficas de El Carbón, a grandes rasgos, presenta suelos de meseta franco-arenosos, formados principalmente por deposición eólica de sedimentos, a diferencia de otros suelos de la zona, como los del valle de Instituto de Desarrollo del Valle Inferior (IDEVI), que son de origen principalmente aluvional. Más allá de esta diferencia, la escasa fracción orgánica de los suelos es una limitante de toda la región en general, ya que hay sectores con un contenido de materia orgánica (MO)

del 1% o inferior (Ing. Agr. Cantera, com. pers.). Es por esta razón, que los productores de este establecimiento adoptan el sistema de siembra directa y constantemente trabajan con cultivos de servicio dentro de la rotación, para mantener los suelos cubiertos y con raíces vivas la mayor parte del tiempo posible, fomentando el aporte de carbono y nitrógeno para la generación de materia orgánica.

Este establecimiento presenta una producción netamente agrícola. En la actualidad, produce principalmente *commodities*, y en la última campaña incorporó 131 ha de papa (*Solanum tuberosum*) como cultivo experimental hortícola, para ayudar a solventar, en cierta medida, los problemas de exceso de cobertura generado por el rastrojo de maíz (Figura 13). Entre de los cereales de invierno, el más importante es el trigo pan (*Triticum aestivum*), aunque eventualmente algún año se realiza cebada (*Hordeum vulgare*); y entre los cultivos de gruesa, el maíz es el otro fuerte del establecimiento. Sin embargo, debido a que el



Figura 13: Cultivo de papa en el establecimiento El Carbón.

principal objetivo es favorecer el desarrollo de los suelos para así lograr un sistema estable y rentable en el tiempo, en la rotación también entran la soja (*Glycine max*) como leguminosa de renta y la vicia (*Vicia villosa*) como cultivo de servicio. Por consiguiente, actualmente, la rotación que se presenta como la más adecuada y como modelo a seguir en el futuro, es la siguiente: Trigo-Vicia-Maíz-Soja.

La Figura 14 muestra un croquis del campo con la distribución de los pivots y de los cultivos de la campaña 2020-2021, en el cual tenía que realizar las anotaciones pertinentes en cada una de las recorridas. Tal como se puede observar, hay cinco posiciones completas sembradas con maíz, sumado a cuatro mitades correspondientes a los pivots 1, 9, 15 y 16 que poseen este mismo cultivo, definiendo una superficie total de 534 ha sembradas con distintos híbridos de maíz. En cuanto a la soja, se sembraron un total de 135 ha correspondientes a las mitades de los pivots 1, 15 y 16.

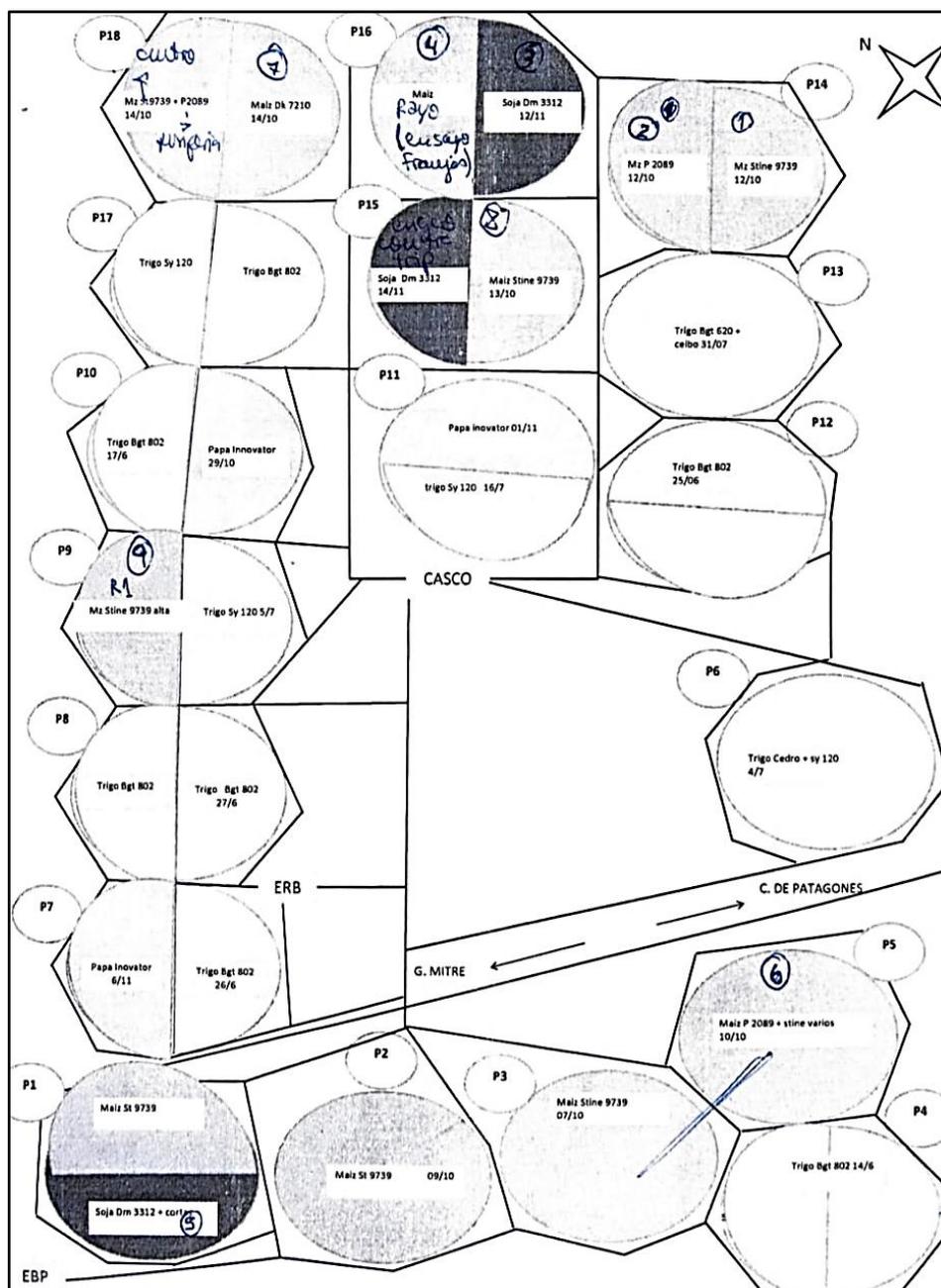
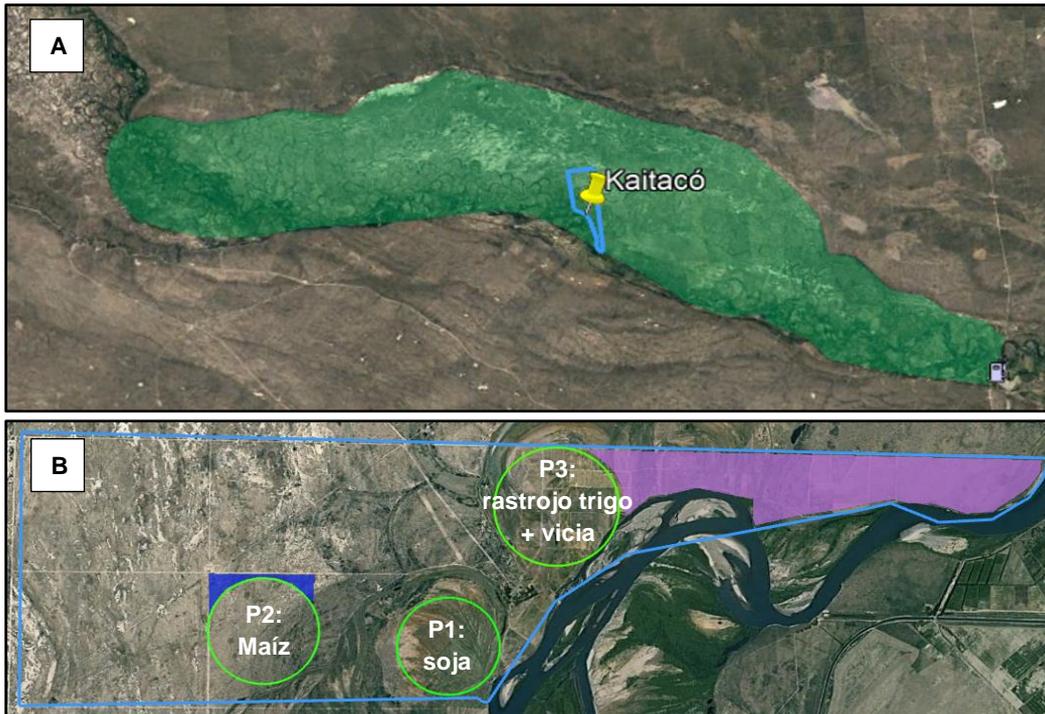


Figura 14: Croquis de El Carbón con la distribución de los pivots y de los cultivos de la campaña 2020-2021.

### Establecimiento Kaitacó

Está ubicado en la zona de influencia del Valle de General Conesa ( $39^{\circ}54' S$ ;  $64^{\circ}54' O$ ) a 50 km de la localidad que lleva ese mismo nombre, dentro de lo que se conoce como el Valle de Negro Muerto (Valle Medio de Río Negro) (Figura 15 A). Este establecimiento tiene una totalidad de 8000 ha, 210 de las cuales están bajo riego por pivót central, 190 bajo riego gravitacional por manto de alto caudal (con compuertas de riego) y, aproximadamente, unas 22 ha bajo riego por goteo subsuperficial enterrado a 30 cm, que en la actualidad no se encuentra funcionando (Figura 15 B).



**Figura 15. A:** Ubicación del establecimiento Kaitacó en el Valle de Negro Muerto. **B:** Sistemas de riego. Círculos verdes: riego por pivots. Área violeta: riego por mantos. Área azul: riego por goteo enterrado. (Google Earth).

Una de las principales limitantes que enfrenta la zona y que hoy en día obstaculiza considerablemente la inversión y el desarrollo de nuevos proyectos en el sector, es la falta de abastecimiento eléctrico. Por lo tanto, todo el sistema de riego funciona a partir de otra fuente energética alternativa, el gasoil; con todos los costos adicionales que esto implica.

El establecimiento posee 3 pivots que, en conjunto, irrigan un área total de 210 ha (Figura 15 B). Cada uno es abastecido por una bomba independiente, con un motor John Deere de 160 CV, la cual eroga un caudal de  $450 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  y funciona a base de gasoil (Figura 16). En el caso de un pivot, esa misma bomba abastece también al riego por goteo subsuperficial, el cual hoy no se encuentra funcionando ya que ha resultado no ser adecuado como sistema de riego en los suelos prístinos con deficiencias de fertilidad físico-químicas presentes en el Valle de Negro Muerto. El bulbo húmedo generado por cada emisor de riego enterrado luego del desmonte, no difunde en profundidad u horizontalmente, y la humedad asciende hacia la superficie, arrastrando las sales del suelo hacia la semilla luego de la siembra, lo que afecta considerablemente el éxito de la implantación del cultivo.

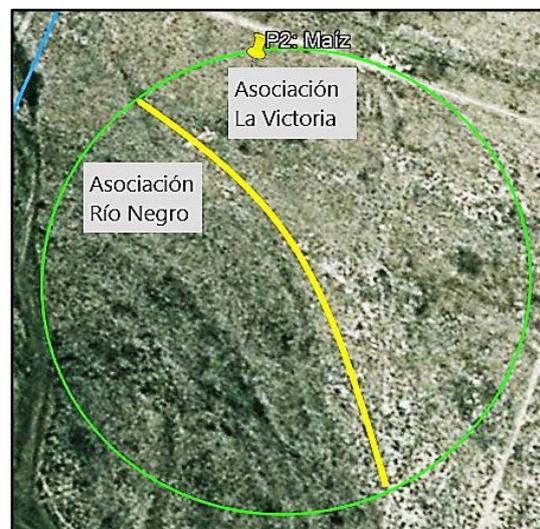
El riego por mantos (gravitacional) es abastecido por otra bomba John Deere de  $2.000.000 \text{ L h}^{-1}$  que permite alcanzar un caudal de  $500 \text{ L s}^{-1}$  en las compuertas de los

mantos. Si bien el costo del milímetro es inferior respecto al riego por aspersión, este sistema gravitacional posee una menor eficiencia de aplicación de agua (40-50%), e incrementa considerablemente los volúmenes de agua aplicados y los riesgos de erosión edáfica de los lotes.



**Figura 16.** A: Toma de agua de la bomba que abastece a los pivots. B: Bomba John Deere junto al tanque de gasoil.

En lo concerniente a las características edáficas, Kaitacó se caracteriza por presentar suelos con gran heterogeneidad tanto vertical como horizontal, incluso dentro de un mismo lote. Esto último se evidencia en gran medida en el pivot 2, sembrado con maíz para esta campaña, donde se encuentran dos grandes asociaciones de suelos con características diferenciales marcadas, que a su vez presentan una elevada heterogeneidad interna desde lo textural y físico-químico (Figura 17). Los dos ambientes edáficos que



**Figura 17.** Heterogeneidad edáfica de Kaitacó. Pivot 2: Asociación Río Negro en la mitad Sur junto a la Asociación La Victoria en la mitad Norte. (Google Earth)

allí coexisten son la asociación La Victoria y la asociación Río Negro. En el primer caso, se trata de una llanura aluvial antigua adyacente al riego por goteo subsuperficial, que fue considerada “no agrícola” hace unos años, y cuyos suelos presentan un bajo contenido de materia orgánica (1-1,5%), alta proporción de sales en horizontes subsuperficiales y algunos sectores con problemas de infiltración. En el segundo caso, la

asociación Río Negro está conformada por suelos más jóvenes, de texturas medias a finas, y se trata de una llanura aluvial reciente con un porcentaje de materia orgánica del orden del 1,3-2,5%, sin problemas de infiltración y cuya salinidad es inferior (Gutiérrez, com. pers.). Esto tiene directa correlación con la performance de los cultivos, y, por ende, con los rendimientos alcanzados en cada sector. No obstante, gracias al desarrollo edáfico logrado, actualmente la asociación La Victoria alcanza productividades del orden de las 12 a 15 ton ha<sup>-1</sup> de maíz, similares a las logradas en la asociación Río Negro.

A diferencia de El Carbón, Kaitacó se caracteriza por integrar la agricultura con ganadería de ciclo completo. Actualmente, la rotación implementada incluye los cultivos de trigo, vicia, maíz y soja, en ese orden.



**Figura 18.** Espesor de rastrojo de maíz superior a los 15 cm (fibrón), luego de la cosecha realizada el 11/05/2021.

Una de las principales problemáticas que enfrentan los productores de ambos establecimientos hoy en día, es el exceso de cobertura generado por el cultivo de maíz. Este cultivo se caracteriza por producir una gran cantidad de biomasa que queda como residuo en la superficie, que es muy difícil de descomponer debido a las bajas temperaturas de la región y a los bajos niveles de nitrógeno orgánico del suelo, insuficientes para degradar la elevada cantidad de carbono presente en los rastrojos de maíz de alto rendimiento (Figura 18).

