

Trabajo de intensificación

2021

## Práctica profesional supervisada en los establecimientos “Toki” y “Estancia Chica”.



**ANDRÉS ANTONIO BARBERO**

**Tutor:**

M.V. Mag Sergio Omar Torquati.

**Consejeros:**

Dr. Claudio Pandolfo.

Dr. Matías Duval.

**Instructor externo:**

Ing. Prod. Agrop. Julio Mayol.



## **Agradecimientos**

Gracias a mi tutor externo Julio Mayol por darme la oportunidad de vivir esta experiencia, su predisposición para transmitir sus conocimientos y vivencias, además de haber sido parte importante en mi decisión de estudiar esta hermosa carrera.

Gracias a mi tutor Sergio Torquati y a mis consejeros Claudio Pandolfo y Matías Duval por su tiempo, dedicación y colaboración brindada para la realización de mi trabajo de intensificación.

Gracias a mis padres Jorge y Griselda por darme la posibilidad de estudiar sin que me falte nada y por inculcarme el valor del esfuerzo y la responsabilidad.

Gracias a mis hermanas Macarena, Guadalupe y Felicitas por el apoyo y acompañamiento en los buenos y malos momentos.

Gracias a mi abuela “Poteche” por apoyarme y estar al tanto de mis logros desde el primer examen hasta el último. Así como a mis abuelos Marta, Albino y “Pocho” que ya no están físicamente, pero los sigo sintiendo conmigo, en especial a mi abuelo “Pocho” quien es un ejemplo para mí.

Gracias a mis amigos de la infancia por estar y apoyarme en este camino.

Gracias a mis amigos y amigas que conocí en esta carrera, por ayudarme a disfrutar al máximo esta etapa de mi vida, además de su predisposición y compañerismo para hacer mi carrera más llevadera.

Y gracias a todos los que de alguna u otra forma me ayudaron a alcanzar mis metas.

## Contenido

1 Resumen.....	3
2 Introducción .....	4
2.1 Producción Agrícola Argentina.....	4
2.2 Producción Agrícola en el Sudoeste Bonaerense (SOB).....	6
2.3 Siembra directa (SD).....	9
2.4 Agricultura de precisión .....	10
3 Objetivos .....	13
3.1 Objetivo general.....	13
3.2 Objetivos específicos.....	13
3.3 Objetivos de formación.....	13
4 Metodología y experiencia adquirida .....	14
4.1 Modalidad de trabajo.....	14
4.2 Área de Trabajo .....	15
4.2.1 Caracterización del partido de Tornquist.....	15
4.2.1.1 Establecimiento “Estancia Chica” .....	17
.....	17
4.2.2 Caracterización del partido de Coronel Pringles.....	19
4.2.2.1 Establecimiento “Toki” .....	20
4.4 Actividades realizadas .....	21
4.4.1 Seguimiento de cultivos de invierno .....	21
4.4.2 Seguimiento de cultivos de verano .....	32
4.4.3 Agricultura digital.....	37
5 Consideraciones finales.....	43
6 Experiencia personal .....	45
7 Bibliografía .....	46

## **1 Resumen**

El presente trabajo de intensificación consistió en una práctica profesional supervisada en el marco del ciclo profesional para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Nacional del Sur. El mismo se llevó a cabo en los establecimientos “Estancia Chica” y “Toki”, en las localidades de Tornquist y El divisorio respectivamente, durante la campaña 2020/2021.

Las actividades realizadas incluyeron diversas tareas en diferentes áreas en las que un ingeniero agrónomo se desempeña, tales como seguimiento y control de lotes destinados a trigo, cebada, alpiste, maíz y girasol, así como actividades complementarias como análisis de imágenes satelitales, mapas de rendimiento, ambientación de lotes, entre otras.

El trabajo realizado durante esta práctica profesional ha sido una excelente oportunidad que me permitió, además de poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos durante los años de cursado de la carrera de Ingeniería Agronómica en la Universidad Nacional del Sur, poner a prueba habilidades prácticas y de evaluación de circunstancias, análisis y toma de decisiones, como herramientas para aplicar en las situaciones reales de producción del sector agropecuario argentino.

Esta experiencia contribuyó significativamente al fortalecimiento de las competencias profesionales al poder nutrirme de experiencias del instructor (Ing. Julio Mayol), empleados y del propietario de uno de los establecimientos “Toki”, quienes siempre, con la mejor predisposición, compartieron conmigo sus saberes, permitiéndome desenvolverme en distintos ámbitos que el trabajo demandó y fortalecer mis capacidades técnicas y sociales.

## 2 Introducción

### 2.1 Producción Agrícola Argentina

Se denomina actividades económicas a las tareas de producción de los bienes y los servicios destinados a satisfacer necesidades humanas. Las mismas se organizan mediante procesos productivos y se clasifican en distintos sectores. Dentro del sector primario, se ubican las actividades que explotan directamente los recursos naturales, con la finalidad de obtener alimentos o materias primas.

La agricultura en nuestro país es una de las principales actividades económicas y tiene una importancia estratégica. La misma no solo abastece al sector interno, sino que genera divisas mediante la exportación del excedente.

En un contexto en el que, la producción agrícola aumenta siguiendo el incremento de la demanda de alimentos por parte de la población (Andrade, 2016), la cual se acrecienta año a año, Argentina tiene una gran responsabilidad por ser uno de los países con mayores potenciales para producir alimentos del mundo. Además, esto representa una gran oportunidad para crecer en cuanto a productividad y adopción de tecnologías. Argentina es un país con 40 millones de habitantes que produce alimentos para 400 millones (INTA, 2011).

De acuerdo a los datos aportados por la Bolsa de Cereales de Rosario en 2019, de los 2,78 millones de kilómetros cuadrados de superficie, aproximadamente 37,5 millones de hectáreas están destinadas a la producción de cultivos agrícolas, cifra que se ha ido incrementando en los últimos 30 años, alcanzando en esa campaña su valor récord. Siendo los cultivos de mayor importancia la soja (*Glycine max*), trigo (*Triticum aestivum* y *T. durum*), maíz (*Zea mays*), girasol (*Helianthus annuus*) cebada (*Hordeum vulgare*) y sorgo (*Sorghum bicolor*) cuyas superficies sembradas y producciones en la campaña 2018-2019 se detallan en la figura 1 (BCR, 2020).



Figura 1: Cultivos más importantes del país, áreas sembradas y producción 2018-2019. Fuente BCR.

En el año 2017, el sector aportó a la economía del país más de 38.000 millones de dólares mediante exportación, representando casi un 66% del total de las exportaciones (Figura 2). Siendo productos derivados de la soja, maíz en grano, porotos de soja y trigo los bienes comercializados más relevantes que concentraron el 63% de las ventas al exterior generadas por el campo (Gutiérrez, 2019). Las principales provincias productoras de cereales y oleaginosas son Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Santiago del Estero y Entre Ríos (Figura 3). Concentrando entre las 3 primeras mencionadas el 75% de la superficie destinada a la producción de oleaginosas y el 72% del área implantada correspondiente a cereales (BCR, 2020).

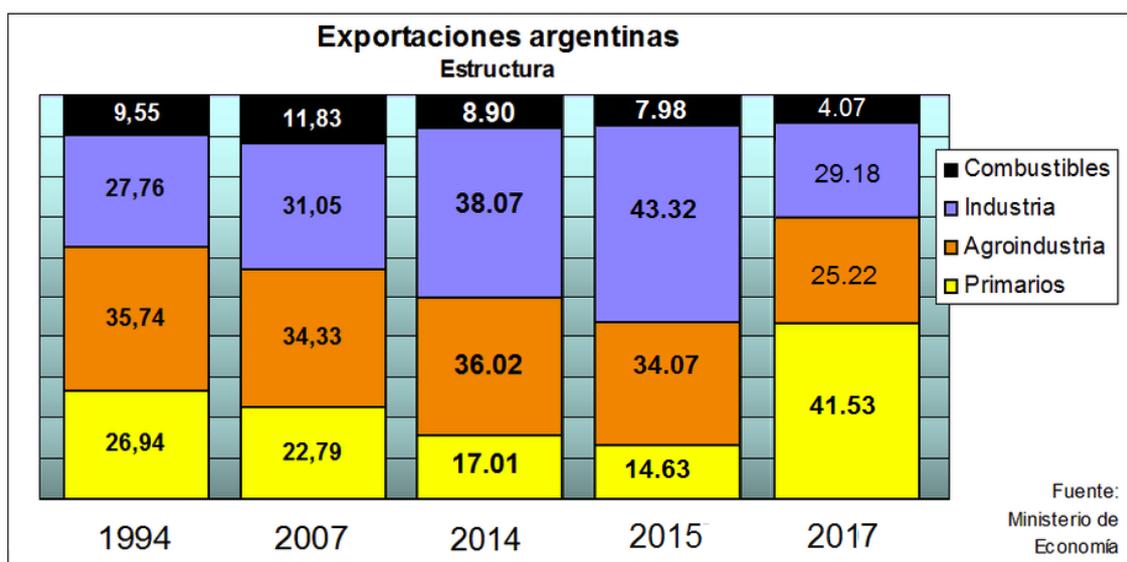


Figura 2: Estructura de las exportaciones en Argentina 1994-2017. Fuente Ministerio de Economía.

La suma total de las compras realizadas al exterior por la actividad agropecuaria (semillas, fertilizantes, animales vivos para reproducción, maquinaria, entre otras) sumó, en el año 2017, alrededor de 4.000 millones de dólares (CERE, 2020). En consecuencia, el saldo comercial que arrojó el sector fue de casi 34.000 millones de dólares. Esto demuestra su gran importancia dentro de la economía nacional, evidenciando a lo largo de los años, que cualquier impacto negativo que sufra el sector, no solo tiene impactos directos sobre esta actividad sino también sobre muchas otras con las que se vincula. Esto se traduce en un decrecimiento de las divisas que ingresan al país y una notoria caída del nivel de la economía (CERE, 2020).

Conforme a un trabajo de la Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina (FADA), el sector agroindustrial genera 2,6 millones de puestos de trabajo, lo que equivale casi al 20% del empleo total nacional privado. El campo, junto con la agroindustria superan ampliamente al resto de los sectores analizados, entre ellos el automotriz, gas y petróleo, minería y otros.

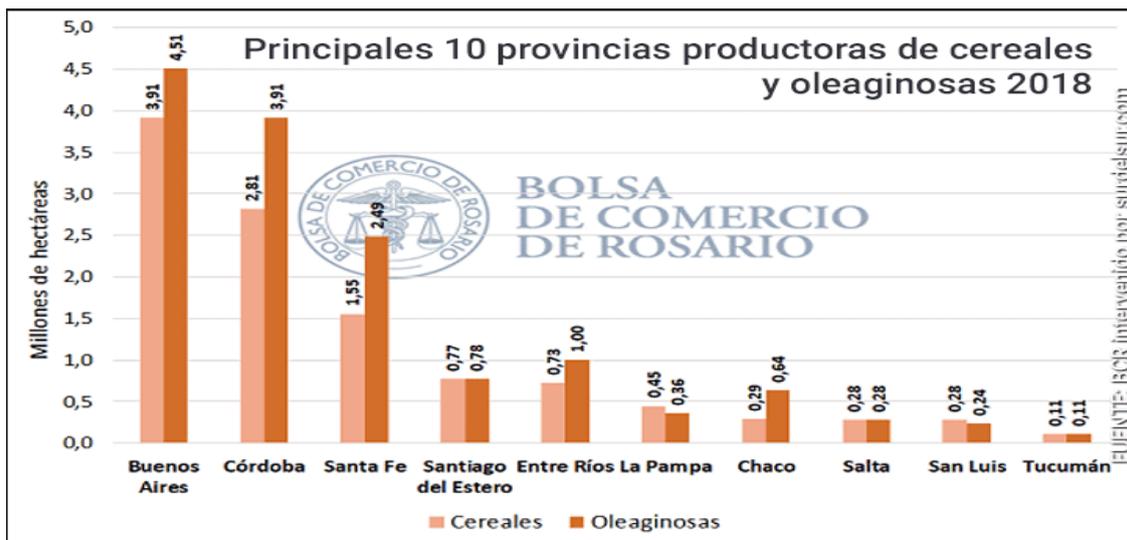


Figura 3: Principales provincias productoras de cereales y oleaginosas en 2018. Fuente: Bolsa de comercio de Rosario.

## 2.2 Producción Agrícola en el Sudoeste Bonaerense (SOB)

La región SOB la integran los partidos de Guaminí, Adolfo Alsina, Coronel Suarez, Coronel Pringles, Coronel Dorrego, Saavedra, Tornquist, Puán, Coronel Rosales, Bahía Blanca, Monte Hermoso, Villarino y Patagones (Figura 4). La misma comprende una superficie de 6.500.000 hectáreas. Es una zona ganadera con agricultura de riesgo agrícola creciente de norte a sur y de este a oeste (Picardi y Giacchero, 2015).

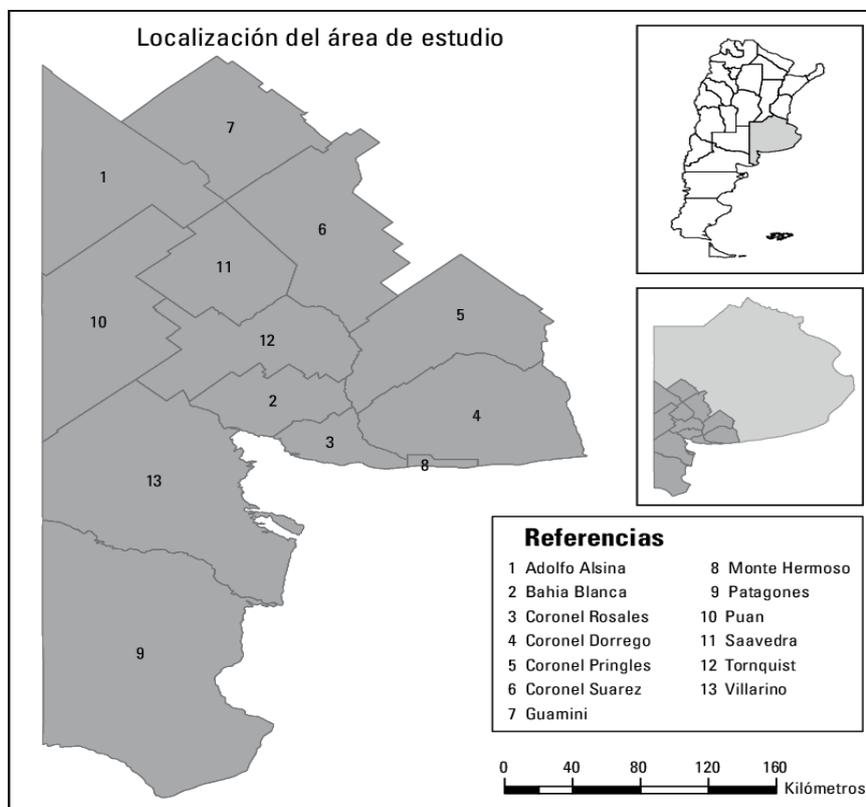


Figura 4: Localización de la región Sudoeste Bonaerense

La producción agropecuaria del SOB manifiesta una fuerte especialización en las actividades, con oscilaciones vinculadas a los precios internacionales y, durante las dos últimas décadas, con una tendencia al predominio de la agricultura. Tomando en cuenta el tipo de producción predominante en la superficie rural de cada uno de los partidos, se identifican varios sistemas productivos, uno más amplio, de especialización agrícola y otros dos de predominio ganadero, con cría e invernada (Sessevalle, 2012).