La soja como leguminosa sucesora en la rotación ayuda, en parte, a degradar el rastrojo ya que reduce la relación C/N del mismo. No obstante, esto no es suficiente como para descomponer los residuos a niveles aceptables, por lo que Kaitacó, integrando con la ganadería, presenta una gran ventaja comparativa respecto a los demás establecimientos de la chacra (Figura 19). Esta actividad productiva no solo implica un ingreso económico adicional importante para la empresa, ya que hoy alcanzaron un rodeo de 900 madres, sino que también permite el pastoreo de los rastrojos de maíz y trigo, reduciendo así los niveles de cobertura del suelo, y mejorando la siembra e implantación del cultivo posterior.



**Figura 19:** Pastoreo del rastrojo de trigo de la campaña 2020 del Pivot 3 en el establecimiento Kaitacó. Fecha: 12/02/2021.

Kaitacó alcanza aproximadamente las 400 ha de agricultura irrigada a través de los dos sistemas de riego principales, aspersión (pívots) y gravedad (mantos). Debido a que mi PPS estuvo abocada a los cultivos desarrollados bajo riego por aspersión, no haré mayor hincapié en la superficie correspondiente al riego gravitacional o bien la destinada a la ganadería.

En la campaña 2020-2021, se sembraron 70 ha de soja y 70 ha de maíz en los pívots 1 y 2, respectivamente. En el caso del pívot 2, se realizaron ensayos de fertilización, densidad de siembra e híbridos de maíz.

## **Evaluación del estado hídrico de los cultivos**

Si bien las características climáticas de la región norpatagónica brindan condiciones óptimas que permitirían alcanzar altos potenciales de rendimiento en los cultivos de maíz y soja, esto es posible siempre y cuando el desarrollo de los mismos esté acompañado por riego integral. La demanda ambiental durante los meses estivales es muy elevada, alcanzando requerimientos medios diarios del orden de los 8-10 mm día<sup>-1</sup>, con picos que pueden llegar a ser mayores en meses como enero (12-13 mm día<sup>-1</sup>) (Gutiérrez, com. pers.). Si esta demanda no es compensada adecuadamente a través del riego y ocasiona que los niveles de agua del suelo decaigan por debajo de los umbrales permitidos (50-65% del agua útil del suelo, dependiendo del estado de desarrollo), principalmente durante el período crítico<sup>2</sup> de los cultivos, el rendimiento se verá considerablemente afectado y no se podrá alcanzar el potencial esperado.

En consecuencia, una tarea fundamental en estas producciones bajo riego es llevar un riguroso control del estado hídrico de los cultivos de verano. Entre las herramientas utilizadas para esto, contamos con el análisis de imágenes de NDVI,

---

<sup>2</sup> Período crítico: momento en el que se define el principal componente de rendimiento de los cultivos.

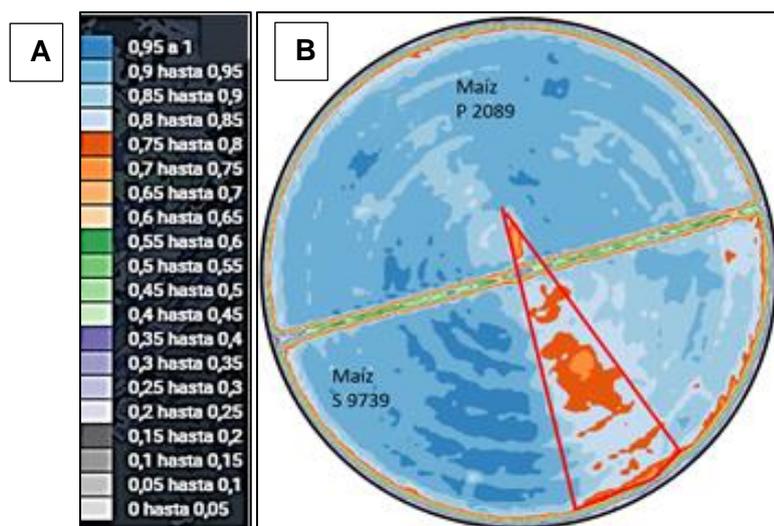
complementado con observaciones a campo, para lo que se utilizó el método de humedad del suelo al tacto.

### Análisis de imágenes de NDVI

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, sigla en inglés) surge de mediciones tomadas por sensores remotos instalados comúnmente desde una plataforma espacial, los cuales miden la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja. Cuando una planta se deshidrata, enferma, etc., el mesófilo esponjoso de las hojas se deteriora y la planta absorbe más luz infrarroja cercana, en lugar de reflejarla. Así, la observación de cómo la vegetación absorbe o refleja ondas, proporciona una indicación precisa de la presencia de clorofila que está estrechamente vinculada con la cantidad de biomasa y la salud de las plantas (LandViewer, s/f).

Por lo dicho anteriormente, una forma sencilla y práctica de evaluar el estado general de los cultivos, e inclusive de estimar láminas de riego, es a través de este índice. Por consiguiente, como actividad inicial previa a la recorrida de los campos, en cada una de las visitas analizamos, junto a la Ing. Agr. Gutiérrez, las imágenes de NDVI de los lotes. Para esta tarea utilicé la herramienta online llamada LandViewer con una combinación de dos bandas personalizadas, con un total de 20 categorías de rangos de NDVI, lo que permite observar con mayor grado de detalle las variaciones del estado de los cultivos dentro de un mismo lote (Figura 20 A). Las categorías más altas (en celeste intenso) indican una vegetación densa y en buen estado, los colores anaranjados y luego los verdes, muestran las zonas en la que la vegetación es menos densa y está estresada, ya sea por déficit hídrico, heladas, deriva de agroquímicos, etc. En cuanto a los rangos más bajos de NDVI (violetas y grises), muestran zonas de suelo desnudo o bien de vegetación muerta o muy escasa.

En cada una de las tareas y prácticas que realicé, el análisis de imágenes de NDVI estuvo presente y esta herramienta me permitió distinguir sectores en los que el riego fue deficiente (ej.: picos tapados, roturas, deshidratación, etc.), mayoritario (ej.: aros de sobrieriego), o bien el cultivo manifestaba algún tipo de estrés (ej.: déficit nutricional, heladas, deriva de agroquímicos, etc.) (Figura 20 B). Posteriormente, verificamos esta información con las observaciones a campo para así establecer medidas necesarias en lo que respecta a frecuencia y lámina de riego, fertilización, reparaciones, u otras decisiones pertinentes al manejo de los cultivos.



**Figura 20. A)** Escala de colores y sus correspondientes rangos de NDVI. **B)** Imagen de NDVI registrada el 21/01/2021 en el Pivot N°14 en El Carbón. Triángulo rojo: daño por heladas en el cultivo de maíz.

### Estimación de la humedad del suelo por tacto y apariencia

Este método, que permite estimar el agua disponible en el suelo para los cultivos, se basa en la “apariencia” y la “consistencia” del suelo, es por ello que se encuentra estrechamente relacionada con la textura del mismo. La cantidad relativa de arena, limo y arcilla contenida en un suelo es un indicador de la cantidad máxima de agua que el mismo puede retener, de ahí que suelos de diferentes texturas presentan distinta apariencia y consistencia cuando se encuentran en un mismo nivel de humedad (Rigel, 2004). Por lo tanto, la estimación de la humedad edáfica por el método “al tacto” requiere de una caracterización previa de la textura y contar con cierta experiencia. Gracias a la ayuda de mi supervisora y a la guía que me fue proporcionada (Tabla 2), en cada seguimiento de los cultivos realicé la estimación de la humedad del suelo usando esta metodología. Los pasos que realicé para lograr una adecuada estimación fueron:

1. Obtener una muestra de suelo de la profundidad requerida usando un barreno (Figura 21 A).
2. Apretar la muestra de suelo firmemente en la mano varias veces hasta conseguir una forma cilíndrica (Figura 21 B).
3. Apretar firmemente la muestra de suelo entre el dedo pulgar y el dedo índice hasta ver si se logra formar una cinta (Figura 21 C).
4. Considerando la textura del suelo, observar la facilidad de obtener la cinta, la firmeza y aspereza de la superficie de la forma cilíndrica, la pérdida de agua y partículas de suelo, la cantidad de suelo y agua que mancha los dedos, y el color del suelo.

5. Comparar las observaciones con los criterios de la Tabla 2 para estimar el porcentaje del total de agua disponible y los mm en el estrato de suelo extraído.

La cantidad de agua disponible (AD) expresa la cantidad de agua retenida por el suelo entre la Capacidad de Campo (CC) y el Punto de Marchitez Permanente (PMP) ( $AD = CC - PMP$ ).



**Figura 21.** Estimación de la humedad del suelo al tacto. **A)** Obtención de la muestra de suelo con barreno. **B)** Forma cilíndrica generada con la muestra de suelo. **C)** Formación de la "cinta" entre los dedos pulgar e índice.

**Tabla 2:** Estimación de la humedad en el suelo por el método del tacto y apariencia. (USDA, 1998). La bola se forma comprimiendo la mano llena de tierra con firmeza, solamente con una mano. La cinta se forma cuando se comprime la tierra entre los dedos pulgar e índice. AD: agua disponible como % del agua disponible en Capacidad de Campo (CC). Fr: franco

TEXTURA	GRUESA	MEDIA	FINA	MUY FINA
	Arenoso. Areno-franco (Fr)	Franco-arenoso, Fr-areno-limoso	Fr-limoso Fr-arcillo-limoso	Fr-arcilloso Arcilloso
AD (cm/cm)	0,05-0,08	0,09 -0,12	0,12-0,16	0,12-0,13
AD (%)				
0-25	Seco, se mantiene junto si no se molesta, quedan granos finos en los dedos cuando se ejerce presión.	Seco, forma una bola muy débil, los granos agregados so caen fácilmente de la bola.	Seco, los agregados del suelo se caen fácilmente, no deja humedad en los dedos, los terrones se desmoronan al ejercer presión.	Seco, los agregados del suelo se caen fácilmente, los terrones se desmoronan al ejercer presión.
25-50	Ligeramente húmedo, forma una bola débil con las marcas de los dedos bien definidas, una capa ligera de granos de arena suelta queda en los dedos.	Ligeramente húmedo, forma una bola débil con las marcas de los dedos definidas, color oscuro, no deja manchas de agua en los dedos, los granos se caen.	Ligeramente húmedo, forma una bola débil con superficie rugosa, no deja manchas de agua en los dedos, pocos granos de agregados se caen.	Ligeramente húmedo, forma una bola débil, muy pocos granos de agregado caen, no deja manchas de agua, los terrones se aplanan al ejercer presión.
50-75	Húmedo, forma una bola débil y quedan granos de arena sueltos y agregados en los dedos, color oscuro, quedan manchas moderadas de agua en los dedos, no forma cinta.	Húmedo, forma una bola con las marcas de los dedos definidas, deja manchas muy ligeras de suelo/agua en los dedos, color oscuro, no se pega.	Húmedo, forma una bola, deja manchas muy ligeras en los dedos, color oscuro maleable, forma una cinta débil entre los dedos pulgar e índice.	Húmedo, forma una bola suave con marcas definidas de los dedos, deja manchas ligeras de suelo/agua en los dedos, forma una cinta entre los dedos pulgar e índice.

75-100	Mojado, forma una bola débil y deja en los dedos granos de arena sueltos y agregados, color oscuro, quedan marcadas manchas de agua en los dedos, no forma cinta.	Mojado, forma una bola que deja marca húmeda en la mano, quedan manchas leves/medias en los dedos, forma una cinta débil entre los dedos pulgar e índice.	Mojado, forma una bola con marcas bien definidas de los dedos, deja una capa ligera/gruesa de suelo/agua en los dedos forma cinta entre los dedos pulgar e índice.	Mojado, forma una bola, deja una capa irregular de mediana a gruesa en los dedos, forma fácilmente una cinta entre los dedos pulgar e índice.
CC	Mojado, forma una bola débil, queda una capa moderada a gruesa suelo/agua en los dedos, deja en la mano señales mojadas de la bola blanda.	Mojado, forma una bola blanda, parece un poco de agua en la superficie cuando se comprime o se sacude, deja una capa de mediana a gruesa en los dedos.	Mojado, forma una bola blanda, aparece un poco de agua en la superficie cuando se comprime o se sacude, deja una capa de mediana a gruesa de suelo/agua en los dedos.	Mojado, forma una bola blanda, aparece un poco de agua en la superficie cuando se comprime o se sacude, deja una capa pegajosa de suelo/agua en los dedos, resbaloso y pegajoso.

## Cultivo de Maíz

### Ecofisiología

Los factores que tienen una marcada influencia sobre el rendimiento del cultivo de maíz son la **radiación**, que constituye la fuente de la fotosíntesis, y la **temperatura**, principal condicionante de la duración de las etapas ontogénicas del cultivo (en menor medida el **fotoperíodo**) (Andrade et al., 1996). Consecuentemente, la combinación de ambas variables definirá la producción de biomasa total. Durante el período crítico, niveles elevados de radiación solar y amplitud térmica marcada, combinados con una elevada capacidad de intercepción de luz por parte del cultivo (estimado a través del Índice de Área Foliar - IAF), dan lugar a un aumento en la fijación de granos que determina altos rendimientos de maíz (Eyhérbide, 2008).

Teniendo en cuenta las características ecofisiológicas del maíz y las condiciones climáticas de la región productiva, la GTD de la chacra VINPA trabaja en el ajuste de variables de manejo como la fecha de siembra, el riego, la fertilización, el genotipo y la densidad de siembra, con el fin de lograr que el cultivo capture los recursos disponibles en el momento óptimo para, de esta manera, alcanzar o aproximar los rendimientos al potencial registrado en la región (20000 kg ha<sup>-1</sup>). Por lo tanto, durante el transcurso de mi entrenamiento profesional, acompañé a mi supervisora en las tareas vinculadas con el seguimiento y evaluación de ensayos de fertilización, germoplasma y densidad de siembra, y en la evaluación de las fechas de siembra utilizadas en ambos establecimientos y las condiciones de riego a las que estuvo expuesto el cultivo.

Para desarrollar dichas tareas, utilicé la escala fenológica desarrollada por Ritchie y Hanway (1982), que describe la sucesión de las distintas fases de desarrollo del

cultivo, determinadas por cambios cualitativos en los órganos en formación (Tabla 3). En ella se distinguen dos grandes períodos: vegetativo (V) y reproductivo (R).

**Tabla 3.** Estadíos vegetativos y reproductivos del maíz, según la escala de Ritchie y Hanway (1982).

<b>V: vegetativos</b>	<b>R: reproductivos</b>
<b>VE: emergencia</b>	R1: Floración femenina
<b>V1: primera hoja</b>	R2: grano acuoso/cuaje
<b>V2: segunda hoja</b>	R3: grano lechoso
<b>V3: tercera hoja</b>	R4: grano pastoso
<b>V...</b>	R5: grano duro
<b>V(n): enésima hoja</b>	R6: madurez fisiológica
<b>VT: panojamiento</b>	

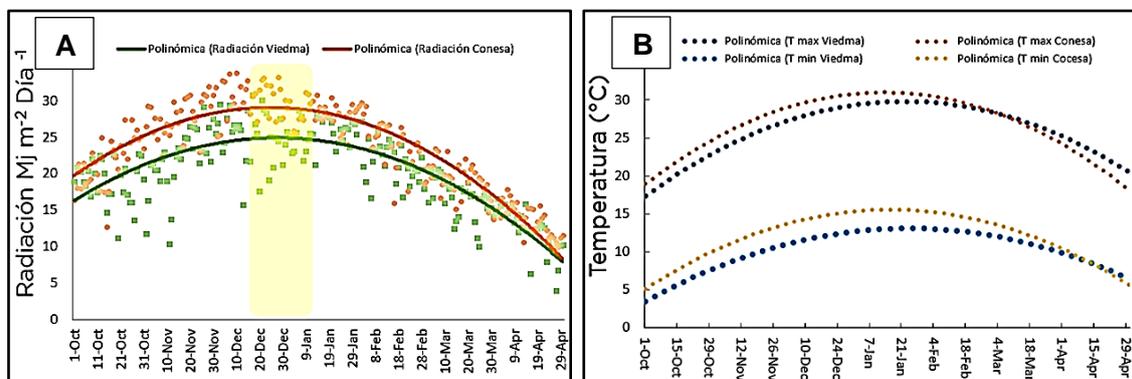
### Evaluación de la fecha de siembra

La elección de la fecha de siembra en maíz define el escenario ambiental al que estará expuesto el cultivo, el cual repercute directamente en la producción de biomasa y en el rendimiento alcanzado (Andrade et al., 1992). En general, se busca lograr un IAF suficientemente elevado hacia el inicio y durante el período crítico (comprendido en  $\pm$  10 días desde floración), y que dicho período coincida con la mejor oferta de radiación y temperatura (Andrade et al., 1992). Gracias al trabajo conjunto de Chacra VINPA y el INTA, se ha identificado que las fechas de siembra óptimas para un determinado genotipo, son aquellas que ubican la floración del maíz en la primera quincena de enero (momento de oferta ambiental óptima; Gutiérrez et al., 2018).

En líneas generales, actualmente los materiales de ciclos intermedios (115 a 118 días de madurez relativa) sembrados alrededor del 15 de octubre, han sido los que mayores rendimientos han manifestado (Gutiérrez et al., datos no publicados). Por un lado, no es aconsejable adelantar la siembra antes de esta fecha, ya que hay riesgo de heladas tardías y, además, las bajas temperaturas atrasan considerablemente la emergencia del cultivo (15 días o más) (Andrade et al., 1992). Por el otro, un atraso en la fecha de siembra provoca que se pierda potencial por ubicar el PC en momentos de menor radiación y temperatura, y se corre el riesgo de heladas tempranas que interrumpen abruptamente el llenado de grano. Sumado a esto, la madurez fisiológica (MF, R6) del cultivo caería en un momento de bajas temperaturas y elevada humedad relativa, lo que provoca que la pérdida de humedad del grano sea más lenta, retrasando la cosecha y la liberación del lote, con alto riesgo de mermas a causa de condiciones ambientales desfavorables o de la fauna silvestre (Gutiérrez et al., 2018).

No obstante, más allá de estas generalidades, cuando se comparan las dos regiones de trabajo en las cuales desarrollé mi PPS (Conesa vs. Carmen de Patagones), se observan diferencias en cuanto a la oferta ambiental de cada una, que repercuten

directamente sobre la elección del híbrido de maíz y el manejo de la fecha de siembra. Como puede verse en la Figura 22, la localidad de Conesa (Kaitacó) posee mayores niveles de radiación y de temperatura respecto a Viedma (corresponde también a Carmen de Patagones, El Carbón; Chacra VINPA, 2020).



**Figura 22. A:** Variación de la radiación. **B:** Variación de la temperatura, para las localidades de Viedma y Conesa. Datos climáticos reales: Conesa 2010-2019 y Viedma 2017-2019. (Chacra VINPA, 2020).

Estas condiciones provocan que, más allá de que la fecha de siembra óptima en ambas regiones sea de mediados de octubre, las pautas de manejo sean diferentes. En la zona de emplazamiento del establecimiento Kaitacó, los híbridos intermedios de 1650°D se posicionan como los más adecuados para abarcar bien la ventana ambiental y ubicar la floración y la finalización del ciclo en momentos deseados. Sumado a esto, la ventana de siembra se torna más flexible, pudiendo tolerar corrimientos de la fecha de siembra óptima sin resignar tanto rendimiento. En contraste, las menores temperaturas que ofrece la zona de Viedma para el cultivo de maíz, definen que sea necesario acortar el ciclo, siendo los materiales de ciclo intermedio-corto de 1500°D los óptimos (Chacra VINPA, 2020). Estos materiales deben sembrarse alrededor de mediados de octubre sin excepción (menor flexibilidad en la fecha de siembra) para captar el potencial ambiente, debido a que los atrasos en la siembra generan un corrimiento indeseado de la floración y de la finalización del ciclo, que repercuten de manera negativa en el rendimiento.

Pude corroborar esta situación al realizar el seguimiento fenológico de dos materiales genéticos planteados por los productores de ambos establecimientos. Estos germoplasmas, que por cuestiones de confidencialidad nombro simbólicamente como S9820-20 y P2089, son dos híbridos intermedio-cortos de aproximadamente 1550°D a madurez fisiológica, sembrados en ambos establecimientos en diferentes fechas. En Kaitacó la siembra se realizó el 23/10 mientras que en El Carbón fue el 10/10. Por consiguiente, para realizar una interpretación válida entre regiones, registré el avance

fenológico de ambos híbridos en los dos sitios de estudio (Tabla 4). Cabe destacar que la calidad de siembra en ambos sitios fue buena, y los cultivos contaron con elevados niveles de nitrógeno ( $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de N disponible) y agua ( $>700 \text{ mm}$ ), lo que aseguró que no se produjeran alteraciones en los ciclos debido a estos aspectos de manejo.

**Tabla 4:** Estados fenológicos registrados para los híbridos de maíz evaluados en los establecimientos El Carbón y Kaitacó.

	El Carbón (Carmen de Patagones)		Kaitacó (Conesa)	
	S9820-20	P2089	S9820-20	P2089
6 de Ene.	Vegetativo	Vegetativo	R1	R1
15 de Ene.	R1	R1	R1-R2	R1-R2
25 y 26 de Ene.	R2-R3	R2	R3	R2-R3
11 y 12 de Feb.	R3	R3	R4	R3-R4
02 y 03 de Mar.	R5	R5	R6	R5.8-R6
17 y 18 de Mar.	R6	R6	--	--

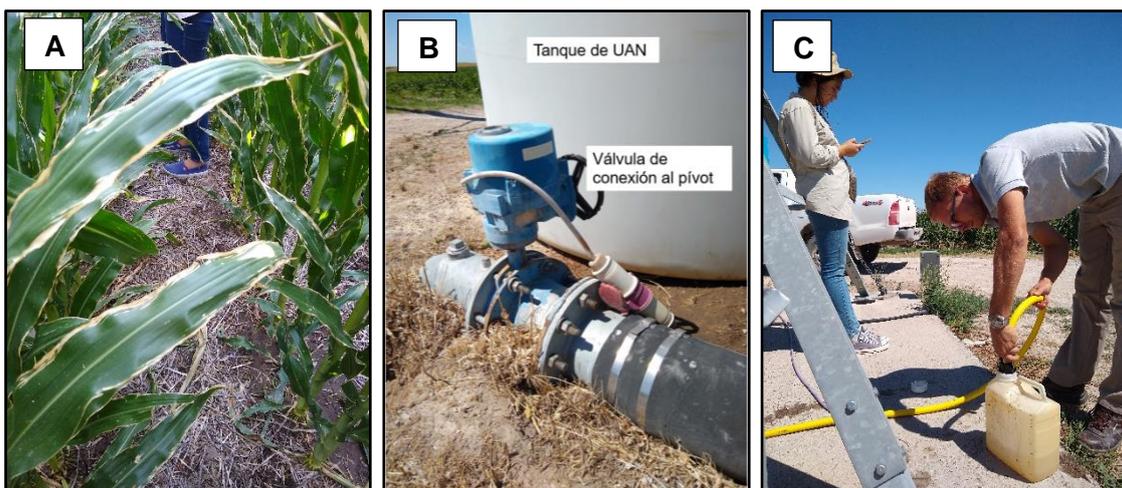
En el establecimiento El Carbón, la fecha de siembra fue 13 días más temprana que en Kaitacó, sin embargo, observamos una floración más tardía y una finalización de ciclo (R6) 10-15 días posterior a la de Kaitacó. El avance fenológico fue más rápido en Kaitacó respecto a El Carbón, probablemente debido a las mayores temperaturas de la región de Conesa. Teniendo en cuenta que lo ideal hubiera sido que los materiales florezcan dentro de la primera quincena de enero y que estén maduros para marzo (lo que permitiría mejores condiciones de secado, con una cosecha y liberación más temprana del lote; Gutiérrez, com. pers.), realizamos algunas observaciones. Se destaca que ambos híbridos se ajustaron e ingresaron bien en las ventanas ambientales de las regiones, siempre y cuando se siembren en una fecha óptima que no genere corrimientos fenológicos indeseados. En el caso de El Carbón, se torna vital utilizar híbridos intermedio-cortos de esta suma térmica ( $1550^{\circ}\text{D}$ ) y sembrar no más tarde del 15/10. Si se atrasase la fecha de siembra, se debería optar por un híbrido de ciclo aún más corto. Por el contrario, las mayores temperaturas de la región de Conesa, permitieron que en el establecimiento Kaitacó se puedan optar por ciclos intermedios ( $1650^{\circ}\text{D}$ ) a intermedios-cortos ( $1500^{\circ}\text{D}$ ), siendo recomendable estos últimos en aquellos casos en que se deba atrasar la siembra hacia fines de octubre.

#### Fertilización: características y ensayos evaluados

La variabilidad horizontal y vertical de las propiedades edáficas de los valles irrigados Norpatagónicos, incide sobre la uniformidad del rendimiento dentro de un mismo lote. Los diferentes niveles de materia orgánica presentes, bajos en la mayoría de los casos, obligan a fertilizar correctamente el cultivo, principalmente con altas dosis de nitrógeno (N), para no limitar la actividad fotosintética y lograr altos rendimientos (Reinoso et al., 2012).

En los establecimientos de la chacra VINPA sobre los cuales desempeñé mi entrenamiento profesional, la principal fuente de fósforo (P) utilizada para el maíz es el Fosfato Monoamónico (MAP), el cual es aplicado a una dosis aproximada de 80 kg ha<sup>-1</sup> a la siembra (“arrancador”), siendo similar el manejo en ambos establecimientos. No obstante, observamos diferencias en la fertilización nitrogenada realizada en las dos áreas de trabajo en cuestión.

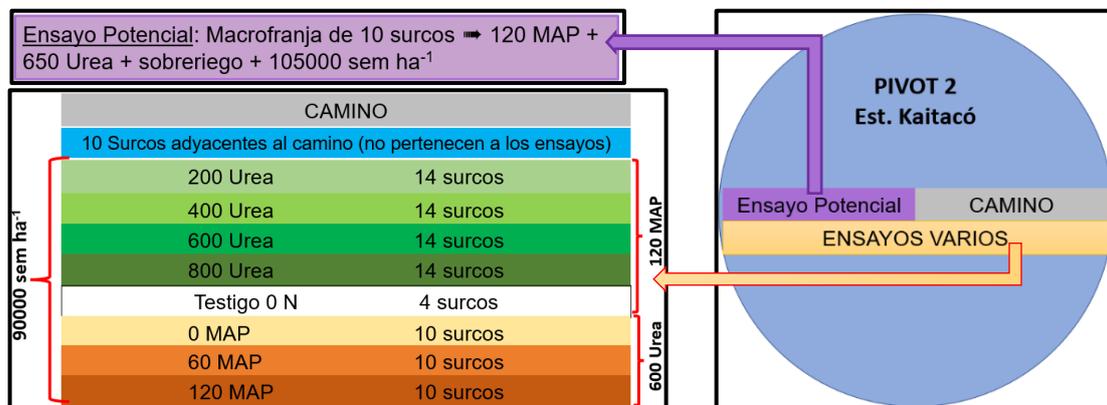
Por un lado, el establecimiento Kaitacó utiliza una dosis de lote (no incluye ensayos) de 550 kg ha<sup>-1</sup> de Urea incorporada en tres pasadas. La primera se realiza en el estadio V2-V3 con 250 kg ha<sup>-1</sup>, la segunda con 100 kg ha<sup>-1</sup> en V4 y la tercera en V5, con 200 kg ha<sup>-1</sup> de Urea. Hasta este último estado fenológico fue posible ingresar al cultivo con una fertilizadora al voleo sin dañarlo gravemente, aunque igualmente se observaron algunas lesiones foliares provocadas por la última fertilización (Figura 23 A). Por el otro, el establecimiento El Carbón aplica una base de urea en V2 de 350 kg ha<sup>-1</sup>, en todos los lotes con maíz. En el caso de los pívots 9, 15 y 16, se realizó una segunda pasada con fertilizadora al voleo de 200 kg ha<sup>-1</sup> de Urea en V4. Sin embargo, gracias a la infraestructura instalada en los pívots de maíz restantes, luego de la primera fertilización de base, se aplicaron 150 L ha<sup>-1</sup> de UAN (Urea-nitrato de amonio) en V6 (Figura 23 B y C). Este último es un fertilizante líquido que permite ser aplicado con el agua de riego hasta estadios fenológicos más avanzados del maíz, V6 o incluso floración (R1), asegurando una fuente nitrogenada por un tiempo más prolongado sin dañar el cultivo.



**Figura 23.** A) Daño foliar causado por la fertilización al voleo con Urea en el estadio V5-V6 en Kaitacó. B) Tanque de UAN adyacente a la torre central del pívot, junto a la válvula de ingreso del mismo, en El Carbón. C) Calibración de la aplicación de UAN (6,4 L min<sup>-1</sup>), junto a la GTD de la Chacra VINPA Ing. Agr. Magalí Gutiérrez y al Ing. Agr. Giovanni Cantera, encargado de El Carbón.

Teniendo en cuenta que estos grandes proyectos empresariales poseen costos muy elevados para su funcionamiento, la correcta fertilización del cultivo es primordial para poder alcanzar rendimientos potenciales que generen márgenes brutos lo suficientemente elevados como para que la producción sea económicamente viable. Para ello, año a año se realizan ensayos de fertilización que buscan ajustar la dosis, el momento y la forma de aplicación de los nutrientes, que permiten alcanzar mejores resultados. Durante mi práctica profesional participé de la evaluación de dichos ensayos, del seguimiento fenológico y de la cosecha manual de los mismos.