El clima es continental templado, con una temperatura media anual de 15 °C. En promedio los meses de diciembre a febrero están libres de heladas, aunque en algunos años pueden ocurrir también dentro de ese período. Los vientos dominan del sector norte, y presentan intensidades importantes en todas las épocas del año, con un máximo en primavera. La precipitación, que varía entre los 400 y 700 mm anuales de sudoeste a noreste, se concentra en otoño y primavera, con una estación seca a fines del invierno (Krüger et al, 2019). Las precipitaciones juegan un rol fundamental debido a la gran variabilidad climática que caracteriza a la zona tanto inter anual como intra anual, generando grandes dificultades para la estabilidad de los sistemas tanto agrícolas como ganaderos, sobre todo aquellos de mayor vulnerabilidad económica (Glave, 2006). El promedio de precipitaciones en los últimos 5 años fue de 659 mm (Figura 5). (BCYPBB, 2021).

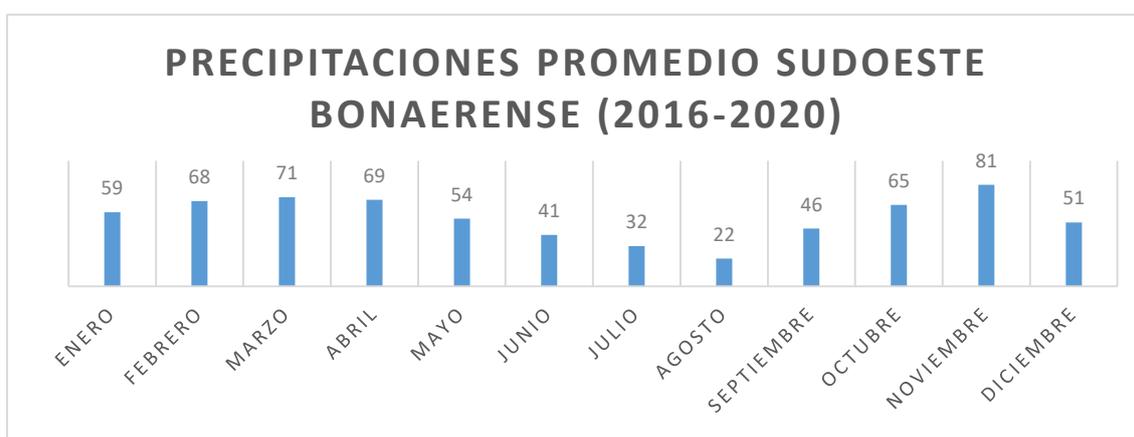


Figura 5: Precipitaciones promedio 2016-2020 Sudoeste Bonaerense. Fuente Bolsa de Cereales y productos Bahía Blanca

Los suelos de la región se desarrollaron sobre materiales loésicos y arenosos transportados por el viento y en muchos casos redistribuidos localmente por el agua. Los primeros, con mayor proporción de arcillas y limos, resultan más fértiles y aparecen con mayor frecuencia en el centro de la región. Los materiales arenosos aparecen predominantemente en el oeste y, además de menor fertilidad, presentan alta susceptibilidad a la erosión eólica (Krüger et al. 2019).

Un rasgo común a toda la región es la presencia de “tosca”, un horizonte con distintos grados de consolidación que puede aparecer a profundidades variables, generalmente entre la superficie y los 150 cm, limitando en distinto grado la penetración de las raíces de los cultivos y la capacidad del suelo de retener agua al reducir su espesor (Krüger et al. 2019).

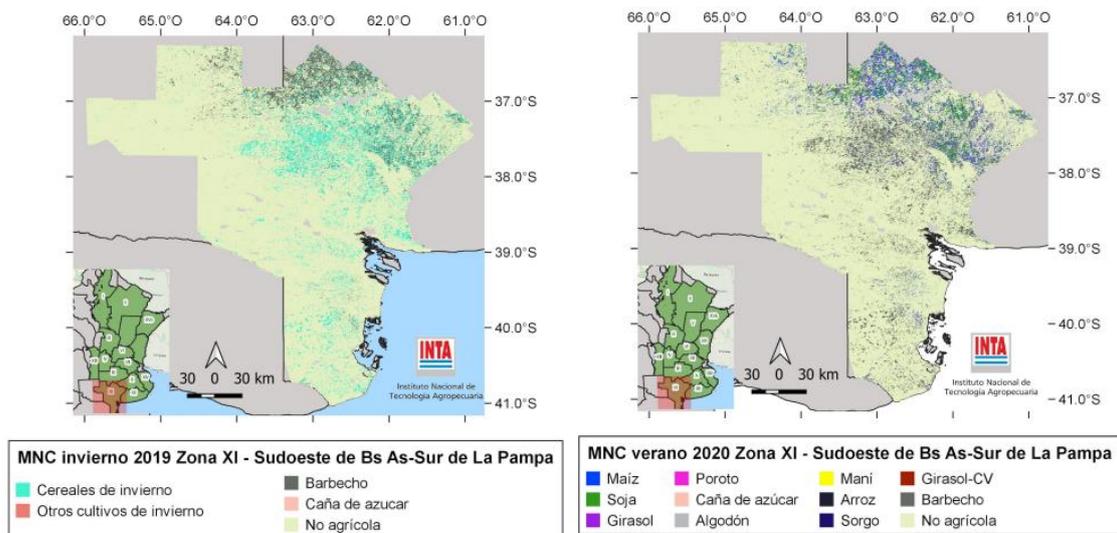


Figura 6: Mapa de cultivos de invierno y cultivos de verano en el Sudoeste Bonaerense. INTA 2020.

Los cultivos de trigo y cebada se consideran la principal actividad agrícola del SOB. El mejor ajuste de sus requerimientos hídricos y fenológicos al comportamiento de las precipitaciones del territorio, determinan su mayor superficie destinada a los mismos en los establecimientos agrícola-ganaderos de la región (Torres Carbonell, 2009). Los rendimientos para la región en la campaña 2020-2021 según la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca, fueron de 2.975 kg ha<sup>-1</sup> y 3.757 kg ha<sup>-1</sup> para el trigo y cebada respectivamente.

Los cultivos alternativos pueden llegar a ser una buena opción cuando los tamaños de las empresas agropecuarias lo permiten. Los mercados de *specialities* son volátiles, por lo que no son aconsejables cuando son pocas las hectáreas trabajadas. En cambio, si se siembra una superficie total importante, un porcentaje menor de cultivos alternativos es recomendable y puede morigerar algún efecto negativo de las *commodities* (Dallasta, 2015). Algunos ejemplos de cultivos alternativos invernales son colza, lino, arvejas, alpiste, entre otros.

El alpiste (*Phalaris canariensis*) es una especie de estación fría, cuyas prácticas de producción, requerimientos y ciclo de cultivo, se asemejan a los de otros cereales invernales como el trigo y la cebada. Según estimaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, la superficie sembrada del cultivo de alpiste en la campaña 2020-2021 fue de 30.272 ha con una producción de 44,3 toneladas (MAGyP, 2021).

Como se expone en datos del MAGyP, la provincia de Buenos Aires ha sido históricamente la principal productora del cultivo de alpiste. Dentro de esta provincia, algunos de los departamentos con mayores niveles de producción dentro de la serie histórica 1969-2016, pertenecen al SOB como Coronel Dorrego, Coronel Pringles y Coronel Suarez. Los rendimientos promedios observados en la provincia de Buenos Aires rondan los 1.100 kg ha<sup>-1</sup> (MAGyP, 2021).

El cultivo de maíz (*Zea mays*), según estudios realizados por la FAUBA, quintuplicó su superficie sembrada en el SOB entre los años 2008 y 2015. El maíz baja densidad (<20000 plt ha<sup>-1</sup>), manifiesta resultados muy satisfactorios en la zona (De Leo et al., 2020). En ambientes con restricciones hídricas, el atraso de la fecha de siembra es una de las prácticas de manejo de mayor impacto sobre el rendimiento y estabilidad del mismo al evitar la coincidencia de la floración con períodos de alta probabilidad de ocurrencia de estrés hídrico (AAPRESID, 2019). En la última campaña (2020-2021) los rindes observados en la zona fueron de 4.933 kg ha<sup>-1</sup> (BCYPBB, 2021).

En cuanto al cultivo de girasol (*Helianthus annuus*), en términos cuantitativos, la cuenca productiva del SOB representa un valor cercano al 20% de la producción de oleaginosas del total a nivel país (Sessevalle 2012). Tomando una importancia estratégica en las rotaciones ya que es un antecesor de los cultivos de fina que se cosecha antes que el maíz. Se observaron rindes de 1.995 kg ha<sup>-1</sup> en la cosecha 2021 (BCYPBB, 2021).

### 2.3 Siembra directa (SD)

La labranza cero o SD consiste en la implantación de los cultivos sin el uso previo ni posterior de labranzas, mediante la utilización de equipos de siembras que deben tener la capacidad de poder cortar la cobertura superficial del suelo, abrir una pequeña línea de siembra, depositar la semilla en su interior y cerrar el surco abierto. El control de malezas se realiza mediante el ajuste de las rotaciones y la intervención química en momentos específicos. A su vez, dado que no hay laboreo de suelos, y por ende no hay pulsos violentos de mineralización, la estrategia de fertilización debe necesariamente cambiar y adecuarse a las nuevas condiciones edáficas (AAPRESID, 2017).

Nuestro país es líder mundial en adopción de esta tecnología, abarcando el 90 % del área de cultivo en el país (30 millones de hectáreas) en 2019 (figura 7) (AAPRESID, 2019). Pero no solo en Argentina este sistema ha expandido sus fronteras. A nivel mundial se está desarrollando con mucho éxito en países como Rusia, Australia, Brasil, entre otros (INTA, 2011).

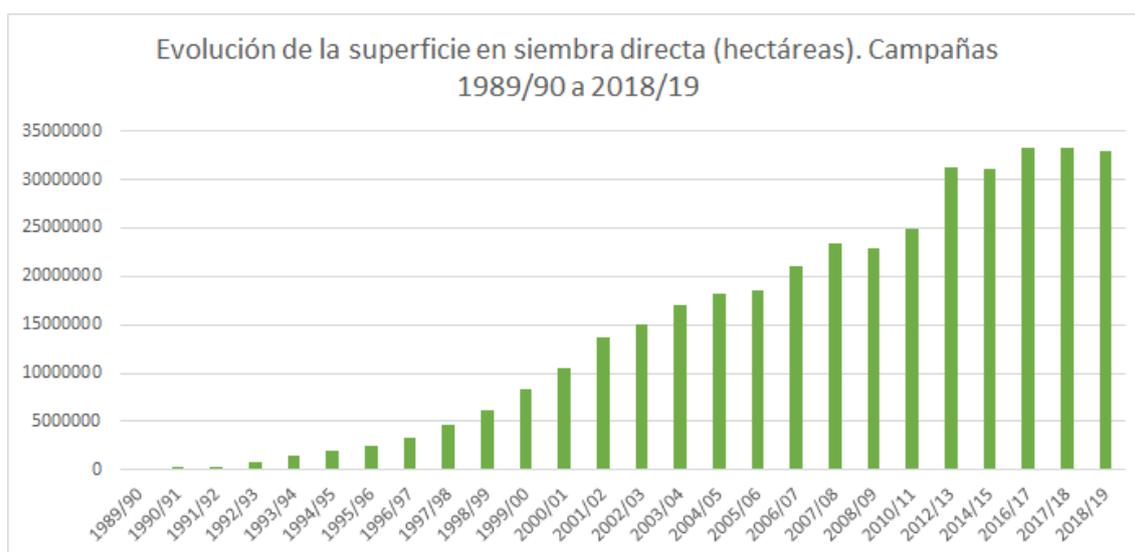


Figura 7: Evolución de la superficie sembrada en siembra directa, Argentina. Fuente: AAPRESID 2019.

Una característica que diferencia a la SD de un sistema de labranza convencional es la presencia y permanencia de los residuos en superficie, los cuales regulan la interfase suelo-atmósfera. Esta zona se define como la suma de la capa superior del suelo y los elementos que constituyen la cobertura superficial (Krüger & Quiroga, 2012), la cual regula la pérdida de humedad, la temperatura del suelo, el riesgo de erosión (el cual es severo en el SOB) y otros factores de influencia sobre la actividad de microorganismos y conservación del suelo (Wilhelm et al., 1986). Estos beneficios en cuanto a la eficiencia de almacenamiento y uso del agua, además de la disminución del riesgo de erosión (según estudios del INTA hasta un 90% respecto a labranza convencional) lo convierten en un sistema de producción de vital importancia en el SOB. En los últimos 30 años, la SD ha adoptado masivamente impulsado por los menores costos de producción, mayores rendimientos y la posibilidad de incorporar áreas con mayores limitaciones para la producción agrícola (Derpsch et al., 2010).

Una de las principales limitantes, no solo de Argentina, sino a nivel mundial en la producción de grano y pasturas, es la cantidad de agua disponible para los cultivos, ya sea por falta de precipitaciones o por problemas en la captación, almacenaje y/o pérdidas por escurrimiento y evaporación de la misma (INTA, 2011). En nuestro país, el uso de la SD permite disminuir las pérdidas de hasta 100 mm de agua útil por año a comparación de la labranza convencional. Y en cuanto a ensayos sobre el rendimiento, se observaron diferencias significativas a favor de la SD, el equivalente, en promedio, a una cosecha extra cada ocho años (INTA, 2011).

## **2.4 Agricultura de precisión**

Se entiende a la agricultura de precisión como la aplicación de cantidades correctas de insumos, en el momento adecuado y en el lugar exacto, es decir aplicar los insumos variablemente en el lote según la necesidad de cada sitio en particular, evitando de esta manera la sobredosificación en sectores de bajo potencial y la subdosificación en sectores con mayores potenciales (INTA, 2006). Esto permite a la vez aumentar el resultado económico por reducción de costos/insumos, aumento en los rendimientos con un mismo nivel de insumos, mayor calidad en las cosechas debido a una mejor combinación de los requerimientos y los insumos aplicados, o combinaciones de las situaciones mencionadas (García & Flego, 2004).