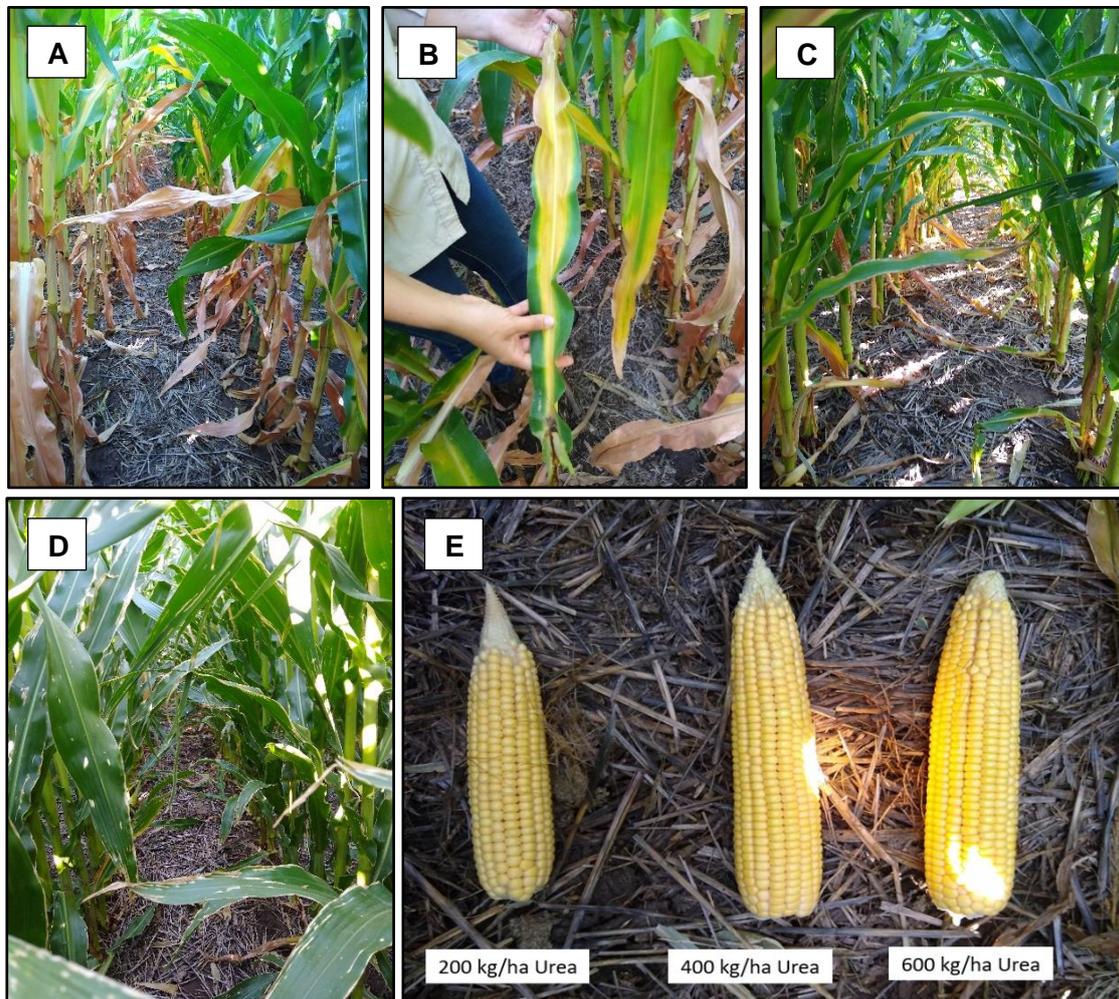
Los ensayos de fertilización se realizaron en el pivót 2 del establecimiento Kataicó, en macrofranjas apareadas de 14 surcos de ancho para los ensayos de N, 4 surcos para el testigo y 10 surcos de ancho para las pruebas de nutrición fosforada. Los fertilizantes utilizados para la experimentación de N y de P, fueron Urea y Fosfato monoamónico (MAP), respectivamente. En todos los casos la densidad de siembra utilizada fue de 90000 semillas  $ha^{-1}$ , excepto en un ensayo potencial, el cual fue fertilizado con 120  $kg\ ha^{-1}$  de MAP, 650  $kg\ ha^{-1}$  de Urea, fue sobriegado y la densidad de siembra utilizada fue de 105000 semillas  $ha^{-1}$  (Figura N°24).



**Figura 24.** Esquema de la ubicación de los ensayos de fertilización en el Pívor 2 del Est. Kaitacó.

Si bien se desconocen los resultados finales de los citados ensayos, durante el seguimiento de los mismos logramos detectar claras diferencias entre los tratamientos de fertilización nitrogenada. En la evaluación realizada el 12/02/2021, observamos en la macrofranja fertilizada con una dosis de 200  $kg\ ha^{-1}$  de Urea, una gran retranslocación de hojas basales, clorosis en las hojas en forma de “V”, menor tamaño de espiga y aborto en la punta de la misma, los cuales son claros indicios de déficit de Nitrógeno. En el caso del tratamiento con 400  $kg\ ha^{-1}$ , el tejido foliar se encontraba más verde, ya que aún había movilización desde las hojas inferiores, y menor tamaño y aborto de punta de espiga. Por último, al monitorear la franja correspondiente a 600  $kg\ ha^{-1}$ , no

detectamos síntomas de deficiencia de N ni se manifestaron grandes diferencias respecto al tratamiento con 800 kg ha<sup>-1</sup>, lo que nos indicó que la respuesta a la fertilización nitrogenada se satura hasta dicha dosis (Figura 25).



**Figura 25. Ensayo de fertilización:** **A)** Tratamiento 200 kg ha<sup>-1</sup> Urea: gran retranslocación de hojas basales. **B)** Tratamiento 200 kg ha<sup>-1</sup> Urea: clorosis en forma de "V". **C)** Tratamiento 400 kg ha<sup>-1</sup> Urea: menor retranslocación de hojas basales. **D)** Tratamiento 600 kg ha<sup>-1</sup> Urea: Escasa a nula retranslocación de hojas basales. **E)** Comparación del tamaño de espiga y grado de aborto de punta de espiga en los tratamientos diferenciales de fertilización nitrogenada.

Para concluir, teniendo en cuenta que el antecesor (*Vicia villosa*) tuvo un escaso desarrollo, el aporte de N al sistema por parte de este cultivo de servicio fue muy escaso. Esto llevó a inferir que posiblemente el tratamiento con 400 kg ha<sup>-1</sup> de Urea sería suficiente como para cubrir los requerimientos de N del cultivo siempre y cuando el mismo proviniera de una leguminosa de servicio antecesora con adecuado desarrollo.

En lo que respecta al ensayo de fertilización fosforada, no se observaron grandes diferencias entre tratamientos, lo que coincidió con resultados de ensayos anteriores en los que, en suelos con 17 ppm de P, no se observaron respuestas significativas a la fertilización con MAP (Reinoso et al., 2012).

## Pruebas de intensificación de la rotación

Tal como mencioné anteriormente, la rotación principalmente implementada por los establecimientos Kaitacó y El Carbón es trigo-vicia-maíz-soja. Por un lado, la *Vicia villosa* aporta residuos con una relación C/N baja que facilita la degradación e incorporación del rastrojo de trigo, el cual es muy abundante ( $10000 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ) y posee una relación C/N alta. Por el otro, es fundamental como leguminosa antecesora del maíz, ya que es una fuente de N muy importante para este cereal altamente demandante de este nutriente, y a su vez, permite mantener una evolución positiva del suelo.

Con el fin de intensificar la rotación y mantener el suelo cubierto la mayor parte del tiempo posible, el establecimiento El Carbón realizó la siembra de vicia al voleo con avión a principios de diciembre del 2020 sobre el cultivo de trigo, previo a su cosecha.

Para sostener la germinación y establecimiento del cultivo de cobertura, se realizaron riegos frecuentes que permitieron alcanzar una excelente implantación del mismo, cubriendo el suelo por completo para mediados de Febrero (Figura 26).

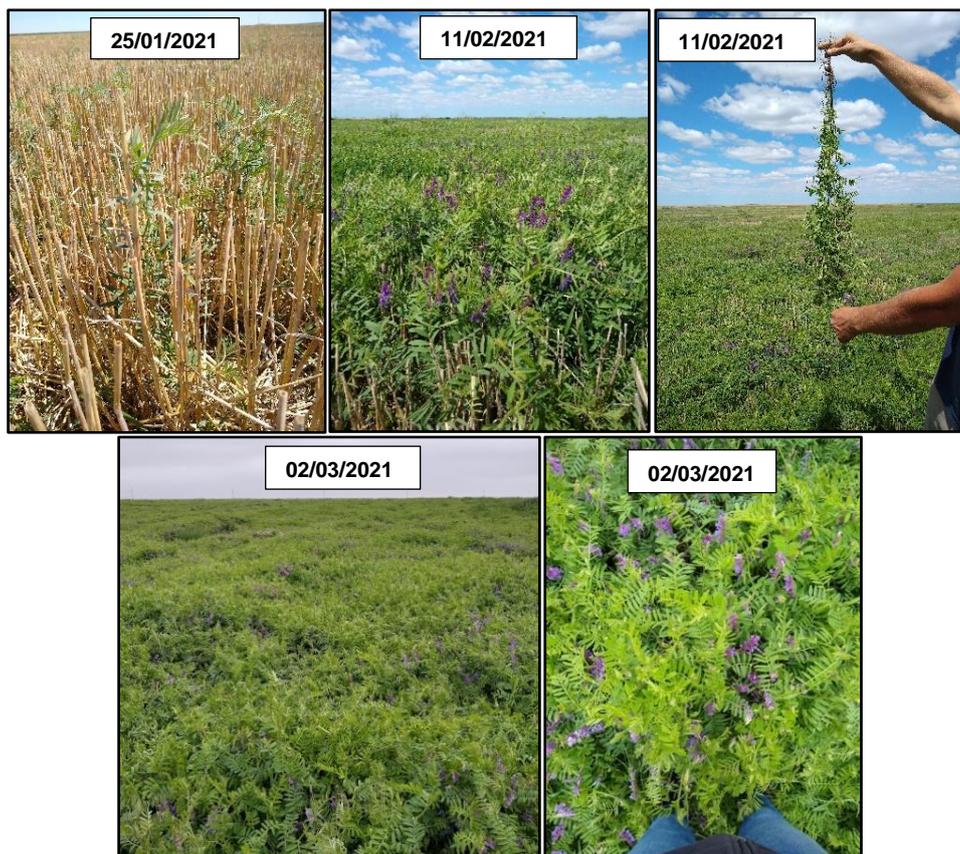


Figura 26. Evolución del cultivo de cobertura *Vicia villosa* en el Pívor 7, Est. El Carbón.

El gran desarrollo de la vicia, complementado con el nacimiento de trigo guacho, conforman una opción de forraje para el aprovechamiento ganadero en el caso de planteos mixtos (ej.: Kaitacó), previo a la ocurrencia de las primeras heladas. Además, debido al gran éxito alcanzado con la implantación de esta leguminosa, el establecimiento decidió cosechar parte de los lotes para semilla.

Por otra parte, con este mismo fin, a mediados de enero del 2021 el establecimiento Kaitacó realizó la siembra al voleo (a mano) de trigo y vicia en pequeñas parcelas dentro de un sector con maíz activo, para evaluar si era factible su germinación e implantación. La siembra se realizó sobre un germoplasma de maíz menos folioso y de porte más erectófilo que permitió la llegada de luz hasta el suelo, logrando que la leguminosa y la gramínea germinen y se establezcan con éxito (Figura 27). Al igual que en el caso anterior, durante el transcurso de mi práctica profesional pude observar el gran desarrollo logrado de los cultivos de servicio, los cuales, en este caso en particular, podrían ser destinados a un aprovechamiento forrajero temprano posterior a la cosecha de maíz. Esto último no solo implicaría una oferta de alimento adicional para el ganado, sino que mejoraría la digestibilidad del rastrojo de maíz, reduciendo los niveles del mismo y facilitando la siembra e implantación del cultivo siguiente.



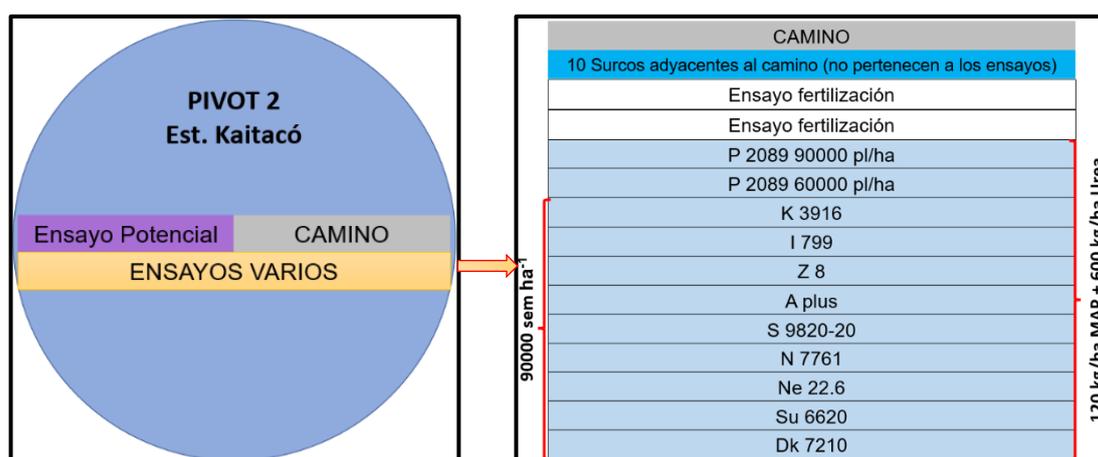
**Figura 27:** Evolución del trigo y la vicia bajo un germoplasma de maíz menos folioso en el establecimiento Kaitacó.

### Evaluación del ensayo de germoplasmas

Como ya mencioné previamente, el norte de la Patagonia Argentina es una de las regiones más productivas del país. No obstante ello, esta elevada productividad, y más aún en un cultivo como el maíz, está asociada a elevados costos en riego (integral) y en fertilización, principalmente nitrogenada. En consecuencia, con el fin de poder captar eficientemente la máxima cantidad de recursos disponibles y de esta forma poder expresar el potencial de la zona (20000 kg ha<sup>-1</sup> de maíz; Alarcón et al., 2002), la

selección de híbridos es clave para el éxito en estos sistemas, ya que permitirá maximizar el rendimiento, obteniendo así retornos económicos positivos por encima de los costos productivos (Gutiérrez y Sciarresi, 2020).

En la campaña 2020-2021, se realizó el ensayo de germoplasmas en el establecimiento Kaitacó, con el objetivo de evaluar la respuesta fenológica y en rendimiento de 10 híbridos de maíz bajo riego por aspersión, sobre el antecesor Vicia villosa (de escaso desarrollo). La siembra se realizó dentro de la ventana óptima de la zona, el 21 de octubre del 2020, con un distanciamiento entre hileras de 70 cm y una densidad objetivo de 90000 pl ha<sup>-1</sup>, excepto para el híbrido P2089 en el que también se evaluó una segunda densidad objetivo de 60000 pl ha<sup>-1</sup> (Figura 28). Cada híbrido fue probado en macrofranjas apareadas de 10 surcos de ancho, fertilizadas con 120 kg ha<sup>-1</sup> de MAP como “arrancador”, y 600 kg ha<sup>-1</sup> de Urea aplicada al voleo en tres pasadas (V2, V4 y V5).



**Figura 28.** Esquema de la ubicación del ensayo de germoplasma en el pivó 2 del establecimiento Kaitacó, y ordenamiento de los 10 híbridos probados.

Desde el inicio de mi PPS, acompañé a mi supervisora en la evaluación fenológica a campo de los 10 germoplasmas bajo estudio, con el fin de determinar el momento en que se ubicó la floración (R1) y la madurez fisiológica (R6) de cada uno de ellos. Si bien aún no contamos con los resultados de los rendimientos obtenidos a partir de la cosecha manual de cada híbrido, durante el seguimiento del ensayo pudimos inferir cuáles son aquellos materiales que mejor se ajustaron a las condiciones de la región norpatagónica, y cuáles son aquellos que, desde un principio, serían descartados.

Partiendo del hecho de que los productores de la chacra VINPA hoy enfrentan el exceso de rastrojo de maíz como una de las principales problemáticas productivas, su búsqueda se centra en encontrar híbridos de alto potencial de rendimiento pero que, a su vez, sean materiales con bajo volumen de biomasa y elevado índice de cosecha,

para evitar los excesos de cobertura en la rotación (Gutiérrez, com. pers.). Es por ello que, desde un comienzo, el germoplasma “Z8” quedó descartado, ya que manifestó un comportamiento similar al de un material tropical, con un excesivo crecimiento en altura ( $\approx 2$  m) y un largo de ciclo que ubicó la floración mucho después del momento de óptima oferta ambiental (R1 se registró en la segunda quincena de enero) (Figura 29).



**Figura 29.** Híbrido Z8. Material de ciclo largo, excesivamente alto (2 m) que presenta gran retranslocación de las hojas basales.

Siguiendo con este mismo análisis, también consideramos al material N7761 no apto para la región de influencia de la chacra VINPA ya que también manifestó una elevada producción de biomasa, pero en este caso, debido al gran desarrollo de macollos productivos (con espiga viable) (Figura 30). Por un lado, esto significa una gran desventaja para esta zona ventosa, ya que los macollos son finos y poseen una gran susceptibilidad al quiebre.



**Figura 30:** Híbrido N7761. Material macollador, frondoso, con excesiva producción de biomasa y de espigas de macollo viables.

Por el otro, este hecho provoca que, al momento de la cosecha, la humedad promedio de los granos sea superior debido a que aquellos que provienen de espigas de macollo están más inmaduros (por lo tanto, más húmedos) respecto a la principal. Esta situación atrasaría el momento de la cosecha, y por consiguiente la liberación del lote. No obstante, en un encuentro realizado con todos los productores de la chacra, la encargada del establecimiento El Viñedo (Ing. Agr. Carla Robeglia), encontró en este material un gran potencial para destinarlo a picado, debido al gran volumen de biomasa que produce, ya que su producción es fundamentalmente ganadero-agrícola.

En líneas generales, los híbridos restantes florecieron en el momento óptimo de mayor oferta de radiación y temperatura, y alcanzaron la madurez fisiológica (R6) entre principios (ej.: P2089) y mediados de marzo (ej.: K3916 y S8920-20). Sólo algunos materiales se destacaron por el gran tamaño de espiga y de los granos, distinguiéndose entre ellos el híbrido S8920-20, de ciclo más largo que el S9739 (más utilizado en El Carbón), demostrando que se ajustó mejor a las condiciones de Gral. Conesa.

Otros dos germoplasmas que también se destacaron en el ensayo fueron P2089 y K3916, los que también fueron sembrados a nivel de lote. El primero es el híbrido más sembrado en Kaitacó debido a que, por el momento, es el germoplasma disponible que mejor ajuste ecofisiológico posee para la zona. No obstante, el segundo material sembrado a nivel de lote (K3916), también manifestó una excelente performance fenológica y productiva durante la campaña. La única diferencia es que posee ciclo levemente más largo que P2089 (Figura 31), lo que obliga a sembrarlo con anterioridad, aumentando el riesgo de ocurrencia de una helada tardía.



**Figura 31.** Vista desde la torre central del Pívor 2. A la izquierda del camino se encuentra el material K3916 de ciclo más largo, con las panojas aún activas liberando polen. A la derecha se encuentra el material P2089, de ciclo más corto (1600°D) con las panojas más maduras (marrones) (26/01/2021).

### Estimación del rendimiento

Una de las tareas realizadas durante mi entrenamiento profesional fue estimar el rendimiento de ciertos híbridos de maíz en ambos establecimientos. Si bien no deja de

ser una aproximación a los resultados finales que se alcanzan al momento de la cosecha, esta práctica ayudó a poner en evidencia la importancia del adecuado manejo del cultivo, a la hora de definir los resultados finales.

Para llevar a cabo esta tarea, el procedimiento consistió en seleccionar un sitio de muestreo (2 repeticiones por híbrido), con la precaución de que no faltaran plantas dentro de la misma hilera seleccionada, ni en las hileras adyacentes. Posteriormente, descubrimos 10 espigas (incluyendo las secundarias en caso de que hubiera) de cada estación de muestreo, y en cada una de ellas contabilizamos el número de hileras y el número de granos por hilera (en una sola hilera). A partir de estos datos, realizamos los siguientes cálculos:

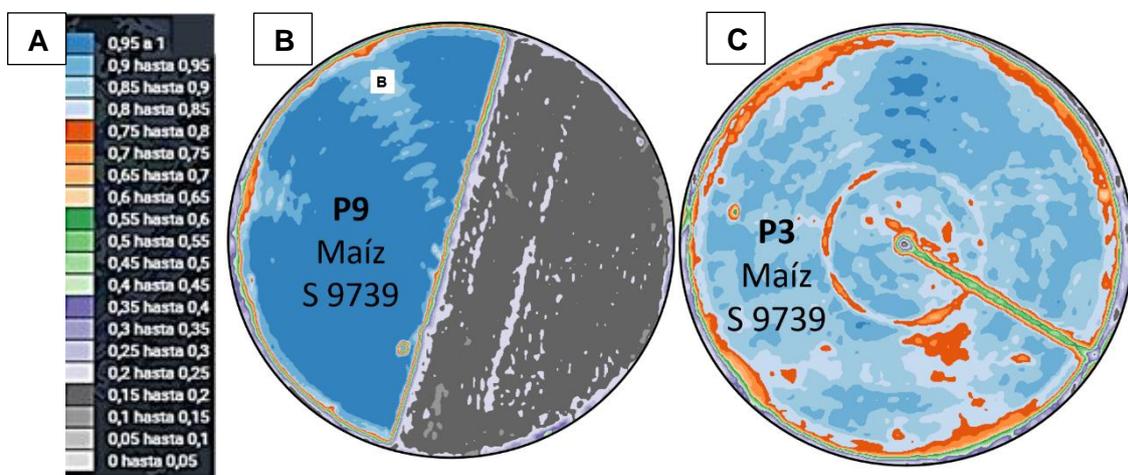
1.  $N^{\circ} \text{ de granos espiga}^{-1} = n^{\circ} \text{ de hileras} \times n^{\circ} \text{ de granos hilera}^{-1}$
2.  $N^{\circ} \text{ de granos planta}^{-1} = n^{\circ} \text{ de granos espiga}^{-1} \times n^{\circ} \text{ de espigas planta}^{-1}$   
(teniendo en cuenta que los materiales no expresaron prolificidad debido a la alta densidad de siembra, el n° de espigas por planta fue igual a 1).
3. Luego, realizamos un promedio del total de plantas muestreadas.
4.  $\text{Plantas } m^2 = \text{Distancia entre surcos (m)} \times \text{Distancia pl. 1 a pl. 10 (m)}$
5.  $N^{\circ} \text{ de granos } m^2 = n^{\circ} \text{ de granos planta}^{-1} \times \text{plantas } m^2$
6. Finalmente, **Rendimiento ( $kg \text{ ha}^{-1}$ ) =  $n^{\circ} \text{ de granos } m^2 \times P_{1000} \text{ (gr)} \times 0.01$**   
(con el peso de mil granos - $P_{1000}$ - de cada material)

Algo a tener en cuenta es que realizamos la estimación del rendimiento una vez que observamos la “capa negra” en los granos, la cual es indicadora de la zona de abscisión, momento en el cual no hay más translocación de almidón desde la planta al grano, es decir, que finalizó el llenado y sólo resta perder humedad hasta llegar a los niveles necesarios de cosecha (13-15% de humedad; Figura 32).



**Figura 32:** Estimación del rendimiento. **A)** Visualización de la capa negra de abscisión. **B)** Estación de muestreo, espigas descubiertas. **C)** Contabilización del número de hileras por espiga.

Con esta práctica tuvimos una noción estimativa del rendimiento del cultivo para cada híbrido y para cada situación en particular. Además, me sirvió para dimensionar la importancia de la elección del germoplasma, la fecha de siembra, y el correcto manejo hídrico del cultivo, fundamentalmente durante el período crítico del mismo. Tal es así que el híbrido de ciclo corto más utilizado en el establecimiento El Carbón (S9739), fue el que mayor rendimiento alcanzó en las estimaciones ( $17000 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y a cosecha ( $16000 \text{ kg ha}^{-1}$ ), principalmente en aquellos lotes en los que el cultivo no sufrió ningún estrés hídrico durante la floración (ej.: pívot 9; Figura 33). Lo mismo ocurrió en el establecimiento Kaitacó, donde los mayores rendimientos fueron los estimados para los híbridos P2089 y K3916.

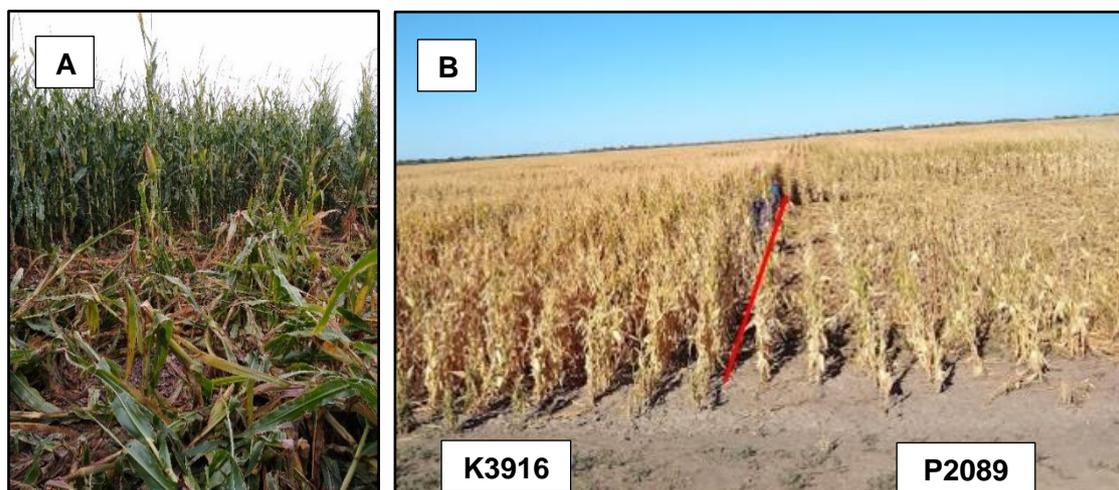


**Figura 33.** Análisis de imágenes NDVI en pleno período crítico del híbrido S 9739 (06/01/2021), en El Carbón. **A)** Escala de colores y sus correspondientes rangos de NDVI. **B)** Elevados niveles de NDVI del Pívot 9, gracias al adecuado manejo hídrico del cultivo, lo que se correlacionó con el alto rendimiento estimado y logrado ( $17000$  y  $16000 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente) **C)** Bajos niveles de NDVI del Pívot 3 debido al estrés hídrico sufrido durante el PC, causante de los menores rendimientos alcanzados ( $11500 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

### Problemáticas observadas

Una de las principales problemáticas que enfrentan los productores de la chacra VINPA y, fundamentalmente, aquellos establecimientos ubicados en el Valle Medio, es la falta de escala productiva a nivel local. Esto provoca, por un lado, escasez de servicios como el transporte, el abastecimiento de repuestos e insumos, hasta labores como la siembra o la cosecha, interfiriendo enormemente en la logística de los establecimientos y afectando negativamente a las producciones, por la falta de tecnología o bien de infraestructura que permita aplicarla.

Por el otro lado, otra de las consecuencias de la falta de escala a nivel regional, es la concentración de fauna silvestre dentro de los establecimientos. Desde hace un tiempo, y principalmente en la campaña 2020-2021, el establecimiento Kaitacó enfrenta ataques de chanchos jabalíes (*Sus scrofa*) en su producción de maíz (Figura 34). Se considera que esta campaña fue aún más crítica que las anteriores, debido a que el valle sufrió una fuerte sequía que impactó negativamente sobre la vegetación natural, reduciendo particularmente la producción de frutos de chañar (*Geoffroea decorticans*), que son palatables para la fauna. En consecuencia, la magnitud de los daños ha sido llamativamente alta, ocasionando pérdidas del orden de los 2500 kg ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, algo importante a recalcar es que se observó mayor daño en el material P2089 que en el K3916. Esto se adjudicó a que el primero es de ciclo más corto y de caña más dulce respecto al segundo lo que aumentaría su preferencia por parte de los chanchos jabalíes.



**Figura 34. A)** Daño ocasionado por chanco jabalí (*Sus scrofa*). **B)** Daño más importante en el material P2089 que en el híbrido K3916.

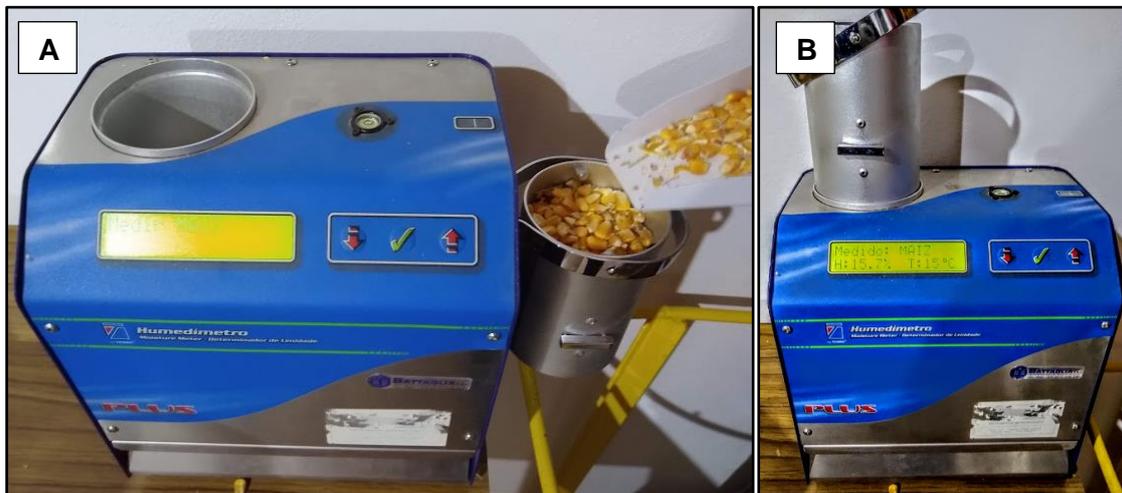
Además de la pérdida de rendimiento, otra de las consecuencias generadas por el daño de la fauna silvestre, fue que hubo ataques considerables en todos los ensayos instalados en el citado establecimiento. Esto obligó a realizar la cosecha manual de los tratamientos en aquellos sectores menos afectados, mientras que en otros años los datos de rendimiento y humedad se obtienen de la cosecha mecánica.