La agricultura de precisión implica el uso de la tecnología de la información para adecuar el manejo de suelos y cultivos a la variabilidad presente dentro de un lote. Para lograrlo, se requiere el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) y de otros medios electrónicos para obtener datos del cultivo (imágenes satelitales, índices de vegetación, mapas de rendimiento de cosecha, mapas profundidad de capa de tosca, softwares GIS y estadísticos, entre otros) (García & Flego, 2004). La información recolectada puede ser usada para evaluar con mayor precisión la densidad óptima de siembra, estimar fertilizantes y otras entradas necesarias, y predecir con más exactitud la producción de los cultivos (Marote, 2010).

En Argentina, las técnicas más utilizadas son el monitor de rendimiento y el sistema de guía por GPS (banderillero satelital). También se incluyen dentro de esta, densidades de siembra variable, dosis variables de fertilizantes, manejo localizado de plagas y sensores remotos, entre muchas otras aplicaciones (García & Flego, 2004).

Un modelo digital de elevaciones (MDE) permiten describir la topografía del terreno (o relieve) a través de puntos distribuidos en forma homogénea sobre la superficie terrestre y cuya altura está referida al nivel medio del mar. Las aplicaciones de un MDE son variadas, por ejemplo, curvas de nivel, mapas en relieve, rectificación geométrica de fotografías aéreas, trazados de perfiles topográficos entre otros usos (IGN).

Los mapas de rendimiento son la representación gráfica de una serie de datos geoposicionados de rendimiento, humedad de granos, velocidad, altura sobre nivel del mar, entre otros, obtenidos mediante una cosechadora equipada con un monitor de rendimiento y un receptor de sistema de posicionamiento global diferencial (Amuchástegui, 1999). Esta tecnología nos permite tener la información específica de cada sitio dentro del lote al momento de cosecha en cada campaña.

El índice verde (NDVI), es uno de los índices de vegetación más utilizados, el mismo busca la relación entre la banda del infrarrojo cercano (NIR) y la banda del rojo (RED). Mediante la fórmula  $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$ , obtenemos valores que varían entre -1 y 1, que hacen referencia al estado general de la vegetación (Figura 8), siendo más elevado en sectores con mayor desarrollo vegetal (Manrique, 1999). Mediante el promedio de varias imágenes NDVI se puede crear un mapa NDVI promedio de un lote, diferenciando el potencial productivo del mismo.

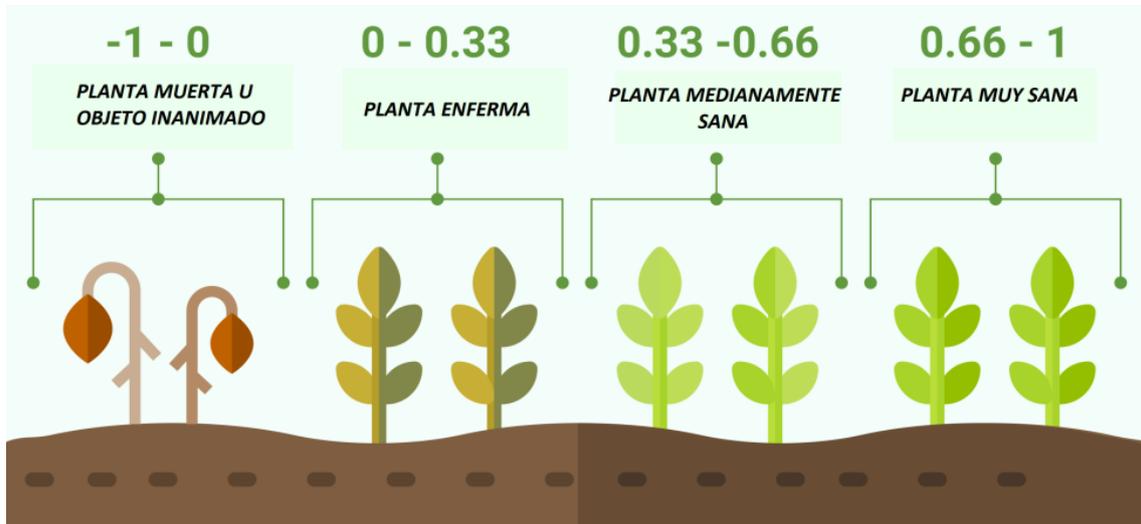


Figura 8: Referencia de valores de NDVI en un cultivo. Fuente: [www.cursosteledetección.com](http://www.cursosteledetección.com)

Marote (2010) plantea que el ciclo ideal de la agricultura de precisión comienza conociendo la variabilidad del lote, la cual debe ser acentuada para justificar el manejo por ambientes y la inversión en tecnología y equipamiento (Figura 9). La variabilidad de un lote se puede determinar de distintas maneras como, por ejemplo, los modelos digitales de elevaciones, mapas de profundidad del nivel freático, mapas de rendimiento, mapas de NDVI históricos, entre otros. Con esta información y mediante el análisis de datos con GIS y softwares estadísticos se realizan recomendaciones sitio-específicas, que van a ser llevadas a cabo mediante sembradoras y fertilizadoras con sistemas de dosificación variable. El control de plagas y enfermedades con dosis variables también formaría parte de un ciclo óptimo, el cual culminaría en la cosecha con monitor de rendimiento y GPS para obtener un mapa de rendimiento que aportará información valiosa para campañas siguientes.

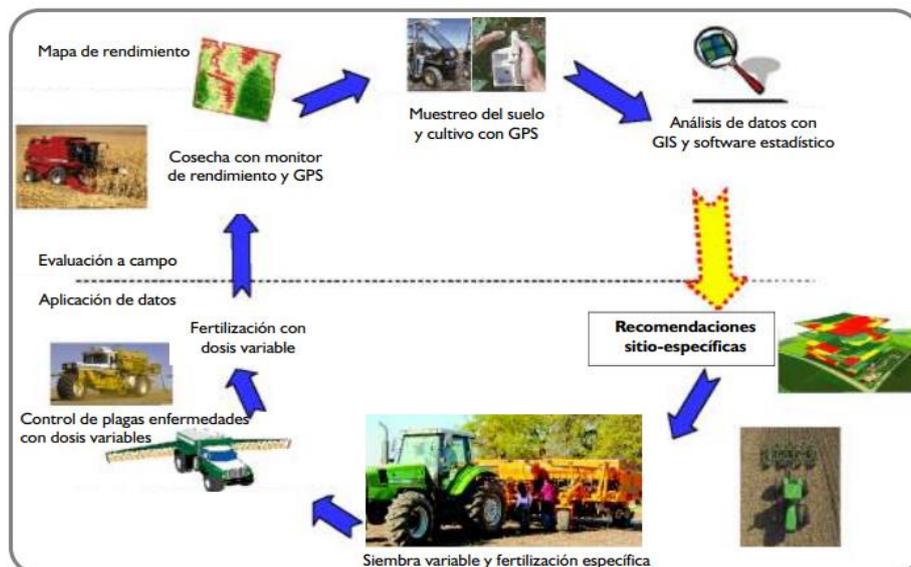


Figura 9: Ciclo de agricultura de precisión. Fuente Marote L. 2010.

En el SOB la adopción de la agricultura de precisión no ha sido cuantificada y sólo productores innovadores son los usuarios de la misma. Estudios realizados en la región analizando rendimiento y NDVI en cereales de invierno, permitieron identificar lotes con variaciones importantes con el uso de valores NDVI medios de octubre y noviembre. De esta forma, en situaciones donde no exista disponibilidad de mapas de rendimiento podrían utilizarse imágenes NDVI para reemplazarlos (Zajac, et al., 2013). La región presenta una gran variabilidad en los lotes y el uso de esta tecnología representa oportunidad para hacer más eficiente la producción.

## **3 Objetivos**

### **3.1 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 productivas que se desarrollan en los establecimientos rurales “Toki” y “Estancia Chica”.

### **3.2 Objetivos específicos**

- Ubicarse en el medio productivo de la región.
- Participar de las actividades realizadas en cada recorrida por los establecimientos.
- Adquirir criterios de observación y juicio de situaciones específicas.
- Relacionarse con profesionales, contratistas y otros actores involucrados en las labores productivas; conocer sus inquietudes y modalidades de trabajo.
- Realizar, de forma autónoma, tareas de muestreo y evaluaciones requeridas por el instructor.
- Puntualizar el rol del Ingeniero Agrónomo en esta instancia.
- Interiorizar en rotaciones de cultivos bajo siembra directa.
- Realizar el seguimiento y control de cultivos de cosecha.
- Monitorear malezas, plagas y enfermedades.
- Participar de la cosecha de cultivos de invierno y verano.
- Presenciar las instancias relacionadas a la toma de decisiones respecto de la venta grano, como también de la compra de insumos.
- Brindar tanto al Ingeniero Agrónomo como al productor las bases para iniciar la producción de manera sitio específica.

### **3.3 Objetivos de formación**

- Fortalecer los conocimientos teóricos con situaciones reales de trabajo.
- Generar aptitudes de desempeño profesional a través de evaluaciones y juicios de valor conducentes a la toma de decisiones.
- Desarrollar criterios de organización y planificación de programas técnicos.
- Fortalecer el uso de herramientas de:
  - Búsqueda de información (revisión bibliográfica, entrevistas).
  - Redacción de un informe técnico.
  - Manejo de datos y gráficos.
  - Manejo de programas informáticos.
  - Técnicas de exposición oral.

## 4 Metodología y experiencia adquirida

### 4.1 Modalidad de trabajo

El trabajo de intensificación consistió en un entrenamiento profesional en el marco de las actividades que desarrolla el Ingeniero en Producción Agropecuaria Julio Mayol, en el rol de asesor en el establecimiento rural “Toki”, situado en las cercanías del paraje “El Divisorio” y como productor en el establecimiento “Estancia Chica”, ubicado próximo a la ciudad de Tornquist. El mismo se realizó durante la campaña de invierno y verano 2020-2021. Durante dicho período, acompañé a mi tutor externo, con el fin de realizar el seguimiento de los distintos cultivos realizados, llevando a cabo las siguientes actividades:

- Control de profundidad de siembra.
- Conteo de plantas en cultivos de verano.
- Identificación y monitoreo de malezas, plagas y enfermedades.
- Control de aplicaciones.
- Estimación de rendimiento en cultivo de maíz.
- Medición de humedad de cosecha.
- Creación de modelos digitales de elevaciones.
- Ambientación de lotes por NDVI histórico.
- Elaboración de mapas de rendimiento de cosecha.

Los establecimientos están dedicados exclusivamente a la producción agrícola de cultivos extensivos. El Ing. Mayol (Figura 10) cuenta con más de 36 años de experiencia profesional en el rubro, su primera experiencia con SD fue en el año 1989 (realizó un trabajo para maquinarias de “labranza cero” en el año 1982 como trabajo final para la Universidad Católica Argentina) y trabaja lotes con SD continua desde el año 1990.



Figura 10: Con el Ing. en Producción Agropecuaria Julio Mayol recorriendo cultivo de girasol.

## 4.2 Área de Trabajo

Para contextualizar el área de trabajo y las decisiones tomadas en función de las condiciones climáticas de la zona, de infraestructura y de escala de cada establecimiento, a continuación, se describen las principales características de los mismos.

### 4.2.1 Caracterización del partido de Tornquist

El partido de Tornquist se encuentra ubicado en el SOB, limitando al Norte con el partido de Saavedra, al Noreste con Coronel Suárez, al Este con Coronel Pringles, al Sur con Bahía Blanca y Villarino, y al Oeste con Puán (Figura 11). Es uno de los 135 partidos de la provincia de Buenos Aires y la localidad de Tornquist es su cabecera. Su superficie aproximada es de 415.000 ha (Marzialetti, 2015).

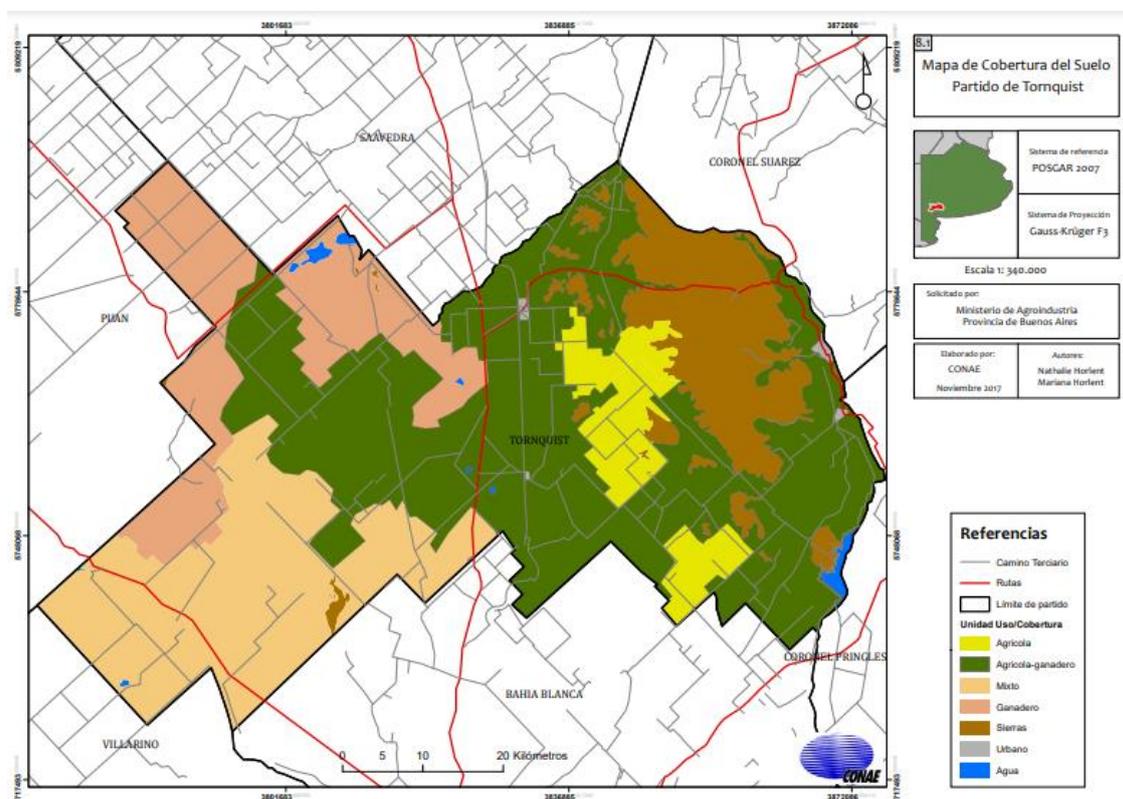


Figura 11: Mapa de cobertura del suelo del partido de Tornquist (CONAE, 2017).

En lo concerniente al relieve, gran parte del distrito comparte los rasgos de llanura con algunas elevaciones. En el sector NE se encuentra enclavado el Sistema de Ventania, que se sucede desde el Partido de Puán a lo largo de 750 km en dirección NO-SO.