Por lo tanto, otras de las tareas en las que participé junto a mi supervisora y al encargado del establecimiento (Cristian Muñoz), fue la cosecha manual de los ensayos (Figura 35). Para esto, tomamos muestras apareadas de cada tratamiento por duplicado, en un sector del ensayo representativo y con el menor daño posible de chanco jabalí. Las muestras estuvieron compuestas por las espigas cosechadas de un

conjunto de plantas incluidas en 10 m lineales de hilera (marcados con una soga sobre el surco). Posteriormente, fueron enviadas al laboratorio para ser trilladas y evaluadas por rendimiento y humedad de grano. Para tener una noción de este último parámetro, previo a enviar las muestras a analizar, realizamos la determinación de humedad con un humidímetro digital (Figura 36).



**Figura 35.** Cosecha manual de ensayos en el establecimiento Kaitacó. A la izquierda se observa la soga con la que se marcan los 10 m lineales de hilera que define el sitio de muestreo.



**Figura 36.** A: Determinación de humedad de las muestras de maíz con el humidímetro digital. B: Humedad registrada: 15,7%.

## Cultivo de Soja

### Ecofisiología

En el ciclo de vida de un cultivo transcurren dos tipos de procesos simultáneos e interdependientes: el crecimiento y el desarrollo. Mientras que el crecimiento involucra aumento de tamaño (área, volumen, masa), el desarrollo es la sucesión progresiva de diferentes estados fisiológicos y/o morfológicos (Sadras et al., 2000). La **temperatura** y el **fotoperíodo** son los factores ambientales que afectan al desarrollo de la soja y regulan la duración de cada una de sus fases, de manera simultánea e interrelacionada (Toledo, 2018).

La soja es una planta de *días cortos cuantitativa*. Esto significa que la floración ocurrirá de todas maneras, aunque el tiempo requerido para ello dependerá de la longitud del día, siendo más rápida la inducción con días cortos que con días largos (Brodero, 2003). En la medida que disminuyen las horas de luz del día, aumenta la velocidad de desarrollo y se adelanta el inicio de la floración. Este factor ambiental influye y regula la mayor parte de los eventos reproductivos de esta leguminosa, condicionando el inicio y final de las diferentes fases, y la tasa con que progresan los cambios dentro de la planta. No obstante, la mayor o menor respuesta va a depender del grado de sensibilidad termofotoperiódica del Grupo de Madurez (GM) del germoplasma. En general, en la medida que es mayor el GM, mayor es dicha sensibilidad (Toledo, 2018).

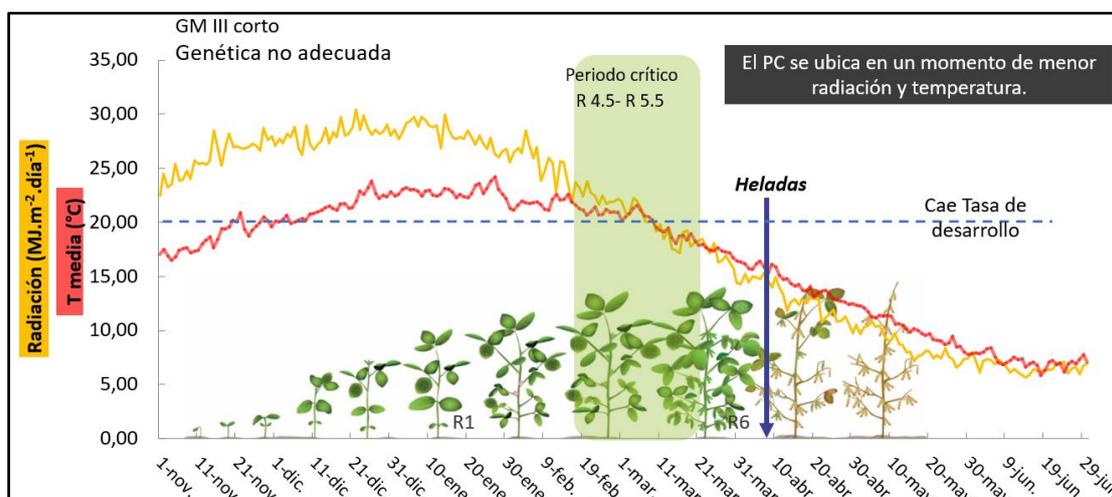
### Evaluación de ensayos de germoplasma

Actualmente, los productores de la Chacra VINPA trabajan con los materiales de soja más cortos que les ofrece el mercado argentino (GM 3), con los cuales no logran superar los 4500 kg ha<sup>-1</sup>. Esta situación se debe a que el ciclo de crecimiento y desarrollo de estos cultivares comerciales es demasiado largo para la región norpatagónica, ya que el período crítico<sup>3</sup> tiene lugar en momentos en que la oferta ambiental disminuye ya que bajan los niveles de radiación y las temperaturas (D'Onofrio et al., 2020; Figura 37). Además, más allá de que los grupos cortos que actualmente se comercializan en el país son menos sensibles al fotoperíodo, la gran cantidad de horas de luz propias de las latitudes de los valles norpatagónicos (40° Lat. Sur), hacen que se atrase el período crítico. A su vez, cuando las temperaturas descienden por debajo de los 20°C, se reduce

---

<sup>3</sup> Tomando como referencia la escala fenológica de Fehr y Caviness et. al. (1971), el período crítico de la soja se ubica entre R4.5 y R5.5 (Kantolic, 2013).

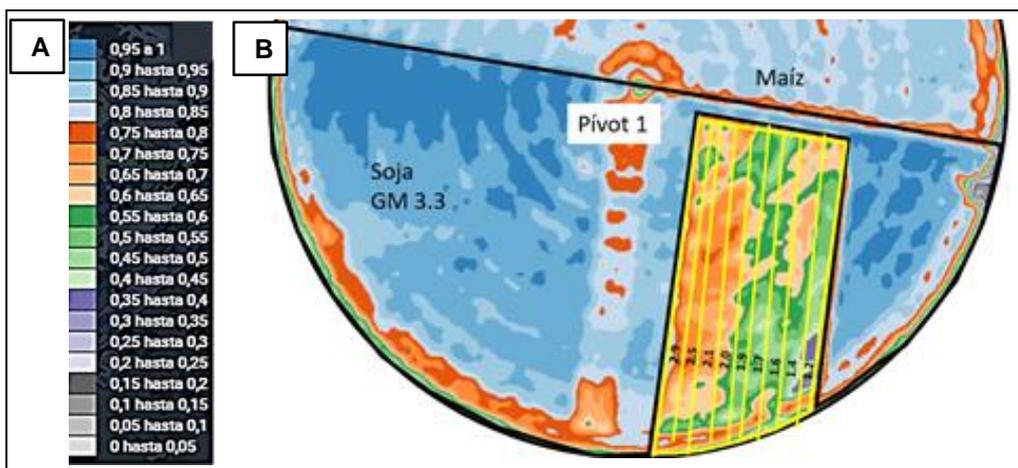
la tasa de desarrollo y se enlentece el avance del cultivo, lo que provoca que el llenado de vainas corra riesgo de interrumpirse por heladas tempranas (D'Onofrio et al., 2020).



**Figura 37.** Evolución de la Temperatura media y de la Radiación en la zona de influencia de la chacra VINPA, durante el ciclo del cultivo de soja de Grupo de Madurez (GM) III, para el período comprendido entre el 01/11 y el 29/06. Ubicación del Período Crítico (PC), y comienzo de posibles heladas tempranas. (D'Onofrio et al., 2020).

Por consiguiente, teniendo en cuenta que las diferencias en el desarrollo de las variedades de soja pertenecientes a distintos GM permiten interactuar con diferentes ventanas agroclimáticas, cuando son sembradas en una misma fecha y en un mismo sitio, considerando que no hubo limitantes hídricas, nutricionales o factores reductores (malezas, plagas o enfermedades) que afecten al cultivo (Salvagiotti et al., 2010); la chacra VINPA busca detectar el GM adecuado y su fecha de siembra óptima, para minimizar la brecha entre los rendimientos alcanzados y los potenciales (+5500 kg ha<sup>-1</sup>; Gutiérrez, com. pers.). Para ello, desde el año 2020, el grupo de trabajo evalúa la fenología y el rendimiento de variedades de soja de GM inferiores a 3.3 (variedad comercial actualmente disponible), traídas desde Minnesota, Estados Unidos.

Durante el transcurso de mi PPS, realizamos la evaluación de germoplasmas en el establecimiento El Carbón, donde se sembraron, en la mitad Sur del pivot 1, nueve macrofranjas de cultivares correspondientes a los grupos de madurez 1.2, 1.4, 1.6, 1.7, 1.9, 2.0, 2.1, 2.5 y 2.9, los cuales fueron comparados con el testigo comercial de GM 3.3 (Figura 38). La siembra se realizó el 15 de noviembre de 2020 con una densidad objetivo de 45 plantas m<sup>2</sup>. Los materiales fueron inoculados presiembrado con un sinfín, excepto el testigo, cuya semilla ya se comercializa inoculada, y fueron fertilizados con 80 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico (DAP) junto a la semilla como arrancador. Previo a la siembra y a lo largo del ciclo del cultivo, se controlaron químicamente malezas e insectos para que no influyeran en la expresión del rendimiento de las variedades.



**Figura 38.** A) Escala de valores de NVI. B) Pívot N°1 del establecimiento El Carbón. Mitad Sur: Testigo (GM: 3.3) y ensayos en macrofranjas de los GM: 1.2, 1.4, 1.6, 1.7, 1.9, 2.0, 2.1, 2.5, y 2.9. (Land Viewer 27/03/2021).

Para la evaluación de estos ensayos realicé, junto a mi supervisora, el seguimiento fenológico intersemanal de cada material, en puntos de observación señalados con estacas. Para esta tarea tomamos como referencia la escala propuesta por Fehr y Caviness (1971) que describe los estadios vegetativos (V) y reproductivos (R) de la soja (Tabla 5; Santos, 2010).

**Tabla 5:** Estados de desarrollo vegetativos (V) reproductivos (R) según Fehr y Caviness, 1971. (Santos, 2010)

V: vegetativos	R: reproductivos
VE: Planta emergida.	R1: Inicio de floración.
VC: Planta en estado cotiledonar.	R2: Plenitud de floración.
V1: Planta con primer nudo verdadero desarrollado.	R3: Inicio de formación de vainas.
V2: Planta con dos nudos verdaderos desarrollados.	R4: Plenitud de formación de vainas.
Vn: Planta con n nudos verdaderos desarrollados.	R5: Inicio de formación de semillas.
	R6: Plenitud de formación de semillas.
	R7: Inicio de Madurez fisiológica.
	R8: Madurez fisiológica completa.

Realizamos la primera visita el 15 de enero de 2021, momento en el que todos los materiales, incluyendo el testigo, estaban inducidos y se encontraban en distintos estados reproductivos. En general, todos los cultivares se comportaron tal lo esperado: los GM más bajos alcanzaron la madurez más temprano, mientras que los GM más altos maduraron más lentamente (Figura 39). En todos los casos, el testigo se desempeñó como un germoplasma de ciclo más largo alcanzando, según la fecha



**Figura 39.** Diferencias en el grado de desarrollo de los GM 2.5 (R7) y 2.9 (fines R6). (Fecha: 17/03)

de siembra utilizada, el inicio de R5 (pleno período crítico) el 2 de marzo, fecha en la que la temperatura y la radiación caen considerablemente en la región norpatagónica. El material de GM 1.4 manifestó un comportamiento inesperado a partir de R5 ya que quedó más atrasado respecto a otros cultivares de GM más altos, como los 1.6 y 1.7 (Tabla 6).

**Tabla 6.** Estados fenológicos registrados en cada una de las visitas a los ensayos de germoplasma, para cada GM.

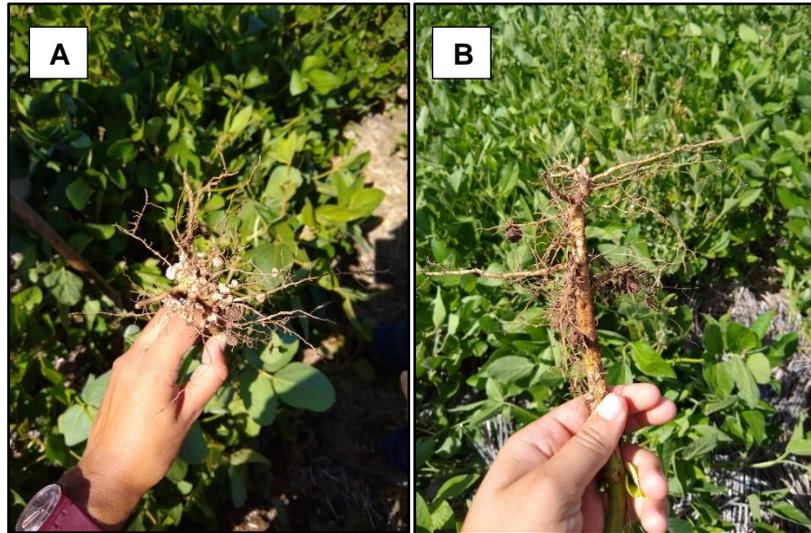
GM	Visitas					
	15/01	25/01	11/02	02/03	12//03	17/03
1.2	Inicio R3	R3	R4	R6	R7	R7
1.4	R2	R2	R4	R5 Avanz	R6 Avanz.	R7
1.6	R2	R2	R4	R6	R7	R7
1.7	R2	R2	R4	R6	R7	R7
1.9	R2	R2	R4	Fin R5	R6 Avanz.	R7
2.0	R2	R2	R4	R5 Avanz.	R6	R7
2.1	R2	R2	R4	R6	R6 Avanz.	R7
2.5	R2	R2	R3	R5	R6	R7
2.9	R1	R2	R3	Inicio R5	Inicio R6	Fin R6
3.3 (Testigo)	R1	R2	Inicio R3	Inicio R5	Inicio R6	R6

### Observaciones

Este ensayo de germoplasmas en macrofranjas a nivel de lote tuvo distintos inconvenientes que limitaron considerablemente la elaboración de conclusiones, exceptuando la evaluación fenológica de cada material. Por un lado, la primera problemática reportada fue que la siembra de las distintas variedades de soja se realizó sobre un rastrojo de trigo de 10000 kg ha<sup>-1</sup> de rinde. Esto generó un exceso de cobertura tal que dificultó la correcta ubicación de la semilla por parte de la sembradora, lo que, sumado a bajas temperaturas al momento de la germinación del cultivo, afectó considerablemente al éxito de implantación y disminuyó el stand de plantas inicial.