La actividad económica está mayormente representada por la producción agropecuaria y los servicios relacionados, y en menor medida por la industria, servicios generales y empleo público. Con respecto a la actividad agropecuaria, los sistemas productivos son en general mixtos, con una preponderancia de la actividad ganadera bovina sobre la agrícola, debida principalmente a las limitaciones edafoclimática. Coexisten además otras producciones alternativas y/o

complementarias como son la apicultura, tambo, producción porcina y lanar de carne (Marzioletti, 2015).

En cuanto al componente climático, la zona se caracteriza por una alta variabilidad en las precipitaciones mensuales e interanuales, con una media anual de 610 mm, y valores extremos que pueden fluctuar entre un mínimo de 396 mm y un máximo de 1.056 mm. Las lluvias se concentran en los meses de octubre a marzo, con el 63,7 % del total anual. El período de bajas precipitaciones corresponde a los meses de junio, julio y agosto con un valor acumulado de 14 % del total (Gil & Campo de Ferraras, 2000).

El clima de la región, según la clasificación de Thornthwaite, es subhúmedo seco (C1). La temperatura media en el verano es de 20 °C, con máximas absolutas de 35 °C a 40 °C. En invierno la temperatura media es de 8 °C y la mínima absoluta puede descender hasta los -10 °C, produciéndose heladas y nevadas ocasionales. Por otro lado, la región recibe una fuerte presión de vientos fuertes y desecantes que soplan durante gran parte del año y provienen, en su mayoría, del oeste-noroeste. En verano se produce la máxima frecuencia e intensidad (Gil & Campo de Ferraras, 2000).

La gran mayoría de las tierras del distrito han sido clasificadas como tipo IV por su susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica, limitaciones de profundidad, baja capacidad de retención de agua y la susceptibilidad al encostramiento superficial tanto por textura, escasa estabilidad estructural de los agregados y bajo contenido de materia orgánica (Marzioletti, 2015). En lo que se refiere específicamente a los suelos, los principales problemas del partido de Tornquist son aquellos vinculados con la degradación física y química, debida a factores naturales o a su manejo inadecuado (Marzioletti, 2015).

La gran amplitud e inestabilidad térmica, la baja humedad relativa ambiente, la alta radiación ultravioleta y el estrecho período libre de heladas son factores que se traducen en un balance hídrico negativo para la mayor parte del año (Marzioletti, 2015). Estas condiciones edafoclimáticas son la razón por la que los sistemas productivos muestren una preponderancia de la actividad ganadera bovina sobre la agrícola (Figura 11).

### 4.2.1.1 Establecimiento “Estancia Chica”



Figura 12: Establecimiento "Estancia Chica", Partido de Tornquist. Imagen tomada de Google Earth.

Este establecimiento agrícola se encuentra ubicado en la zona serrana del partido de Tornquist ( $38^{\circ}00'43,13''$  S y  $62^{\circ}06'28,30''$  O), a 15 kilómetros de la ciudad cabecera. Cuenta con 518 hectáreas y se encuentra arrendado por el Ingeniero en Producción Agropecuaria Julio Mayol hace más de 13 años. Antiguamente pertenecía al empresario Ernesto Tornquist, y contaba con más de 40.000 hectáreas.

El establecimiento se divide en 14 lotes (Figura 12). La producción es en su totalidad agrícola, entre otras razones por falta de infraestructura (alambrados, bebidas, corrales, manga) y personal para la ganadería.

El paisaje presenta ondulaciones y pendientes susceptibles a erosión hídrica y eólica. Según registros tomados en el establecimiento (2015-2020), el promedio de precipitaciones anuales es de 718 mm, siendo más abundantes las lluvias en otoño y primavera, con inviernos más bien secos. El promedio anual de heladas es de 45 días, presentando un peligro por el riesgo de heladas tempranas y tardías.

Son suelos profundos, de textura franco-arenosa, con contenido de materia orgánica entre 4 y 5% y entre 10 y 12  $\text{mg kg}^{-1}$  de P. Se trabaja hace más de 30 años bajo SD continua, controlando malezas mediante control químico y con secuencia de cultivos tanto de invierno como de verano, la cual suele ser cultivo de invierno-cultivo de invierno (preferentemente trigo-cebada)-maíz tardío-girasol. Y los rindes para los cultivos mencionados promedian los  $2.800 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $3.200 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $4.000 \text{ kg ha}^{-1}$  y  $1.400 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente.

El plan 2020-2021 se detalla a continuación:

Tabla 1. Plan de cultivos por lote campaña 2020-2021. Estancia Chica.

Lote	Superficie (Ha)	Cultivo
1A	42,3	Girasol
1B	26,3	Girasol
2	46,5	Cebada
3	40,7	Cebada
4	42,9	Maíz
5A	59,7	Trigo
5B	41,3	Maíz
6	42,7	Girasol
9A	21,5	Maíz
9B	29,0	Maíz
10A	31,9	Maíz
10B	27,2	Maíz
14	32,8	Trigo
17	32,9	Trigo
<b>Totales</b>	<b>125,4</b>	<b>Trigo</b>
	<b>87,2</b>	<b>Cebada</b>
	<b>111,3</b>	<b>Girasol</b>
	<b>193,8</b>	<b>Maíz</b>

## 4.2.2 Caracterización del partido de Coronel Pringles

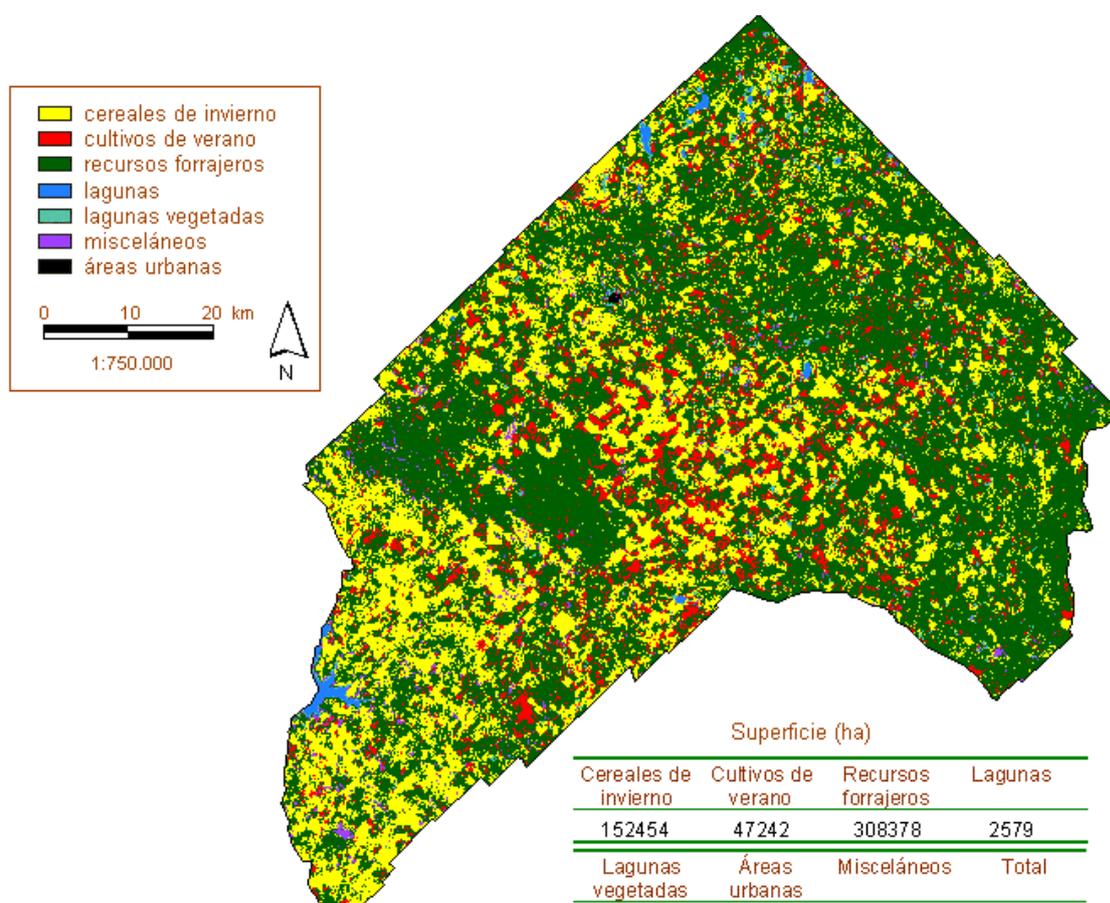


Figura 13: Producción, recursos naturales y áreas urbanas del partido de Coronel Pringles. Fuente: Facultad de Agronomía, UBA

El partido de Coronel Pringles (figura 13) se halla situado entre los partidos de Laprida, General Lamadrid, Coronel Suárez, Tornquist, Bahía Blanca, Comandante Rosales, Coronel Dorrego, Tres Arroyos y Gonzales Chaves (Baier, 2018). Si bien su superficie se fue reduciendo desde su origen, en la actualidad es de 5.157 Km<sup>2</sup>.

El 70 % del partido está compuesto por un área de relieve plano y el sector sudoeste presenta ondulaciones originadas por las serranías del Pillahuin-có (Sistema de Ventania). Numerosos cursos fluviales surcan el partido y las zonas occidental y central poseen suelos muy fértiles para la práctica de la agricultura y ganadería (Haedo-Grippio, 2002).

El clima según la clasificación Thornthwaite es mesotermal de región subhúmeda seca, con inviernos fríos, lo que favorece a cereales de invierno y con veranos secos, lo que constituye una limitante para cultivos como maíz o girasol. La temperatura media anual es de 13,4 °C con valores de 21,7 °C en enero y 6,3 °C en julio. El sistema orográfico de Ventania influye marcadamente sobre el régimen térmico de la zona, de ahí que el período libre de heladas sea de 160-170 días. Los meses de heladas son de abril a octubre. Los vientos tienen una intensidad que oscila entre los 8 y 20 km h<sup>-1</sup> (Fitte, 2016).

El régimen hídrico es de 700 mm de promedio oscilante, con valores extremos de 550 y 750 mm. Los meses con mayores precipitaciones se dan en otoño y primavera. Si bien las menores lluvias se registran durante el invierno, la baja evapotranspiración permite que se almacene agua

en el suelo. A partir del mes de octubre a marzo la evapotranspiración supera la precipitación, presentándose un déficit hídrico en los meses más calurosos (Fitte, 2016).

#### 4.2.2.1 Establecimiento “Toki”

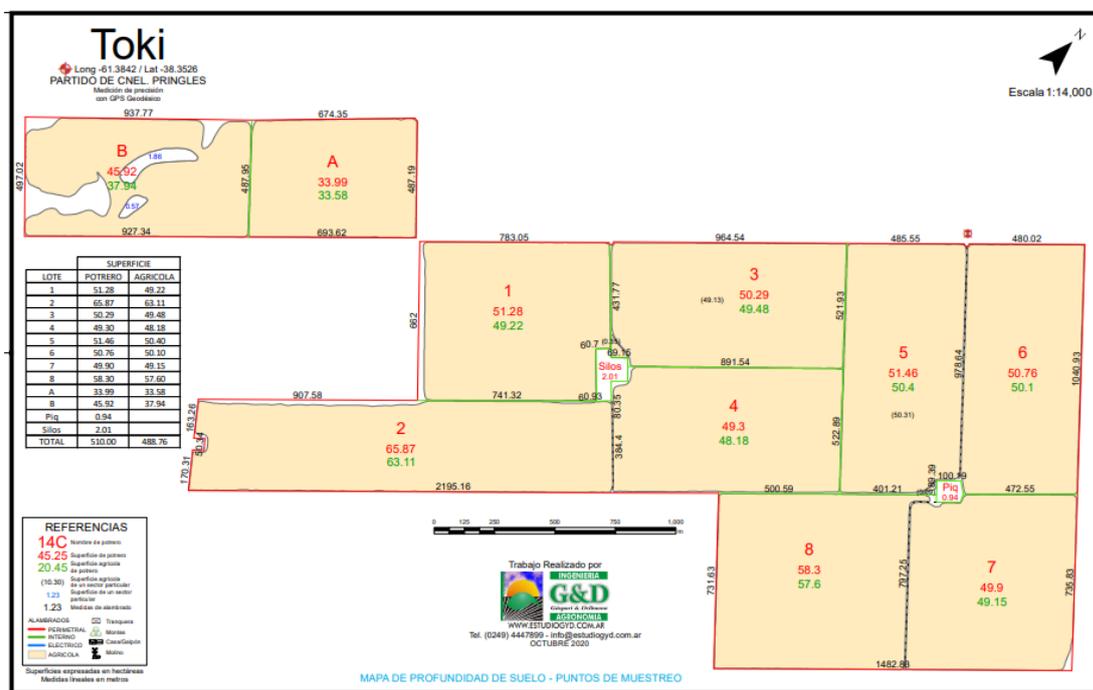


Figura 14: Plano del establecimiento TOKI y distribución de los lotes.

El establecimiento “Toki” (38°21'46,08" S y 61°23'43,43" O) se encuentra localizado en la cercanía de la estación El Divisorio, en el partido de Coronel Pringles y cuenta con 488 hectáreas divididas en 10 potreros (Figura 14).

El promedio de precipitaciones anuales en el establecimiento son 721 mm, concentradas en otoño y primavera, con inviernos muy secos y veranos con pocas lluvias y altas temperaturas. Los vientos fuertes son predominantes del sector norte. Esta condición climática suele provocar un “arrebataamiento” de los cultivos de invierno en sus etapas finales y afectan a los cultivos de gruesa, que no alcanzan rendimientos atractivos.

El relieve es plano en gran parte del establecimiento. La profundidad de la capa de tosca promedio es de 60 cm, lo cual se torna una limitante severa sobre todo para cultivos de verano. Los suelos son de textura francos arcillo limosa, con bajos niveles de MO (entre 1,8 y 2 %) y bajo contenido de P (entre 7 y 9 mg kg<sup>-1</sup>). En la mayoría de los lotes se observa presencia de pequeños manchones de “barro blanco” donde la infiltración es muy lenta y se producen mermas en los rendimientos.

La rotación involucra cultivos de fina como trigo (2400 kg ha<sup>-1</sup> promedio) y cebada (2800 kg ha<sup>-1</sup> promedio), algunas hectáreas de alpiste (1000 kg ha<sup>-1</sup> promedio) y hace 3 años se introdujo en la rotación el maíz tardío baja densidad (2000 kg ha<sup>-1</sup> promedio), principalmente por problemas de malezas gramíneas resistentes.

A pesar de estar ubicado en una zona ganadera por tener bajo potencial agrícola, al igual que “Estancia Chica”, es un campo totalmente agrícola y son varios los motivos por los que no se realiza ganadería, siendo los más importantes la falta de infraestructura y personal.

El plan 2020-2021 se detalla a continuación:

Tabla 2. (Plan de cultivos por lote campaña 2020-2021. Toki).

Lote	Superficie (Ha)	Cultivo
1	49.2	Trigo
2	63.1	Trigo
3	49.5	Alpiste
4	48.2	-
5	50.4	Maíz
6	50.1	Maíz
7	49.1	-
8	57.6	Trigo
A	33.6	Cebada
B	38	Cebada
<b>Totales</b>	<b>169,9</b>	<b>Trigo</b>
	<b>71,6</b>	<b>Cebada</b>
	<b>49,5</b>	<b>Alpiste</b>
	<b>100,5</b>	<b>Maíz</b>

## 4.4 Actividades realizadas

### 4.4.1 Seguimiento de cultivos de invierno

#### 4.4.1.1 Estancia Chica

##### Trigo

Se sembraron tres variedades de trigo: Baguette Premium 11 (lote 14) de la firma Nidera, Basilio (Lote 5A) y Timbó (Lote 17), ambos de Bioceres. Para entender lo observado durante el seguimiento del cultivo y los rendimientos finales es necesaria una breve descripción de los cultivares.

- Baguette Premium 11: es de ciclo intermedio-largo, Grado 2, con alto potencial de rendimiento y gran capacidad de macollaje. No tiene requerimientos de frío y presenta moderada susceptibilidad frente a royas y moderada tolerancia a manchas. Fecha óptima de siembra en la zona: 30 mayo – 10 julio (280-300 pl/m<sup>2</sup>).
- Timbó: ciclo largo con altos requerimientos de vernalización, Grado 3, con rindes excepcionales, adaptado a planteos de alta tecnología y siembras tempranas. Posee alta capacidad de macollaje y muy alta respuesta a la fertilización. Su comportamiento frente a las royas es intermedio y presenta un muy buen comportamiento frente a manchas. Fecha de siembra óptima en la zona 11 mayo – 10 junio (200-240 pl/m<sup>2</sup>).
- Basilio: ciclo largo-intermedio, de alto potencial de rendimiento y muy buena calidad, Grado 2. Bajo requerimiento de vernalización. Muy alta capacidad de macollaje y respuesta a la fertilización. Baja tolerancia a roya de la hoja y buen comportamiento frente a manchas. Fecha de siembra en la zona: 21 mayo – 20 junio (220-260 pl/m<sup>2</sup>).

##### Barbecho y siembra:

El barbecho en todos los lotes comenzó el 22/02/2020, realizando un control total de malezas gramíneas como también dicotiledóneas, con mezcla de glifosato (1,8 L ha<sup>-1</sup>), 2,4-D (0,4

L ha<sup>-1</sup>), paraquat (0,4 L ha<sup>-1</sup>), picloram (0,150 L ha<sup>-1</sup>) y Fulltec (0,05 L ha<sup>-1</sup>). Fulltec es un fitoestimulante de formulación compuesta de excelente performance como sinergizador de fitosanitarios. Reemplaza adherentes, correctores, humectantes, aceites, antievaporantes, etc. Utilizado en los barbechos acelera el quemado y mejora el control de malezas.

Los lotes 14 y 17 se sembraron el 27/5, es decir dentro de la fecha de siembra óptima para ambas variedades de trigo (Timbó y Baguette P11). En cuanto al lote 5A, la fecha de siembra se atrasó al 3/8 debido a condiciones climáticas en el momento de siembra de otros lotes bajo el rol de contratista, lo cual imposibilitó la disponibilidad de la sembradora en el momento planeado para la siembra de la variedad Basilio.

En el lote 5A se necesitó una pulverización adicional de glifosato (1,5 L ha<sup>-1</sup>) y 2,4-D (0,4 L ha<sup>-1</sup>) seguido por una nueva aplicación de glifosato (1,2 L ha<sup>-1</sup>). Las labores de siembra en todos los lotes se realizaron bajo SD y las densidades tanto de semilla como de fertilizante para cada lote se detallan en la tabla 3.

Tabla 3. Fecha de siembra, dosis de semilla y fertilizante para cada variedad de trigo. Estancia Chica.

Lote	Variedad	Fecha de siembra	Dosis de siembra kg ha <sup>-1</sup>	Dosis de fertilizante (Microstar) <sup>1</sup> kg ha <sup>-1</sup>
14	Baguette P11	27/5	77	16
17	Timbó	28/5	77	16
5A	Basilio	3/8	100	16

<sup>1</sup> Rizobacter S.A. Composición: N 10 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 40 %, SO<sub>4</sub> 11 %, Zn 2%.

Luego de la siembra, en los lotes 14 y 17 se realizó una nueva pulverización para el control de malezas preemergencia del cultivo con 2,4-D, glifosato y picloram con dosis similares a las anteriores.

#### Estado vegetativo:

Desde las primeras recorridas durante esta etapa se notó la leve falta de agua que acompañó durante casi todo el ciclo del cultivo, además de algunos daños por heladas cuando el cultivo se encontraba generando sus primeros macollos.

Durante el macollaje se realizó la fertilización con urea granulada, con dosis de 200 kg ha<sup>-1</sup> para los lotes 14 y 17 y 180 kg ha<sup>-1</sup> para el lote 5A debido a un menor rendimiento esperado por el atraso en la fecha de siembra. Durante este período se pudo observar mancha amarilla (*Drechslera tritici-repentis*) (Figura 15), con mayor magnitud en la variedad Baguette P11 que derivó en la aplicación de fungicida tebuconazole (Lotes 14 y 17) y trifloxistrobin + tebuconazole (Nombre comercial: Nativo, Lote 5A) (0,6 L ha<sup>-1</sup>), junto con esta aplicación, se pulverizaron herbicidas (2,4-D y picloram) para el control de hoja ancha, principalmente morenita (*Bassia scoparia*) y lecherón (*Euphorbia davidii*).



Figura 15: Implantación del cultivo de trigo. Lote 5A. Estancia Chica.

Figura 16: Presencia de mancha amarilla. Lote 14. Estancia Chica.

En el lote 5A, se observaron plantas de *Avena fatua* o “cebadilla”, una de las principales malezas de los cereales de invierno. Para controlarla se aplicó iodosulfurón + mesosulfurón (Nombre comercial: Hussar Plus), semanas luego de la aplicación, la mayoría de las plantas de malezas se vieron afectadas por la aplicación.



Figura 15: A) Comparación estado reproductivo lote 17 y lote 14. B) Presencia de pulgones en estado reproductivo, lote 5A. C) Larva de *Faronta albilinea*, lote 5A. D) Trigo en estado de madurez de cosecha, lote 17. Estancia Chica.

#### Estado reproductivo y cosecha:

Los lotes 14 y 17 llegaron sanos y sin presencia de plagas en estado reproductivo a la cosecha, la misma se realizó el 25 de diciembre con una cosechadora equipada con mapeo de rendimiento. Con la información aportada por la misma, se realizaron los mapas de rinde para cada lote (ver agricultura digital).

En cuanto al lote 5A, se pudo observar gran presencia de pulgón ruso (*Diuraphis noxia*), pulgón de la espiga (*Sitobion avenae*) y de la avena (*Rhopalosiphum padi*) (figura 17 B), como también larvas de *Faronta albilinea* (figura 17 C) desgranando algunas espigas, aunque en muy baja cantidad. Los rendimientos de los distintos lotes se detallan en la tabla 4.

Tabla 4. Fecha de cosecha y rendimiento para cada variedad de trigo. Estancia Chica.

Lote	Variedad	Fecha de cosecha	Rendimiento
14	Baguette P11	25-dic	4.200 kg ha <sup>-1</sup>
17	Timbó	26-dic	4.800 kg ha <sup>-1</sup>
5A	Basilio	2-ene	2.450 kg ha <sup>-1</sup>

### Cebada

La variedad utilizada para los lotes sembrados con cebada (2 y 3) fue “Alhue”, desarrollada por Quilmes. La misma es una cebada cervecera, con alto potencial de rendimiento, excelente calidad maltera y su promedio de calibre es 87,5 %. La fecha de siembra óptima en el sur de la provincia de Buenos Aires es del 21 de junio al 10 de agosto y el objetivo de plantas es de 230-280 pl/m<sup>2</sup>.

#### Barbecho y siembra:

En los lotes destinados a este cultivo se inició el barbecho día 17/05 y el mismo consistió en una mezcla de 2,4-D (0,5 L ha<sup>-1</sup>), glifosato (2,5 L ha<sup>-1</sup>), paraquat (0,350 L ha<sup>-1</sup>) y picloram (0,150 L ha<sup>-1</sup>). Debido a un sector con presencia de raigrás (*lolium multiflorum*) resistente, el 29/05 se pulverizaron 17 has del lote, esta vez con la estrategia del “doble golpe” que consistió en una aplicación de cletodim (1 L ha<sup>-1</sup>) y 10 días más tarde una aplicación con paraquat (2 L ha<sup>-1</sup>).

Previo a la siembra se realizó una última pulverización para control de malezas con glifosato a baja dosis (1,2 L ha<sup>-1</sup>). En estos lotes se observó el mismo inconveniente previamente mencionado para el lote 5A, atrasándose la fecha de siembra planeada al 8/8. La misma se realizó con sembradora directa con una dosis de 120 kg ha<sup>-1</sup> de semilla y 16 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante Microstar.

#### Estado vegetativo:

Con la cebada en 3-4 hojas se realizó la primera fertilización con 150 kg ha<sup>-1</sup> de urea granulada. Recorriendo los lotes se observó presencia de malezas como cebadilla (*Avena fatua*), yuyo esqueleto (*Chondrilla juncea*), sanguinaria (*Polygonum aviculare*) y otras especies de hoja ancha, por lo que se decidió realizar una pulverización con dicamba (0,120 L ha<sup>-1</sup>) y la mezcla de iodosulfurón + mesosulfurón (Nombre comercial: Hussar Plus) (0,220 L ha<sup>-1</sup>).

En cuanto a la sanidad en estado vegetativo se observó presencia de mancha en red (*Drechslera teres*), pero se decidió no controlar debido a su baja intensidad. Por último, se fertilizó nuevamente con 130 kg ha<sup>-1</sup> de urea granulada.

#### Estado reproductivo y cosecha:

En las recorridas realizadas durante este período se observaron daños en algunas plantas por gusano blanco (*Diloboderus abderus*) (Figura 18C) y por pulgón ruso (estrías púrpuras y hojas acartuchadas) (Figura 18B) aunque en muy baja incidencia como para realizar un control. También hubo presencia de manchas en las hojas inferiores de la planta, para las cuales tampoco se aplicó un control.



Figura 16:: A) Cebada Alhue en estado vegetativo. B) Estrías púrpuras y hojas acartuchadas, daño por pulgón ruso. C) Planta seca por daños por gusano blanco. Lote 3. Estancia Chica.

Estos lotes disponían de una muy buena cobertura proporcionada por el rastrojo de la cebada de la campaña previa, esto produjo que el cultivo no mostrara deficiencias marcadas de agua. Se cosecharon estos lotes el 31/12 con 12,7 % de humedad y un rendimiento de 4.160 kg ha<sup>-1</sup>).



Figura 17: A) Espiga de cebada Alhue. B) Cebada finalizando su ciclo. Lote 3. Estancia Chica.

### **Conclusiones y comentarios sobre cultivos de invierno en Estancia Chica:**

- Se pudo observar el muy buen desempeño de los cultivares Baguette Premium 11 y Timbó (Lotes 14 y 17), ambos sembrados en fecha óptima. Teniendo en cuenta los rendimientos obtenidos, la diferencia a favor de la variedad Timbó pudo deberse a que se sembraron las mismas densidades (77,5 kg ha<sup>-1</sup>) a pesar de que Baguette P11 aconseja una mayor cantidad de plantas logradas por metro cuadrado, así como también a diferencias en cuanto a la productividad de los lotes, en los cuales la profundidad de suelo es muy heterogénea.  
Otra posible causa es la ventaja genética de la variedad Timbó sobre Baguette P 11 en la tolerancia hacia la enfermedad mancha amarilla, la cual se presentó en ambos cultivares, afectando con mayor severidad en la variedad Baguette
- En cuanto al lote 5A sembrado con la variedad Basilio, existen varias razones que pueden explicar el rinde obtenido. En primer lugar, la fecha de siembra fue muy tardía, alejada de las fechas aconsejadas para la variedad.

Si bien se aumentó la densidad ( $100 \text{ kg ha}^{-1}$ ) respecto a los lotes 14 y 17 ( $77 \text{ kg ha}^{-1}$ ), la misma pudo haber sido más elevada, para así obtener más plantas para suplir el corto período de macollaje que tuvo el cultivo y que se vea menos afectado el número de espigas, se utilizó esta variedad debido a que era la única disponible en el establecimiento. Por último, el rinde en este lote se vio afectado por el ataque de pulgones que debieron haber sido controlados.

- La cebada en los lotes 2 y 3 a pesar de haberse sembrado muy tarde, obtuvo muy buenos rindes. Esto pudo deberse a la muy buena cobertura del suelo provista por el rastrojo durante todo el ciclo, lo que le permitió mantener un buen estado hídrico en el perfil de suelo, como también a las altas dosis de fertilizantes nitrogenados aplicadas. Además, se utilizó una dosis de siembra de semillas elevada que minimizó los efectos negativos de la tardía fecha de siembra.
- Teniendo en cuenta que los requerimientos para trigo son de  $30 \text{ kg de N por tonelada de grano}$  y para cebada son de  $26 \text{ kg}$ , que la urea granulada cuenta con  $46 \%$  de N en su composición y el fertilizante Microstar aplicado a la siembra cuenta con  $10 \%$  de N, podemos concluir que en los lotes 14 y 17 debió haber sido más elevada ( $70 \text{ kg ha}^{-1}$  de urea para el lote 14 y  $110 \text{ kg ha}^{-1}$  para el lote 17) para cumplir con la reposición de nutrientes del suelo, mientras que en los lotes 5A, 2 y 3 la reposición de N en el suelo se logró correctamente, aunque sería ideal complementar con un análisis de suelo (Tabla 5). En cuanto al P, los requerimientos nutricionales del trigo y cebada son  $5$  y  $4 \text{ kg por tonelada de grano}$  respectivamente, los  $16 \text{ kg por hectárea de fertilizante Microstar (40 \% P}_2\text{O}_5)$  aplicados en la siembra equivalen a  $2,82 \text{ kg de P}$ , por ende, podemos concluir que la fertilización con P debió haber sido mayor para reponer los nutrientes extraídos en la cosecha para todos los lotes.