Por otra parte, tal como mencioné anteriormente, hubo diferencias en el mecanismo utilizado para la inoculación del material testigo (3.3) y las variedades de soja de GM cortos. En el primer caso, la semilla ya se comercializa inoculada mientras que, en el segundo, la calidad de aplicación fue deficiente ya que los ensayos fueron inoculados más tarde con un sinfín. Estas diferencias provocaron que falle la nodulación de los materiales de GM bajos (Figura 40) explicando, en cierta medida, la menor altura, el menor estado fitosanitario de las plantas y los valores de NDVI más bajos de las macrofranjas respecto al testigo (Figura 38). La coloración verde claro se debe a una deficiencia de N provocada por una escasa nodulación en las raíces, sumado al efecto de un antecesor como el trigo, el cual es altamente demandante de este nutriente. La

variación en la disponibilidad de N se manifiesta con claridad en una franja cercana a la mitad norte del pívot, la cual presentaba maíz fertilizado con UAN. Dado que éste se aplica con el agua de riego, cuando el pívot avanzaba un poco sobre la mitad de la soja, producía una descarga de UAN próxima a la primera torre del pívot (Figura 41).



**Figura 40:** A) Soja GM 3.3 inoculada correctamente. B) Soja GM bajos con fallas en la nodulación.



**Figura 41.** Huella de la primera torre (flecha) donde se concentra una descarga de UAN luego de la fertilización del maíz en la mitad del pívot.

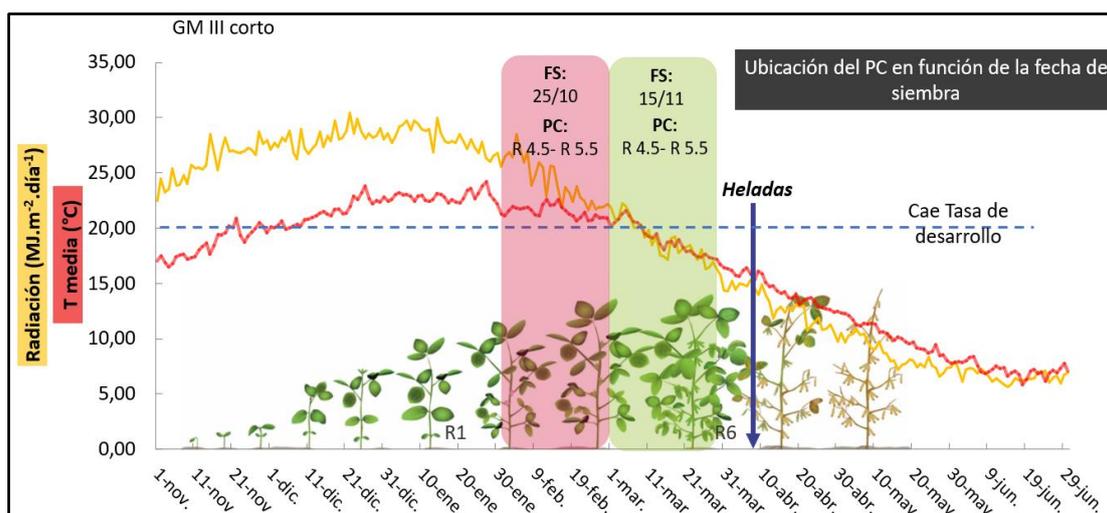
### Evaluación de la fecha de siembra

Otras de las alternativas consideradas para soslayar la falta de genética adecuada para la producción de soja en los valles norpatagónicos, es variar la fecha de siembra del germoplasma comercialmente disponible (GM 3.3). En términos generales, las condiciones hídricas de los cultivos de soja realizados tanto en Kaitacó como en El Carbón, fueron adecuadas y no hubo grandes diferencias entre ambos

establecimientos. No obstante, la principal disimilitud se encontró en la fecha de siembra utilizada para el cultivar comercial.

En el caso del establecimiento El Carbón, la siembra del cultivar de soja (GM 3.3) se realizó en entre el 12 y el 15 de noviembre de 2020. En contraste, el establecimiento Kaitacó realizó la siembra de este mismo cultivar aproximadamente un mes antes (25/10/2020), bajo mejores condiciones de calidad de siembra (sin excesos de cobertura). En vista de que el período libre de heladas para la zona de influencia de la Chacra VINPA comienza el 27 de octubre, una fecha de siembra más temprana (como se hizo en Kaitacó), tiene el riesgo de que ocurra una helada tardía y provoque la muerte de plántulas recientemente emergidas, disminuyendo así el parámetro  $n^{\circ}plantas\ m^{-2}$ , uno de los componentes del rendimiento de la soja.

Sin embargo, si bien el establecimiento Kaitacó asumió un mayor riesgo optando por una fecha de siembra más temprana, logró que se adelante el PC del cultivo a mediados de febrero, cuando las condiciones de temperatura y radiación aún son óptimas para dicho momento. En contraste, la misma soja de GM 3.3 sembrada en El Carbón más tardíamente, tuvo el PC en el mes de marzo, cuando las condiciones térmicas y de radiación ya eran subóptimas (Figura 42). Estas diferencias reportadas en el avance del desarrollo del cultivo, utilizando el mismo cultivar comercial (GM: 3.3), los mismos criterios y condiciones de riego, pero sembrado en diferentes fechas, se determinaron realizando el seguimiento fenológico en ambos establecimientos, según la escala propuesta por Fehr y Caviness (1971) (Tabla 7).



**Figura 42:** Evolución de la temperatura media (°C) y de la radiación (MJ m<sup>2</sup> día<sup>-1</sup>) en la zona de influencia de la chacra VINPA, durante el ciclo del cultivo de soja de Grupo de Madurez (GM) III. Ubicación del período crítico (PC) para dos fechas de siembra (FS), y comienzo de posibles heladas tempranas (D'Onofrio et al., 2020).

**Tabla 7:** Estados fenológicos registrados en cada una de las visitas a las producciones de soja del cultivar GM 3.3, de los establecimientos Kaitacó y El Carbón, para dos fechas de siembra diferenciales, 20/10 y 15/11 respectivamente. (●: Plenitud de formación de vainas).

<b>GRUPO DE MADUREZ (GM): 3.3 (variedad comercial)</b>				
<b>Fecha de siembra</b>	<b>Visitas</b>			
	25/01	11/02	02/03	17/03
<b>Mediados de Octubre (25/10)</b> (Est. Kaitacó)	Inicio R3	R4 ●	Fines R5	Inicio R7
<b>Mediados de Noviembre (15/11)</b> (Est. El Carbón)	R2	R3	Inicio R5	R6

La Tabla 7 muestra que el desarrollo de la soja con fecha de siembra temprana (Kaitacó) siempre estuvo más adelantado respecto a la soja sembrada a mediados de noviembre en El Carbón. El estado fenológico registrado el 11/02 para la soja del establecimiento Kaitacó, fue el de plenitud de formación de vainas (R4●), lo que indica que el período crítico (R4.5 - R5.5), quedó ubicado en la segunda quincena del mes de febrero, cuando aún la oferta ambiental de temperatura y radiación eran mejores para alcanzar un adecuado rinde de cultivo.

Salvando problemáticas concretas ocurridas en ambos establecimientos sobre la producción de soja, las diferencias registradas en cuanto al momento en que quedó ubicado el PC, tuvieron considerable repercusión en los rendimientos logrados al momento de la cosecha. El establecimiento Kaitacó, alcanzó rendimientos del orden de los 5000 kg ha<sup>-1</sup> en los sectores libres de problemáticas del pivó 1, mientras que, en el caso de El Carbón, el rendimiento promedio de la soja de GM 3.3 para la campaña 2020-2021, no superó los 3000 kg ha<sup>-1</sup>.

### Problemáticas observadas

#### *Encostramiento y planchado de suelo por quita de cobertura*

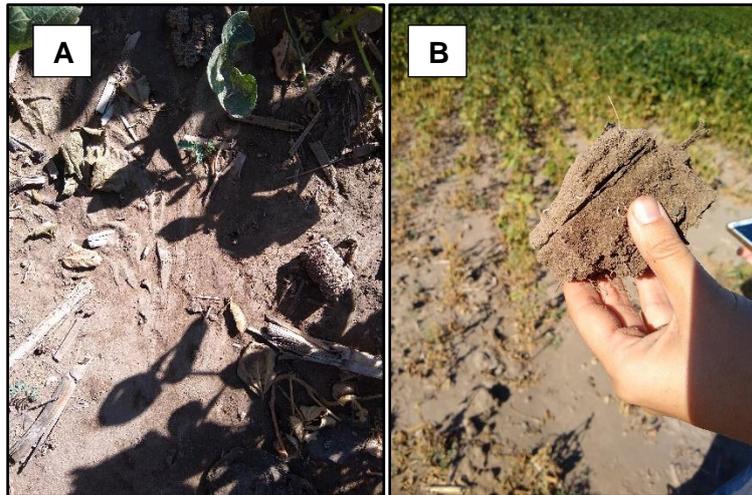
Una de las principales interrogantes que hoy presenta la Chacra VINPA es encontrar la forma de reducir el volumen de rastrojo de maíz, cultivo antecesor en la rotación. La soja se caracteriza por ser muy sensible al exceso de cobertura ya que genera fallas en la calidad de siembra e incrementa el impacto del frío al momento de la implantación (Gutiérrez, com. pers.). En busca de reducir el volumen de cobertura que deja esta gramínea, los productores adoptaron distintas estrategias de remoción del rastrojo, cuyos resultados observamos y analizamos durante mi práctica profesional.

En el establecimiento Kaitacó, decidieron quitar la cobertura del pivó 1 previo a la siembra de soja, mediante tres estrategias consecutivas:

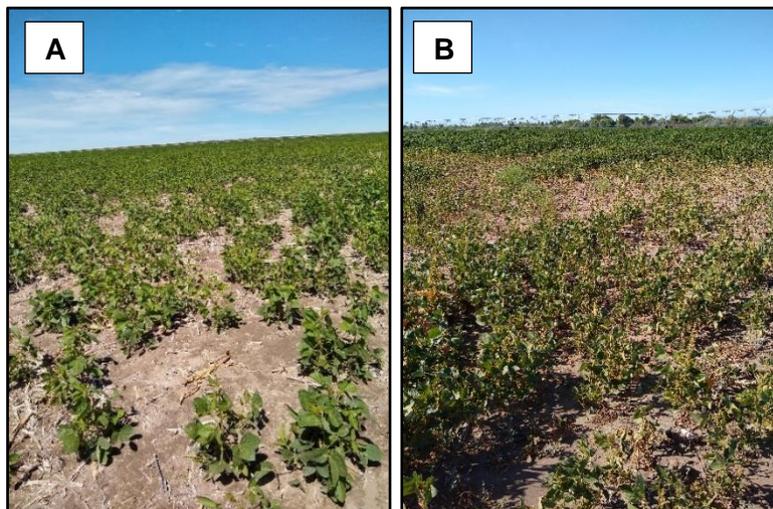
1. Pastoreo, con 500 madres sobre el rastrojo de maíz.
2. Quema controlada: se regó el lote para incrementar la humedad en el suelo y así evitar que se dañe la MO del mismo, y luego se realizó la quema.

### 3. Rastreada.

En el pívot 16 de El Carbón también realizaron una extracción total de la cobertura del suelo previo a la siembra de soja a través del laboreo. Estas prácticas tuvieron marcadas consecuencias que repercutieron considerablemente en el éxito de implantación del cultivo, y por ende en los rendimientos promedio alcanzados. La falta de cobertura en el suelo, sobre el cual se aplicó una pluviometría elevada ( $>100 \text{ mm h}^{-1}$ ), generó un planchado laminar de la superficie del mismo, erosión hídrica, escurrimiento y reducción de la infiltración (Figura 43).



**Figura 43.** Consecuencias indeseables del manejo del rastrojo de maíz en El Carbón. **A)** Evidencias de erosión hídrica y escurrimiento de agua. **B)** Planchado y formación de láminas compactadas que redujeron la infiltración del agua.



**Figura 44:** Fallas en la implantación y reducción en el stand de plantas, producto del encostramiento y planchado del suelo. **A)** Pívot 16-El Carbón. **B)** Pívot 1-Kaitacó.

El encostramiento y su consecuente escorrentía de agua dificultaron la emergencia del cultivo, y más aún, en el caso de una leguminosa como la soja ya que la estructura que “abre paso” para la emergencia es el “gancho cotiledonar”, que es

mucho más frágil comparada al coleóptilo de las gramíneas. A su vez, la limitada infiltración de agua, redujo la humedad disponible en el perfil de suelo, provocando estrés hídrico al cultivo (Figura 44).

### *Enfermedades*

Los cultivos de soja producidos en ambos establecimientos mantuvieron una sanidad adecuada durante todo su desarrollo. No obstante, en el transcurso del monitoreo fenológico, aproximadamente desde R3 (inicio formación de vainas), comenzamos a observar algunas plantas secas aisladas (Figura 45). En la medida que el cultivo maduraba, aumentó el número de plantas en estas condiciones por lo que comenzó a sospecharse de la presencia de *Sclerotinia sclerotiorum*.



**Figura 45:** Plantas secas o en proceso de marchitez en el pivot 1 de El Carbón.

Este patógeno se caracteriza por no reproducirse asexualmente, es decir que no forma conidios, por ende, cuando las condiciones ambientales son propicias (humedad y temperatura), la estructura sexual del hongo germina liberando inóculos (ascosporas). Éstos se liberan infectando la flor de la soja y, una vez producida la infección, puede provocar la muerte de plantas, la pudrición húmeda de tallos y la formación de un micelio blanquecino algodonoso, signo típico del agente causal en un ambiente húmedo formado por el canopeo denso del cultivo y el agua de riego (FAUBA, s/f; Figura 46 A).



**Figura 46:** Signos observados de *S. sclerotiorum* en plantas de soja del pivot 1 en Kaitacó. **A)** Micelio blanquecino algodonoso. **B-C)** Esclerocios oscuros dentro y fuera del tallo.

Además, durante el proceso de infección del hongo, se produce la formación de esclerocios dentro del tallo, cuerpos oscuros que quedan en el rastrojo del cultivo con posibilidad de germinar y comenzar un nuevo ciclo de enfermedad (Figura 46 B). Si bien la incidencia de la misma fue muy baja como para tomar medidas de control, es importante tener en cuenta que los esclerocios son estructuras de supervivencia del patógeno y pueden perdurar años en el suelo, o bien, quedar dentro de las vainas disminuyendo la calidad comercial del lote cosechado. En consecuencia, es importante considerar la importancia de la rotación de cultivos dentro de un mismo lote, para evitar que el patógeno cuente con un huésped sobre el cual proliferar.