Tabla 5. Balance de nutrientes durante cultivos de invierno en Estancia Chica en  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Lote	Nutriente	Aplicación	Extracción	Balance
14	N	93.6	126	-32.4
	P	2.82	21	-18.18
17	N	93.6	144	-50.4
	P	2.82	24	-21.18
5A	N	84.4	73.5	10.9
	P	2.82	12.25	-9.43
2	N	130.6	108.2	22.4
	P	2.82	16.64	-13.82
3	N	130.6	108.2	22.4
	P	2.82	16.64	-13.82

#### 4.4.1.2 Toki

##### Trigo

##### Barbecho y siembra:

El manejo para los tres lotes destinados al cultivo de trigo (1, 2 y 8) comenzó sin diferencias entre ellos, pero con el correr del tiempo se fue adaptando a cada lote en específico. Los productos utilizados para el control de malezas en barbecho para todos los lotes fueron

glifosato (2 L ha<sup>-1</sup>), 2,4-D (0,450 L ha<sup>-1</sup>), picloram (Nombre comercial: Tordón) (0,2 L ha<sup>-1</sup>), y Fulltec (0,05 L ha<sup>-1</sup>). La variedad elegida fue Basilio, descrita anteriormente.

Tabla 6: Lote, variedad de trigo, fecha de siembra, densidad de semilla y fertilizante. Establecimiento Toki

Lote	Variedad	Fecha de siembra	Densidad de semillas	Densidad de fertilizante DAP <sup>2</sup>
1, 2 y 8	Basilio	11-16 julio	100 kg ha <sup>-1</sup>	50 kg ha <sup>-1</sup>

<sup>2</sup> Fosfato Diamónico (DAP) Composición: N 18% – P 20%.

#### Estado vegetativo:

Durante la formación de los primeros macollos del cultivo, se fertilizó con 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea granulada y se pulverizó con iodosulfurón + mesosulfurón (Nombre comercial: Hussar Plus) (0,220 L ha<sup>-1</sup>) debido a la presencia de raigrás, cebadilla y crucíferas con resistencia como el nabo (*Brassica rapa*) y nabón (*Raphanus sativus*). Se lograron muy buenos controles de raigrás y cebadilla, no así en crucíferas, la población de malezas no se vio reducida, ya que además de la resistencia al glifosato, poseen resistencia a los herbicidas inhibidores de ALS como el iodo y mesosulfurón.

Luego de esta aplicación comenzaron las diferencias entre lotes, si bien tanto el nabo como el nabón se escaparon del control con Hussar, en el lote donde se observó mayor presencia de estas malezas fue el 8. Se planificó una pulverización con el herbicida Curtail (clorpyralid + MCPA, 1,2 L ha<sup>-1</sup>) para el control de crucíferas sumado al fungicida Nativo (trifloxistrobin + tebuconazole, 0,6 L ha<sup>-1</sup>) debido a la presencia de roya anaranjada (*Puccinia triticina*) (Figura 20C).



Figura 18: A) Trigo en macollaje, lote 3. B) Primeras pústulas de roya anaranjada, lote 8. C) Ataque severo de roya anaranjada, lote 8. Establecimiento Toki.

#### Estado reproductivo y cosecha:

La pulverización con herbicida y fungicida mencionada (Nativo + Curtail) se atrasó debido a complicaciones en el recibo de los productos, los cuales estuvieron disponibles cuando el cultivo ya estaba en espigazón. El Curtail posee una ventana de aplicación que se extiende desde macollaje hasta hoja bandera totalmente desplegada, a pesar de ello y luego de consultar con la firma que comercializa el producto, se tomó la decisión de aplicar en el lote 8 junto con nativo por ser el que contaba con mayor presencia de malezas. En los lotes 1 y 2 solamente se aplicó el fungicida.



Figura 19: trigo en lote 8 próximo a cosecha. Establecimiento Toki

El Curtail realizó un buen control de crucíferas y el lote 8 llegó más limpio de malezas a cosecha que el 1 y 2. Durante la misma, llevada a cabo por contratistas, no se pudo obtener información para realizar mapa de rinde ya que el humidímetro de la cosechadora se encontraba descalibrado. Los rindes obtenidos para cada lote se detallan en la tabla 7.

Tabla 7: Fecha de cosecha y rendimientos obtenidos, lotes de trigo. Establecimiento Toki.

Lote	Variedad	Fecha de cosecha	Rendimiento
1	Basilio	24-dic	2.270 kg ha <sup>-1</sup>
2	Basilio	23-dic	2.373 kg ha <sup>-1</sup>
8	Basilio	22-dic	2.193 kg ha <sup>-1</sup>

### **Cebada**

Los lotes elegidos para producir cebada en Toki fueron el lote A y B. Se sembró la variedad Andreia, la misma se caracteriza por tener un alto potencial de rinde con muy buen tamaño de grano y posee un buen comportamiento frente a enfermedades, con cierta susceptibilidad a escaldadura.

El lote A presenta características similares al resto del establecimiento. En cuanto al lote B, se observaron sectores con afloramientos de tosca en superficie que no pudieron ser laboreados, también cuenta con un bajo de aproximadamente 11 hectáreas de superficie que es el sector con mayor profundidad de suelo (supera el metro) en todo el establecimiento.

### **Barbecho y siembra:**

Los barbechos no difirieron en fecha, ni en dosificación a los realizados para el cultivo de trigo en este mismo establecimiento. La fecha de siembra, densidades de semilla y fertilizante se detalla en la tabla 8.

Tabla 8. Lotes, variedad, fecha de siembra, densidad de semillas y fertilizante para cultivo de cebada. Establecimiento Toki.

Lote	Variedad	Fecha de siembra	Densidad de Semillas	Densidad de fertilizante DAP <sup>3</sup>
A y B	Andreia	7 - 8 julio	120 kg ha <sup>-1</sup>	50 kg ha <sup>-1</sup>

<sup>3</sup>Fosfato Diamónico (DAP) Composición: N 18% – P 20%.

Estado vegetativo:

Durante los inicios del macollaje ambos lotes fueron fertilizados con 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea granulada y en las recorridas durante esta etapa, se observaron daños por heladas en el bajo del lote B, manchas foliares en hojas basales en ambos lotes, que no fueron controladas, además de pequeños daños por gusano blanco (más severos en el lote B), los cuales tampoco tuvieron un control.



Figura 20: A) Daño por heladas en bajo, lote B. B) Manchas foliares, lote A. C) Presencia de escaldadura en encañazón, lote B. Toki

Ambos lotes recibieron una aplicación de iodosulfurón + mesosulfurón (NC: Hussar Plus) (0,05 cajas ha<sup>-1</sup>) ya que se detectaron malezas como raigrás, cebadilla y crucíferas. Al igual que en trigo el control de crucíferas no fue eficiente. De todos modos, la cebada tuvo un buen macollaje y cubrió el surco rápidamente, logrando una buena competencia contra las malezas.

Estado reproductivo y cosecha:

En el período de encañazón del cultivo se notó la presencia de escaldadura en las hojas, la misma no llegó a afectar a la hoja bandera y debido a su baja incidencia no fue controlada. A pesar de haber nabo y nabón que se escaparon de los controles en vegetativo, se decidió no controlar, llegando a cosecha con los lotes con presencia de malezas crucíferas en floración.



Figura 21: A) Estado hídrico del suelo durante encañazón, lote B. B) Espigas de cebada próximas a cosecha, lote A. C) Cosecha. Toki

La cosecha se realizó con una cosechadora John Deere equipada con monitor de rendimiento, con esta información se realizaron los mapas de rinde (Ver agricultura digital).

Tabla 9. Fecha de siembra y rendimiento en cultivo de cebada. Establecimiento Toki.

Lote	Variedad	Fecha de cosecha	Rendimiento
A	Andreia	6-dic	2.480 kg ha <sup>-1</sup>
B	Andreia	12-dic	3.440 kg ha <sup>-1</sup>

### Alpiste

Hace ya tres años que se producen entre 50 y 100 hectáreas de alpiste por año en el establecimiento. El motivo principal por el que se incluye en la rotación es su muy buena rentabilidad, su precio en agosto - 2020 rondaba los 580 USD por tonelada de grano.

#### Barbecho y siembra:

El barbecho para este cultivo consistió en la misma mezcla de herbicidas que se utilizó en los lotes de trigo y cebada, con un aumento en la dosis de glifosato (2,2 L ha<sup>-1</sup>) ya que no existen herbicidas gramínicos selectivos inscriptos para su uso en el cultivo de alpiste y es importante tener el lote limpio malezas de gramíneas a la hora de realizar la siembra.

La siembra se llevó a cabo el 3/8/2020. La densidad de semillas fue de 50 kg ha<sup>-1</sup> y la de fertilizante (DAP) 50 kg ha<sup>-1</sup>. Normalmente se siembra a razón de 35-40 kg ha<sup>-1</sup> de semilla, pero esta campaña se aumentó la densidad ya que la misma se encontraba sucia por problemas de logística con la limpiadora de semillas y sin curasemilla, por lo que se esperaba pérdida de plántulas en los estadíos iniciales.

#### Estado vegetativo:

En las primeras recorridas comenzaron a evidenciarse los problemas de implantación en el cultivo, con menor cantidad de plantas logradas de las deseadas, incluso con la presencia de grandes manchones sin presencia de alpiste. Cuando el cultivo se encontraba en 2 hojas, se observó que algunas plantas tenían daños por bajas temperaturas (puntas de las hojas coloradas). Además, se observaron malezas gramíneas como cebadilla, raigrás y hoja ancha como sanguinaria, nabón, entre otras.

En el momento en que el cultivo alcanzó las 4 hojas, es decir, cuando ingresa en la ventana de aplicación de herbicidas hormonales, se pulverizó para controlar malezas hoja ancha con 2,4-D (0,400 L ha<sup>-1</sup>), picloram (NC: Tordón) (0,150 L ha<sup>-1</sup>) y Fulltek (0,05 L ha<sup>-1</sup>).



Figura 22: A) Puntas coloradas por bajas temperaturas. B) Ausencia de plantas en estadíos iniciales. C) Colonias de pulgones en encañazón. Establecimiento Toki

Se observaron algunos manchones amarillentos en los mencionados previamente “barros blancos” debido a inundaciones y mucha presencia de cuevas de peludos (*Chaetophractus villosus*). Otra plaga que afectó el cultivo fue el pulgón ruso y pulgón de la avena, aunque se decidió no controlar debido al mal estado del cultivo.

#### Estado reproductivo y cosecha:

El cultivo tuvo un muy mal desempeño y llegó al final del ciclo, con muy pocas panojas (figura 25B), por lo que se decidió no cosecharlo, ya que implicaría un gasto superior al beneficio. La decisión tomada en este lote fue pasar una rastra excéntrica con rolos desterronadores para emparejar la gran cantidad de cuevas existentes.



Figura 23: A) Manchones sin plantas de alpiste durante estadio reproductivo. B) Cultivo de alpiste en espigazón. Establecimiento Toki

#### Conclusiones y comentarios sobre cultivos de invierno en Toki:

- La campaña de trigo obtuvo rindes levemente inferiores al promedio ( $2.400 \text{ kg ha}^{-1}$ ) del establecimiento. Se pudo ver como las crucíferas resistentes afectaron el rinde; de hecho, el lote con mayor presencia (lote 8) obtuvo los rendimientos más bajos. La roya anaranjada también pudo afectar negativamente el rinde del cultivo, la misma debió haberse controlado antes y el daño habría sido menor, pero por problemas de disponibilidad de productos no pudo realizarse la aplicación a tiempo. En cuanto a la fertilización, teniendo en cuenta los rendimientos se pudo concluir que fue levemente deficiente para el nutriente P y para reponer el nitrógeno extraído en cosecha la dosis de urea debió ser entre  $15$  y  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  más elevada (Tabla 8).
- La cebada en el lote A, al igual que el trigo, rindió levemente por debajo al promedio del establecimiento ( $2.800 \text{ kg ha}^{-1}$ ), los motivos fueron similares, ya que se observaron los mismos problemas en el control de crucíferas y si bien no hubo presencia de roya, si se encontró escaldadura, lo cual era de esperar debido a la susceptibilidad genética que presenta la variedad sembrada a esta enfermedad. En el lote B, se observó un desempeño bastante superior al promedio y esto se debió al gran rendimiento logrado en el bajo, que, a pesar de haber sido golpeado con mayor severidad por las heladas, alcanzó rindes de hasta  $5.200 \text{ kg ha}^{-1}$  debido a la gran profundidad de suelo y su consecuente mayor almacenamiento de agua en el perfil de suelo. La fertilización con nitrógeno fue deficiente en ambos lotes, sobre todo en los sectores del lote B con mayor potencial. Mientras que la fertilización con fósforo fue correcta en el lote A y deficiente en el lote B (Tabla 8).
- En el cultivo de alpiste surgieron varios inconvenientes que terminaron en un muy bajo rinde y la decisión de no cosechar el cultivo. En primer lugar, se utilizó semilla sucia y sin curasemilla. A pesar de haberse aumentado la dosis respecto a la que se siembra en el establecimiento normalmente, previendo la falta de plantas, no se logró una buena

implantación en la mayoría del lote. Además, al estar sembrando con semilla sucia, no solo se sembró alpiste, sino también malezas en la línea de siembra.

El lote elegido, si bien era el que menor cantidad de malezas gramíneas tenía, no estaba tan limpio como debía y al no existir gramínicidas selectivos, las malezas gramíneas resultaron ser un problema por competencia, sobre todo en los estadios iniciales del cultivo, período en que las lluvias estuvieron por debajo del promedio.

El daño por pulgones al muy bajo stand de plantas existentes terminó sentenciando el cultivo y no resultó conveniente la cosecha del mismo.

- Un factor en común para los tres cultivos fue la escasa ocurrencia de lluvia durante octubre y noviembre (50 mm inferior al promedio para estos meses). Este período es crítico para los cultivos de invierno, y afectó directamente su rendimiento.

Tabla 10. Balance de nutrientes durante cultivos de invierno en Toki en kg ha<sup>-1</sup>

Lote	Nutriente	Aplicación	Extracción	Balance
1	N	55	68.1	-13.1
	P	10	11.35	-1.35
2	N	55	71.1	-16.1
	P	10	11.85	-1.85
8	N	55	65.8	-10.8
	P	10	10.95	-0.95
A	N	55	64.5	-9.5
	P	10	9.92	0.08
B	N	55	89.5	-34.5
	P	10	13.76	-3.76

## 4.4.2 Seguimiento de cultivos de verano

### 4.4.2.1 Estancia Chica

#### Girasol

Los lotes destinados a girasol fueron el 24-1A, 24-1B y el 24-6. El híbrido sembrado fue Renee de la firma Brevant. Es un girasol linoleico, de ciclo largo y 116 días a madurez, con tecnología Clearfield Plus, es decir, tolerante a la aplicación de herbicidas de la familia de las imidazolinonas, lo que permite un excelente control de las malezas.

#### Barbecho y siembra:

Previo a la siembra se realizaron dos pulverizaciones para el control de malezas. La primera el 29 de septiembre consistió en la mezcla de glifosato (2L ha<sup>-1</sup>), dicamba (0,200 L ha<sup>-1</sup>), 2,4-D (0,750 L ha<sup>-1</sup>) y fulltec (0,05 L ha<sup>-1</sup>). La segunda, el 6 de noviembre, se realizó con glifosato (3 L ha<sup>-1</sup>), Difluceniam (0,180 L ha<sup>-1</sup>) y 2,4-D (0,400 L ha<sup>-1</sup>).

Se logró un buen control de malezas y se inició la siembra con los lotes limpios el 17/11. Se sembraron en SD unas 40 mil semillas por hectárea, buscando entre 30 y 35 mil plantas por hectárea. Junto con la semilla se aplicó 60 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante fosfato monoamónico (Composición: N 11 %, P 23 %).

### Estado vegetativo:

En las recorridas durante la implantación se observaron pérdidas de plantas por orugas cortadoras (*Agrostis ipsilon*) y gusano blanco, a pesar de ellos se logró un buen stand de plantas (32 mil plantas por hectárea). Cuando el cultivo se encontraba en V6 comenzaron a notarse pequeños daños en las hojas por ataque de tucura (*Dichroplus spp.*), además de nacimientos de maíz guacho, el cual fue controlado con una aplicación de cletodim (0,7 L ha<sup>-1</sup>).

Se tomó la decisión de no fertilizar con nitrógeno, ya que durante campañas anteriores se observaron repuestas a la fertilización nitrogenada muy erráticas, y tomando en cuenta que el rinde apuntado (1.800 kg ha<sup>-1</sup>) no poseía demasiados requerimientos en comparación a otros cultivos.

### Estado reproductivo y cosecha:

La floración se dio a fines de enero, mes en el que las precipitaciones fueron muy superiores (120 mm) al promedio histórico en este mes (67 mm). Durante este período se observaron daños por granizo, también se encontraron chinches, en umbrales muy bajos por lo tanto no hizo falta control.

El tamaño de los capítulos fue discreto, en las cabeceras de los lotes se observaron capítulos de mayor tamaño. Luego del llenado del grano se notó que los capítulos contaban con una pequeña cantidad de granos vanos, aunque se llegó a cosecha con un buen desempeño del cultivo. Luego de medir humedad en reiteradas oportunidades, se cosechó el 14/04 y se obtuvo un rinde promedio de 2.400 kg ha<sup>-1</sup>.

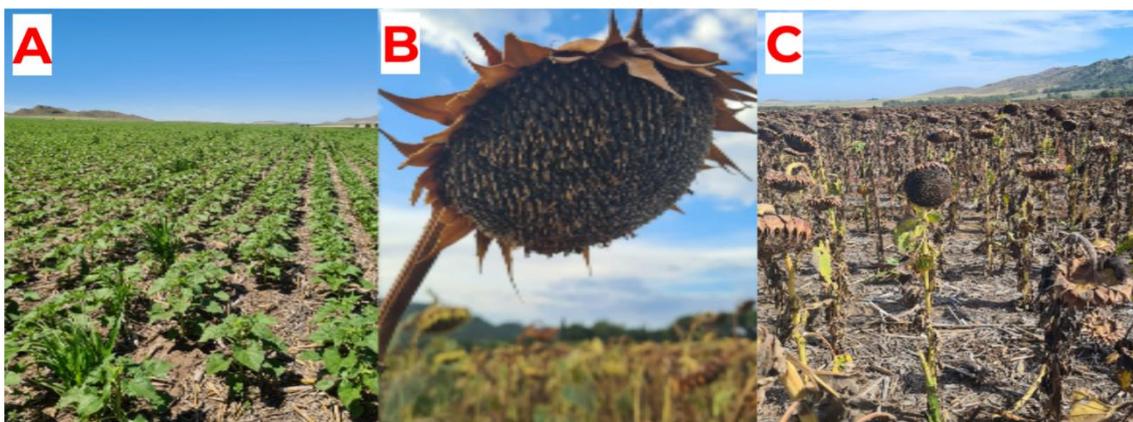


Figura 24: A) Girasol en estado vegetativo con malezas de maíz guacho. B y C) Girasol completando su ciclo, previo a cosecha. Estancia Chica.

#### **4.4.2.1. Toki**

### Maíz

Para los lotes 5 y 6 se eligió la variedad LT 719 de la firma “La Tijereta”, un híbrido de grano dentado y potencial de rendimiento intermedio. Posee tecnología VT3P, esta herramienta le otorga un manejo óptimo de las malezas al ser resistente a glifosato y un control de las plagas más importantes del cultivo, como gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*).

### Barbecho y siembra:

El barbecho en ambos lotes comenzó el 26/09 con una aplicación de glifosato (1,8 L ha<sup>-1</sup>), cletodim (0,800 L ha<sup>-1</sup>), picloram (NC: Tordón) (0,400 L ha<sup>-1</sup>), 2,4-D (0,400 L ha<sup>-1</sup>) y fulltec

(0,05 L ha<sup>-1</sup>) para controlar malezas gramíneas como raigrás, cebadilla, cebada guacha y malezas de hoja ancha como el nabo.

Previo a la siembra se pulverizaron 2 L ha<sup>-1</sup> de paraquat, 2 kg ha<sup>-1</sup> de atrazina y 1 L ha<sup>-1</sup> de acetoclor, buscando un control total de malezas y un efecto residual durante los primeros estadios del cultivo.

La siembra fue tardía, el 12/11, buscando que la floración ocurriera en febrero, cuando las precipitaciones suelen ser mayores que en enero y la temperatura menor, brindando mejores condiciones para el cultivo durante su período crítico. Se sembró en baja densidad, 27 mil plantas por hectárea y se fertilizó en la siembra con 50 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico (DAP) (Composición: N 18% – P 20%).

#### Estado vegetativo

En las recorridas se contaron 25 mil plantas por hectárea. Se decidió no fertilizar con nitrógeno debido a la falta de lluvias. El 15/01 se controlaron malezas como lecherón, nabo y senecio, los principios activos utilizados fueron glifosato (1,5 L ha<sup>-1</sup>), 2,4-D (NC: Dedalo) (0,600 L ha<sup>-1</sup>), picloram (NC: Tordón) (0,200 L ha<sup>-1</sup>) y fulltec (0,05 L ha<sup>-1</sup>).



Figura 25:A) Emergencia. B) Estado vegetativo. C) Floración. Establecimiento Toki.

#### Estado reproductivo y cosecha:

Durante la primera quincena de enero se produjeron abundantes y anormales precipitaciones para la zona (149 mm, más del doble del promedio de los últimos 10 años), pero entre la segunda quincena de enero y todo el mes de febrero llovieron solo 3 mm, lo que complicó al cultivo en su período crítico ( $\pm$  15 días floración).

Durante la formación del marlo se observaron daños no significativos de isoca del maíz (*Helicoverpa zea*) junto con daños por tucuras. Los marlos no fueron de gran tamaño, y no todas las plantas formaron una segunda espiga. Luego de la floración, se realizó una estimación de rendimiento (ver pág. 36).

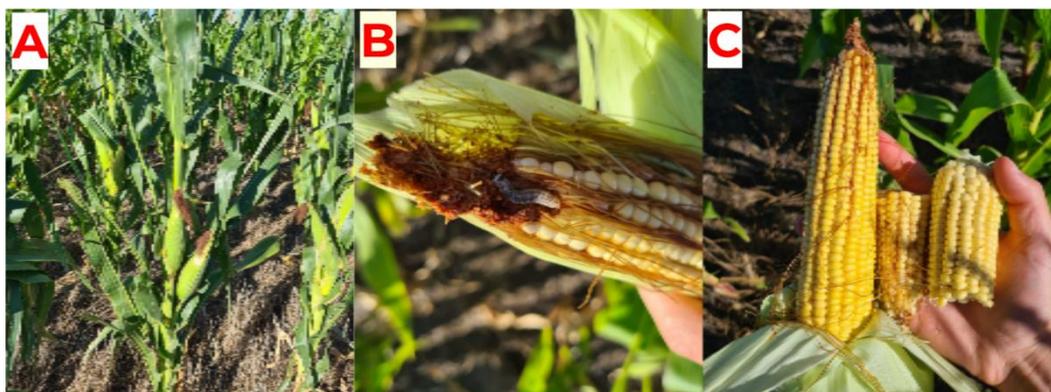


Figura 26: A) Formación segunda espiga. B) Daño por *Helicoverpa zea*. C) Tamaño del marlo. Establecimiento Toki.

Al ser un maíz tardío el período de secado demandó mucho tiempo debido a las bajas temperaturas post floración y las precipitaciones ocurridas en otoño. Se cosecharon los lotes el 3/08 y el rinde obtenido en estos lotes fue de 2.500 kg ha<sup>-1</sup>.

### **Conclusiones y comentarios sobre cultivos de verano:**

- El girasol tuvo una muy buena campaña en el establecimiento Estancia Chica, el rinde obtenido fue 600 kg ha<sup>-1</sup> superior al rinde promedio en el establecimiento. Esto se explica en mayor medida por las abundantes lluvias durante el mes de enero, lográndose una muy buena humedad durante el período crítico del girasol (R1-R6) que se dio a fines de ese mismo mes.  
Además, a pesar de tener daños foliares por tucuras y granizo, los mismos no fueron severos y no se observaron enfermedades ni daños por otras plagas que pudieran afectar el rinde negativamente.
- En cuanto a los lotes de maíz en Toki, el rendimiento también superior al promedio del establecimiento. A pesar de no recibir lluvias en el período crítico, en enero las precipitaciones fueron muy abundantes, lo que permitió una buena recarga hídrica en el suelo. Para esta campaña en particular, una siembra temprana hubiera sido más beneficiosa para lograr un mejor aprovechamiento de las precipitaciones, pero el planteo tardío es correcto ya que fue un año atípico.
- Tanto para el cultivo de girasol en Estancia Chica como para el maíz en Toki, los requerimientos nutricionales de P (4 kg por tonelada de grano) fueron cubiertos mediante la fertilización en la siembra. En cuanto a los requerimientos de nitrógeno (26 y 22 kg por tonelada de grano en girasol y maíz respectivamente), no se logró reponer lo extraído en la cosecha debido a que solo se fertilizó en la siembra con bajas dosis de nitrógeno.

Tabla 12. Balance de nutrientes durante cultivos de verano en Estancia Chica y Toki en kg ha<sup>-1</sup>

Establecimiento	Lote	Nutriente	Aplicación	Extracción	Balance
Estancia Chica	24-1A	N	6.6	62.4	-55.8
		P	13.8	9.6	4.2
	24-1B	N	6.6	62.4	-55.8
		P	13.8	9.6	4.2
	24-6.	N	6.6	62.4	-55.8
		P	13.8	9.6	4.2
Toki	A	N	9	55	-46
		P	10	10	0
	B	N	9	55	-46
		P	10	10	0

#### 4.4.2.2 Estimación de rendimiento de maíz

Para la estimación de rendimiento se midieron 14,28 metros lineales (es decir 10 metros cuadrados por estar sembrado a 0,7 m de distancia entre líneas) y se cosecharon todas las espigas de la hilera, diferenciando entre la espiga principal y las secundarias. El procedimiento se realizó en 3 sectores de cada uno de los lotes para tener una muestra más representativa.

Se contaron el total de espigas y fueron ordenadas por tamaño tanto las principales como las secundarias de cada una de las 6 muestras. Luego se seleccionaron 4 espigas de tamaño medio tanto principales como secundarias para cada una de las muestras.



Figura 27: Recuento y selección de espigas para estimación de rinde. Establecimiento Toki.

Se desgranaron los 12 ejemplares de espigas para cada lote y se pesaron los granos para saber el peso promedio por espiga principal y secundaria. Al valor del peso se le descontó un 10% por errores y pérdidas de cosecha. También se realizó un ajuste por humedad, la misma fue tomada por un humidímetro y con este dato se llevó el peso a su equivalente en 13,5 % de humedad (Cosecha). Teniendo en cuenta que el rendimiento real de cosecha fue de 2.500 kg ha<sup>-1</sup> para ambos lotes, podemos concluir que la estimación fue precisa.

Tabla 13. Resultados de estimación de rendimiento en maíz, Toki.

	<b>Lote 5</b>	<b>Lote 6</b>
Nº Espigas principales ha <sup>-1</sup>	20.300	22.000
Peso promedio espiga principal en g espiga <sup>-1</sup>	130,82	120,43
Rendimiento total espiga principal en kg ha <sup>-1</sup>	2.660	2.649
Nº espigas secundarias ha <sup>-1</sup>	13.000	8.330
Peso promedio espiga secundaria en g espiga <sup>-1</sup>	46,82	38,57
Rendimiento total espiga secundaria en kg ha <sup>-1</sup>	608	321
Rendimiento total en kg ha <sup>-1</sup>	3.268	2.970
10% por errores. Rinde en kg ha <sup>-1</sup>	2.941	2.673
Rendimiento ajustado a 13,5% de humedad	2.545	2.345
Aporte espiga principal	81,3%	89,2%
Aporte espiga secundaria	18,7%	10,8%

### 4.4.3 Agricultura digital

#### 4.4.3.1 Softwares utilizados

Para el desarrollo de las actividades relacionadas a la agricultura de precisión se utilizaron los siguientes softwares:

- Google Earth: Es un SIG (sistema de información geográfica) que muestra un globo terráqueo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, basado en imágenes satelitales y además permite la creación de entidades de puntos líneas y polígonos, contando también con la posibilidad de crear mapas.  
El mapa de Google Earth está compuesto por una superposición de imágenes obtenidas por imágenes satelitales, fotografías aéreas, información geográfica proveniente de modelos de datos SIG de todo el mundo y modelos creados por computadora.
- QGIS: Es un SIG de software libre y código abierto. El mismo permite manejar formatos ráster (imagen formada con pixeles en la que cada pixel tiene un valor determinado), como “TIFF”, y vectoriales (formato que admite puntos, líneas y polígonos), como “Shapefile”. Presenta numerosas funcionalidades y la posibilidad de aumentar las mismas pudiendo ser modificado libremente añadiendo complementos.
- SMS: Es un software de gestión, que funciona bajo licencia y permite a sus usuarios administrar información de muchas hectáreas, lotes y operaciones. Además, es útil para la creación de mapas de rendimiento, prescripciones, informes y folletos, interpretar imágenes, entre otras funcionalidades.