## Relaciones interpersonales

AAPRESID creció con el pasar del tiempo gracias a su capital social, al trabajo, compromiso, profesionalismo y convicción de sus miembros, al apoyo de instituciones y empresas del sector, y al aporte de prestigiosos académicos y pensadores del país y del exterior. En este sentido, la organización promueve el intercambio generoso de conocimiento, abre sus campos a otros productores, participa de ensayos, mantiene arraigadas conexiones internacionales, e interactúa con organizaciones públicas y privadas para lograr un desarrollo integral del sector agropecuario, y del país (AAPRESID, s/f).

Por lo tanto, uno de los principales objetivos de la organización, y concretamente del rol del Gerente técnico de Desarrollo (GTD), no solo es generar conocimiento en función de la necesidad de los productores que integran la chacra y transferirlo, sino

también formar recursos humanos que se interioricen con la causa, que contribuyan a impulsar al sector y, de alguna manera, tomen un rol protagónico que ayude a hacer más visibles los proyectos, aportando desde su lugar, al crecimiento de los mismos.

En sintonía con ello, durante el tiempo en que llevé a cabo mi entrenamiento profesional, pude participar de reuniones y encuentros con los productores de la chacra VINPA, con semilleras que aportaron con sus materiales para los ensayos, con empresas interesadas en la región, con miembros del INTA Valle Inferior, e incluso con profesores de la cátedra de Producción Vegetal Extensiva de la UNS, quienes fueron a conocer los proyectos agrícolas de la norpatagonia (Figura 47). Esto último fue de gran importancia en lo personal, dado que me ayudó a generar vínculos con profesionales relevantes de distintas áreas (producción, comercialización, extensión, educación, etc.), conocer la variedad de actividades y roles que puede desempeñar un Ing. Agrónomo, e integrar una red de intercambio con diferentes actores que participan en el agro.



**Figura 47:** Relaciones interpersonales. **A)** Reunión con los productores de la chacra VINPA. **B)** Reunión con los representantes de empresas semilleras. **C)** Visita de los representantes del grupo "Grobocopatel hermanos" **D)** Visita de docentes de la cátedra de Producción Vegetal Extensiva de la UNS.

## CONSIDERACIONES FINALES

La agricultura moderna, y por consiguiente el trabajo de los Ingenieros agrónomos, se enfrenta al reto de alimentar a una población creciente con una superficie cultivable limitada, que incluso está disminuyendo debido al incorrecto aprovechamiento del recurso suelo. En este contexto, nuestro país toma vital relevancia ya que posee un territorio vasto, de amplia diversidad geográfica y productiva, y también, de enormes potencialidades. La gran disponibilidad de suelo apto para cultivo y agua para riego ubican a la norpatagonia en un lugar destacado a nivel nacional para la ampliación sostenible de su frontera agropecuaria, a partir del mejoramiento de la superficie productiva existente y a la incorporación de nuevas áreas, dando así respuesta a una demanda creciente de productos agropecuarios (FAO, 2014).

No obstante, no se debe perder de vista que esto, en un futuro, puede constituir un riesgo ambiental y de disponibilidad de agua, si no se avanza ordenadamente bajo una planificación responsable a nivel de cuencas. El progreso deberá ser ordenado y planificado holísticamente, con el fin de potenciar la región de manera sustentable, garantizando el uso eficiente y responsable del agua (Gutiérrez, com. pers.).

La oportunidad que me brindó la UNS, AAPRESID y en especial, la Ing. Agr. Magalí Gutiérrez, me permitió ser partícipe de uno de los proyectos más innovadores del agro argentino. Durante este entrenamiento no solo pude poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en el transcurso de la carrera de Ingeniería Agronómica que cursé en la UNS, sino que conocí nuevas regiones productivas, con potencialidades impensadas y diferentes a las mostradas en el ámbito educativo. Junto a mi supervisora pude aprender aspectos técnicos de diversa índole, gracias a la mirada sistémica y a las tecnologías de procesos que exigen los sistemas productivos de la norpatagonia.

El haber realizado mi trabajo final de carrera en un ambiente productivo prácticamente nuevo para mí, dentro de lo que comúnmente conocía de agricultura extensiva irrigada, me permitió interiorizarme y formar parte de los desafíos que tienen los productores y los profesionales para lograr sistemas que sean ambiental y económicamente sustentables. Además, me demostró que aún hay mucho por conocer y aprender en la profesión, y que nuestro país tiene una posibilidad de crecimiento muy grande, en la que podemos ser protagonistas esenciales como Ingenieros Agrónomos.

En lo personal esta experiencia fue sumamente valiosa ya que pude acceder y experimentar de cerca el desempeño en el marco laboral de distintos Ingenieros Agrónomos, con su multiplicidad de facetas y roles. Esta práctica profesional me dio la oportunidad de presenciar el liderazgo de una mujer dentro del agro y su importancia y capacidad absoluta de gestionar, desarrollar conocimientos, asesorar y realizar cualquier tarea que se proponga como Ingeniera Agrónoma. Gracias a esto último, hoy me siento alentada y con la confianza de que hay un lugar para nosotras siempre que nos lo propongamos y esforcemos.

Las prácticas profesionales permiten un gran crecimiento personal, ya que se desarrollan en un ambiente extrauniversitario, en el que, si bien se mantiene un cierto vínculo con los profesores, el desenvolvimiento es propio y directo con personas y profesionales ajenos al ámbito académico, lo que impulsa a fortalecer ciertos aspectos de la personalidad, habilidades competitivas y de desempeño para el futuro profesional que está próximo a graduarse.

Además de todo el enriquecimiento alcanzado a nivel académico y personal, quedan abiertas muchas puertas para el futuro graduado que, en el corto plazo, se relacionará con personas del ámbito laboral, creando nuevas relaciones con oportunidades de trabajo concretas.

Para concluir, me siento una privilegiada de haber podido realizar mi trabajo final de carrera dentro de una institución como AAPRESID, organización con la que comparto valores y aspiraciones. Esta experiencia me demostró que el crecimiento es más sólido cuando es compartido y que los logros se alcanzan en conjunto, integrando horizontalmente el conocimiento de especialistas y profesionales con la experiencia de los productores y trabajadores del campo. Mi entrenamiento profesional me motivó profundamente a seguir aprendiendo, creciendo y comprometiéndome como futura Ingeniera Agrónoma, de aquí en adelante para, desde mí lugar, ayudar al crecimiento de mi querido país.

## BIBLIOGRAFÍA

- AAPRESID (Asociación Argentina de productores en siembra directa). 2021. ¿Quiénes somos?. Nuestros Programas. Chacra VINPA. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/>
- AIC (Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro). 2011. Índices de calidad del agua y síntesis de la situación ambiental de la cuenca. Secretaría de gestión ambiental. p 70. Disponible en: <http://www.aic.gov.ar/sitio/archivos/201702/ica%20-%20indices%20de%20calidad%20del%20agua.pdf>
- AIC (Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro). 2016. *Caudales Medios Mensuales (m<sup>3</sup>/s) salientes*. Disponible en: <http://www.aic.gov.ar/sitio/archivos/201612/caudmenscomp.pdf>
- Alarcón, A., Chaves, H., Margiotta, F. 2002. Densidad de siembra y fertilización de maíz. *Comunicaciones*. 40:11-12.
- Andrade, F. H. 1992. Radiación y temperatura determinan los rendimientos máximos de maíz. *Boletín técnico N°106*. INTA EEA Balcarce. 16 p.
- Andrade, F.h., Cirilo, A., Uhart, S., Otegui, M. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. *INTA EEA Balcarce*. 292 p. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_-\\_maizensanluis.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_maizensanluis.pdf)
- Andreani, P. 2010. *Proyecciones y demandas para el sector agroalimentario de la argentina*. La argentina 2050 – La revolución tecnológica del Agro. CASAFE. Cap 2.
- Ayesa, J. A. 2013. Desarrollo y aplicación de Modelos de Estados y Transiciones en ecosistemas de Patagonia Norte : avances y perspectivas futuras. *Sitios Ecológicos en Patagonia Norte*.
- BCR (Bolsa de Cereales de Rosario). 2019. Área por tipo de cultivo: lo que nos deja el Censo Nacional Agropecuario 2018. Bolsa de Cereales de Rosario. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/area-por-tipo>
- Beider, A. 2012. Viverización de Especies Nativas de Zonas Áridas. *Fundación CRICYT*. 67 pp. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_experientia\\_-\\_viverizacion\\_b.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_experientia_-_viverizacion_b.pdf)
- Brodero, M. 2003. *Algunos factores genéticos y ambientales que influyen sobre el rendimiento de la soja*. Jornada nacional de soja. INIA. *Serie de Actividades de Difusión No 325*. Disponible en: <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807113957.pdf>
- CFI. 2008. Estudio del impacto de la producción frutícola sobre la calidad de los suelos del Alto Valle del Río Negro. *Informe de Avance*. CFI-Prov Río Negro-INTA. 122p. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/estudio-del-impacto-de-la-produccion-fruticola-sobre-la-calidad-de-los-suelos-del-alto-valle-del-rio-negro-1>
- Chacra VINPA-AAPRESID (Valles Irrigados Norpatagónicos – Asociación Argentina de productores en Siembra Directa). 2020. Congreso anual de AAPRESID 2020. Chacra VINPA: Soja.
- Claro, N. P., y Miazso, D. 2017. *El Campo Argentino en Números*. FADA. Disponible en: <http://agro.unc.edu.ar/~economia/wp-content/uploads/2018/03/El-campo-argentino-en-n%C3%BAmeros-2017.pdf>
- D'Onofrio, M., Gutierrez, M., Ruiz, A., Sciarresi, C. 2020. Evaluación del rendimiento y fenología de soja de cultivares inferiores al GM 3 en Norpatagonia. *Revista técnica de soja de AAPRESID*. Disponible en: [https://issuu.com/aapresid/docs/soja\\_202020](https://issuu.com/aapresid/docs/soja_202020)
- Eyhérbide, G. 2008. Bases para el manejo del Cultivo de Maíz. *INTA Pergamino*. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_bases\\_para\\_el\\_manejo\\_de\\_maiz\\_reglon\\_100-2\\_2.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_bases_para_el_manejo_de_maiz_reglon_100-2_2.pdf)

- FADA (Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina). 2020. Monitor de exportaciones agroindustriales 2020. Disponible en: <https://fundacionfada.org/infovisual/monitor-de-exportaciones-agroindustriales/>
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2006. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. *Estudio FAO: riego y drenaje*. Disponible en: <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm>
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2007. *La agricultura y su desempeño en las economías regionales: prioridades para las inversiones y los servicios públicos*. Programa de Cooperación FAO y Banco Mundial del Centro de Inversiones. Disponible en: <http://www.fao.org/3/k1381s/k1381s00.htm>
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2014. Informe de Diagnóstico de los principales Valles y áreas con potencial agrícola de la Provincia de Río Negro. *Proyecto FAO UTF ARG 017. Desarrollo institucional para la inversión*. Disponible en: <http://www.fao.org/3/br171s/br171s.pdf>
- FAUBA (Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires). s/f. Podredumbre húmeda del tallo de la Soja: *Sclerotinia sclerotiorum*. Disponible en: [http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page\\_id=609](http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=609)
- Gutiérrez, M., Madias, A., y Martínez, R. S. 2017. Desarrollando criterios para el manejo del riego por aspersión por pivot en Patagonia Norte. Sistema Chacras-AAPRESID. INTA-Valle inferior.
- Gutiérrez, M., Sciarresi, C., 2020. Evaluación de híbridos de maíz en norpatagonia. *Sistema Chacras-AAPRESID*.
- IGN (Instituto Geográfico Nacional). 2016. *El ojo del Cóndor: El Valle de Río Negro – La IDE del Río Negro*. Disponible en: [https://www.ign.gob.ar/descargas/elojodelcondor/Ojo\\_del\\_Condor\\_07.pdf](https://www.ign.gob.ar/descargas/elojodelcondor/Ojo_del_Condor_07.pdf)
- Kantolic, A. G. 2013. INTA Entre Ríos. *Avances en ecofisiología de soja y su aplicación en el manejo y el mejoramiento del cultivo*. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/avances-en-ecofisiologia-de-soja-y-su-aplicacion-en-el-manejo-y-mejoramiento-del-cultivo>
- Land Viewer. NDVI. Disponible en: <https://eos.com/es/make-an-analysis/ndvi/>
- Martínez, R. S. 2018. Situación del riego en Argentina. *Sustentología. XXVI Congreso de AAPRESID*.
- Martínez, R.S., Margiotta F., Reinoso L., Martínez, R.M. 2012. Buscando alcanzar altos rendimientos del cultivo de maíz: experiencias en los valles Norpatagónicos. *3ª Reunión Internacional de Riego. INTA Valle Inferior*.
- Obschatko, E. S., Ganduglia F., y Román F. 2006. *El sector agroalimentario argentino 2000-2005*. IICA. Buenos Aires, Argentina.
- Portal oficial de Río Negro. 2021. *La zona de Valles*. Disponible en : <https://www.rionegro.gov.ar/?contID=61373>
- Reinoso L., Martínez R.S., Margiotta F., Martínez, R.M., Zalba, P. 2009. Estudios de frecuencias de riego sobre el rendimiento de maíz en el Valle Inferior del Río Negro. *XXII Congreso Nacional del Agua*.
- Reinoso, L, Martínez, RS; Martínez, RM y Margiotta, FA. 2012. Fósforo y nitrógeno como limitantes a la alta producción de maíz en valles irrigados de la Norpatagonia. En: Actas del XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata. Argentina.
- Rigel, F. 2004. Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua. *Guía de medición de humedad del suelo: Método del tacto*. Boletín N°4.
- Rodríguez, A., y Dardis, N. 2011. Recursos Hídricos – Argentina 2011. *Centro del Agua para América Latina y el Caribe*.
- Sadras, V.O., Ferreriro, M., Gutheim, F., y Kantolic, A. G. 2000. Desarrollo fenológico y su

respuesta a temperatura y fotoperíodo. Capítulo 2. *Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja*. Editorial Médica Panamericana S.A. Balcarce. p 29 a 60.

Santos, D. 2010. Fenología en el Cultivo de Soja: una "hoja de ruta". Segunda edición. Disponible en: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-fenologia-en-el-cultivo-de-soja-una-hoja-de-ruta.pdf>

Documento interno Sistema Chacras-AAPRESID. 2015. Caracterización ambiental Chacra VINPA. *Capítulo II Caracterización climática. Capítulo III Caracterización edáfica.*

Toledo, R. 2018. Ecofisiología, Rendimiento y calidad de Soja. *Facultad de Ciencias Agropecuarias UNC.*

USDA (United States Department of Agriculture). 1998. *Estimating Soil Moisture by Feel and Appearance.* p 6. Disponible en: <https://www.wcc.nrcs.usda.gov/ftpref/wntsc/waterMgt/irrigation/EstimatingSoilMoisture.pdf>