#### 4.4.3.2 Modelo digital de elevaciones (MDE) y curvas de nivel

Para la creación de los MDE y curvas de nivel de ambos establecimientos se delimitaron los límites de los campos mediante el SIG Google Earth. Además, se descargaron las imágenes raster con definición de pixel de 30 metros de la página web del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Esta información se importó a QGIS, la imagen se recortó con el límite del lote y mediante el uso de la herramienta “curvas de nivel”, especificando una distancia de 3 metros de altura, sumado al cambio de simbología de la capa ráster, se llegaron a los siguientes resultados:

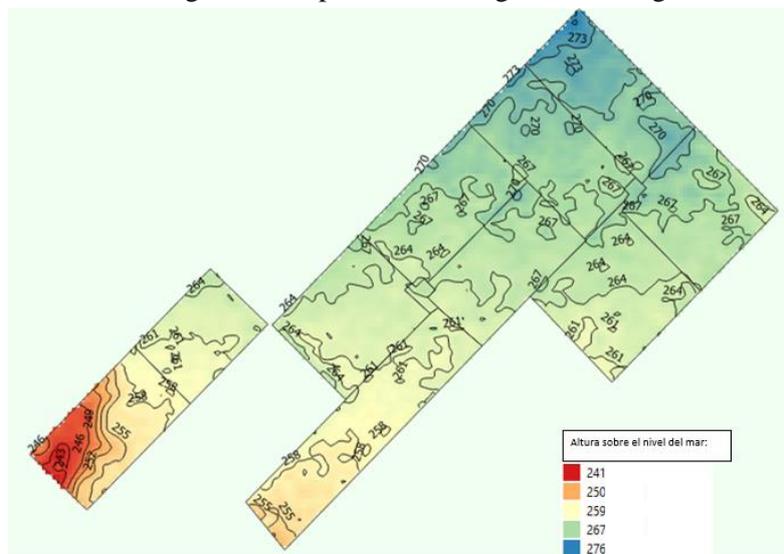


Figura 28: Modelo digital de elevaciones. Establecimiento Toki. En rojo puede observarse el bajo donde se obtuvieron altos rendimientos en cebada mencionado anteriormente y en azul los sectores más elevados del establecimiento.

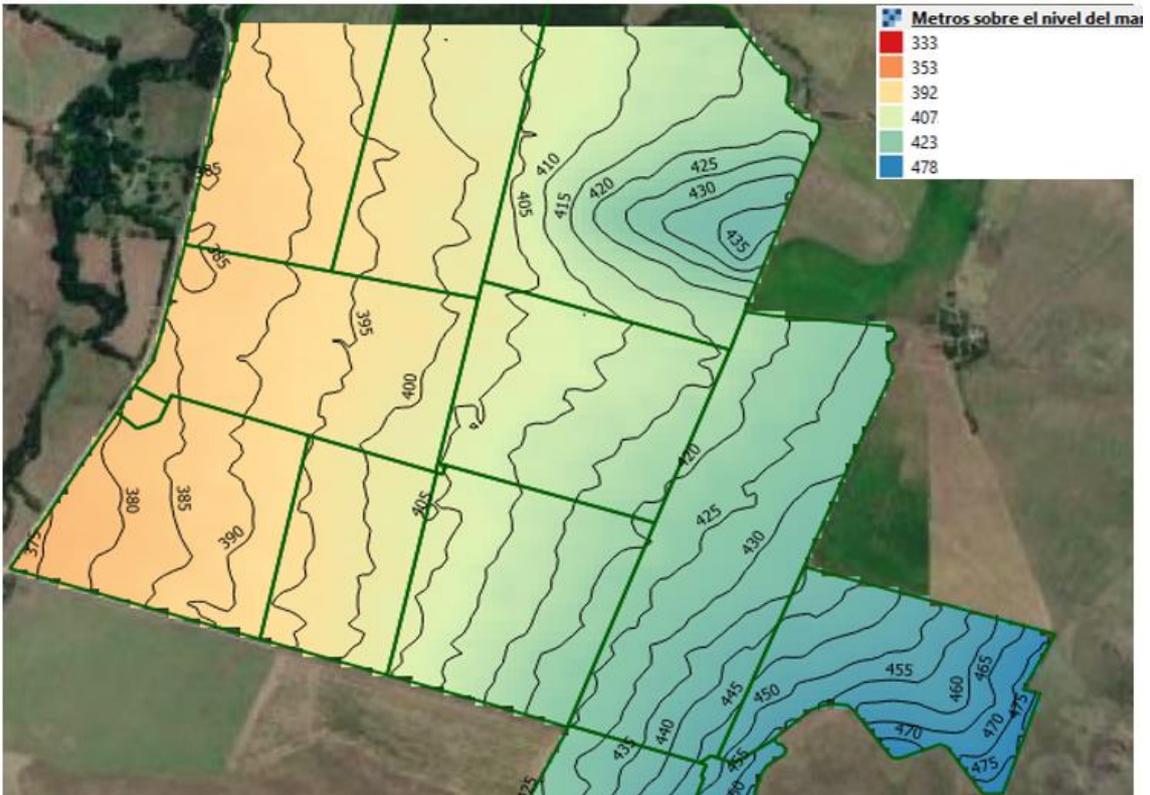


Figura 31. Modelo digital de elevaciones lote 24 y "El Destierro" (Establecimiento vecino). Estancia Chica. Mismas referencias que figura 30.

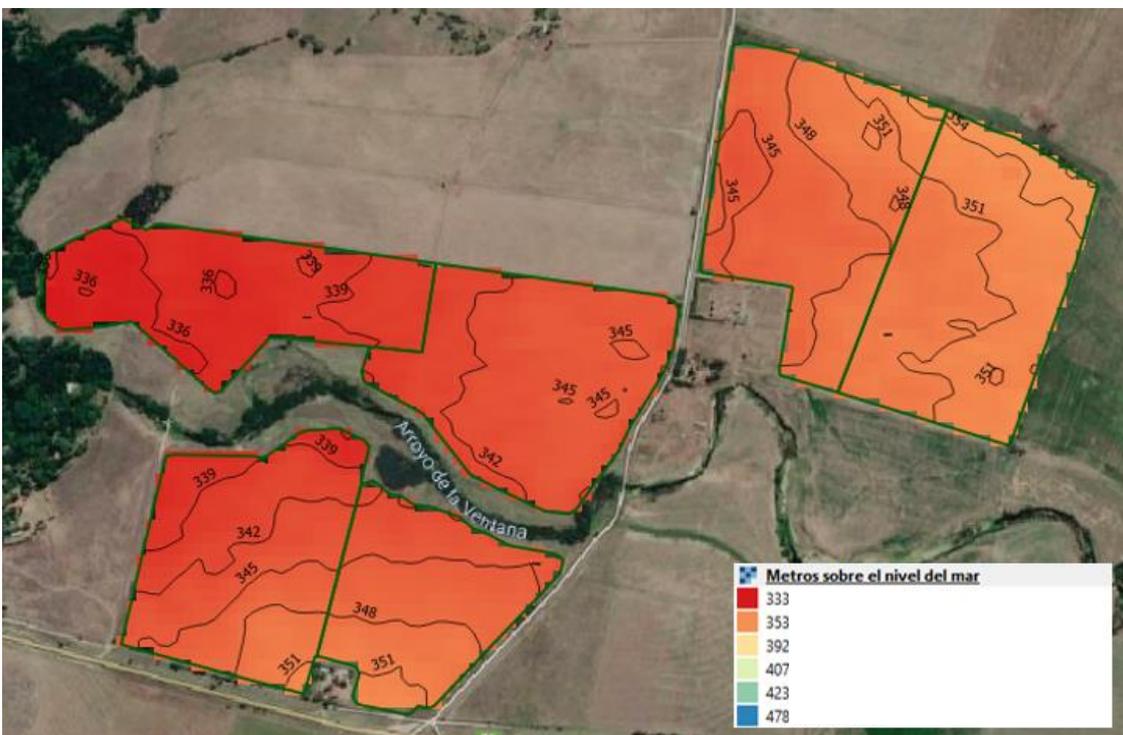


Figura 32: Modelo digital de elevaciones Lotes 9, 10, 14 y 17. Estancia Chica. Mismas referencias que figura 31.

### 4.4.3.3 Mapas de rendimiento

La información proveniente de las cosechadoras puede variar en su formato dependiendo de la marca y modelo de las mismas. El software SMS brinda la posibilidad de leer diversos formatos y fue utilizado para realizar este trabajo. En primer lugar, se importaron los archivos, que contienen un formato universal o genérico. Se registró en el software cada uno de los datos a su respectiva celda (rendimiento, altura de cabezal, humedad, velocidad, etc.) además de indicar lote, año, cultivo, establecimiento y demás información para una adecuada organización de los lotes.

Para el correcto mapeo de los lotes se debe realizar un filtrado de datos debido a que normalmente se generan errores en el registro por:

- Altura de cabezal
- Retardos en el inicio y fin de la cosecha
- Valores fuera de rango (outliers).
- Rendimientos fuera de rango biológico.
- Pequeños parches o franjas angostas con rendimientos extremadamente altos o bajos que no están relacionados con sus vecinos inmediatos.
- Pequeños segmentos y puntos de rendimiento superpuestos.

El error más común observado fue la presencia de rendimientos fuera de rango biológico. Para la creación de los mapas se utilizó el rango de valor promedio de rendimiento +/- 3 desvíos estándar. Una vez creado el mapa, se editaron las leyendas para una mejor presentación y fueron entregados al productor en formato kmz., shape y PDF.

Los lotes en los que el rendimiento fue mapeado se detallan a continuación:

Tabla 14. Establecimiento, lotes y hectáreas mapeadas en cosecha.

<b>Establecimiento</b>	<b>lotes</b>	<b>Superficie (ha)</b>
Estancia Chica	14 y 17	74
Toki	A y B	71
La Sorpresa	2	34
El Destierro	1,2,3,4,5 y 6	355
El Monte	1,2,3 y 4	99
<b>TOTAL</b>		<b>633</b>

Resultados:

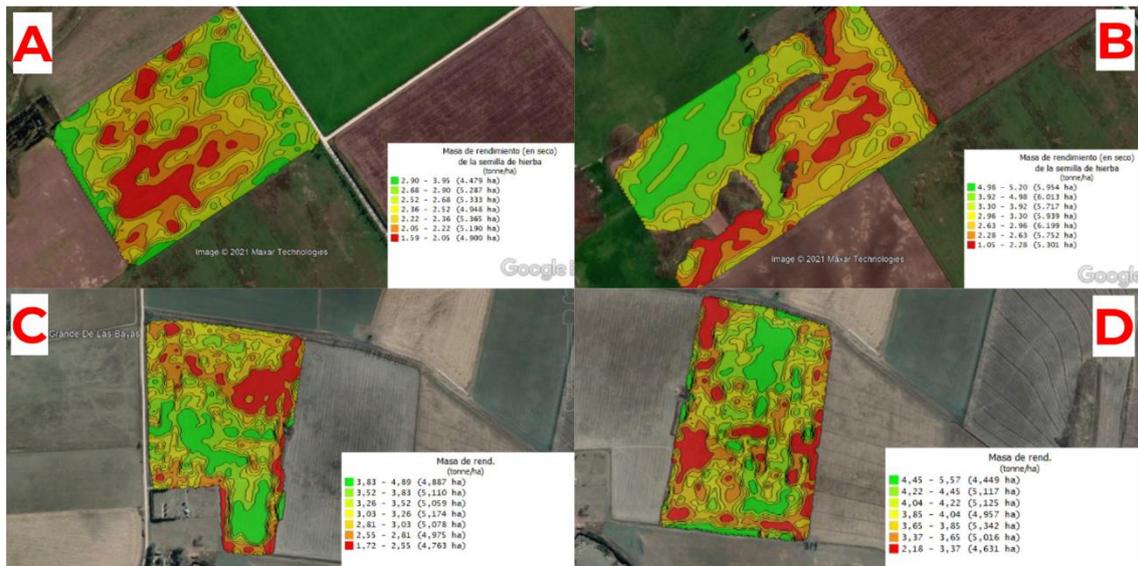


Figura 29: A) Mapa de rinde de cebada lote A, Toki. B) Cebada, lote B, Toki. C) Trigo lote 14, Estancia Chica. D)Trigo, Lote 17, Estancia Chica.

#### 4.4.3.4 Ambientaciones mediante NDVI histórico

Se realizó la ambientación de los lotes 14 y 17 del establecimiento Estancia Chica mediante un promedio de imágenes NDVI desde el año 2013 hasta la actualidad. Las mismas fueron tomadas por el satélite Landsat 8, el cual tiene una resolución de 30 metros por pixel y toma imágenes cada 16 días para un lugar determinado.

Se accedió a las imágenes por medio de la plataforma “Landviewer”. Para cada campaña se seleccionó una imagen dentro del período con mayor promedio de NDVI en el lote, momento en el cual se expresa el mayor potencial de cada cultivo. En este caso, se seleccionaron imágenes de distintos cultivos producidos en cada lote, para mayor precisión, podríamos separar los mapeos en cultivos de invierno y cultivos de verano.

Otro factor importante para la selección de imágenes fue la presencia de nubes sobre los lotes a analizar, la misma debe ser nula para no afectar el mapa. La descarga de estas imágenes se realizó en formato “TIFF.” Es decir, en formato ráster.

Para la confección del mapa NDVI promedio de los lotes, se abrieron los archivos ráster descargados para cada año mediante el SIG Qgis. Luego se recortaron las imágenes con los límites de cada lote, delimitados mediante Google Earth y se realizó un promedio de las distintas imágenes, con el ráster resultante, se realizó una zonificación (Clúster) en 7 categorías con una serie de algoritmos que agrupan los distintos píxeles con similitudes entre sí diferenciándolos del resto.

Para una mejor presentación visual este Clúster fue importado al software SMS y mediante el mismo, se suavizaron los bordes y se descargaron los mapas en formatos kmz., Shape y PDF.



Figura 30: Ambientación lotes 14 y 17 por NDVI histórico. En color verde, zonas de mayor potencial, amarillo valores intermedios y rojo zonas de menor potencial.

### Conclusiones y comentarios agricultura digital

- El modelo digital de elevaciones es un dato que se mantiene a lo largo de los años, aunque brinda una idea de los lotes referida a la topografía de los mismos. Si bien suelen coincidir las zonas más altas con menor profundidad y los bajos suelen ser más profundos, esto no siempre se cumple. Por lo tanto, no sería prudente realizar un manejo variable de insumos solamente con un MDE, pero si puede ser útil para complementar, conocer y entender mejor la información de los lotes.
- Los mapas de NDVI históricos también suelen ser constantes en el tiempo, brindando información confiable sobre las zonas con distinto potencial en un lote, por lo que son muy útiles para realizar una producción por ambientes. Cabe aclarar que la zonificación está referida a diferencias dentro de un lote y no es comparable con el resto, es decir, la mejor zona de un lote (marcada en color verde) puede no ser mejor que una zona de potencial medio (marcada en amarillo) de otro lote.
- Los mapas de rendimiento brindan datos certeros del desempeño del lote en una campaña específica, en este caso, en los lotes 14 y 17 de Estancia Chica son la confirmación de un correcto mapa NDVI histórico ya que demuestra que las zonas con mayor potencial del lote fueron las que mayores rendimientos obtuvieron, lo mismo sucede en los ambientes de menor potencial.

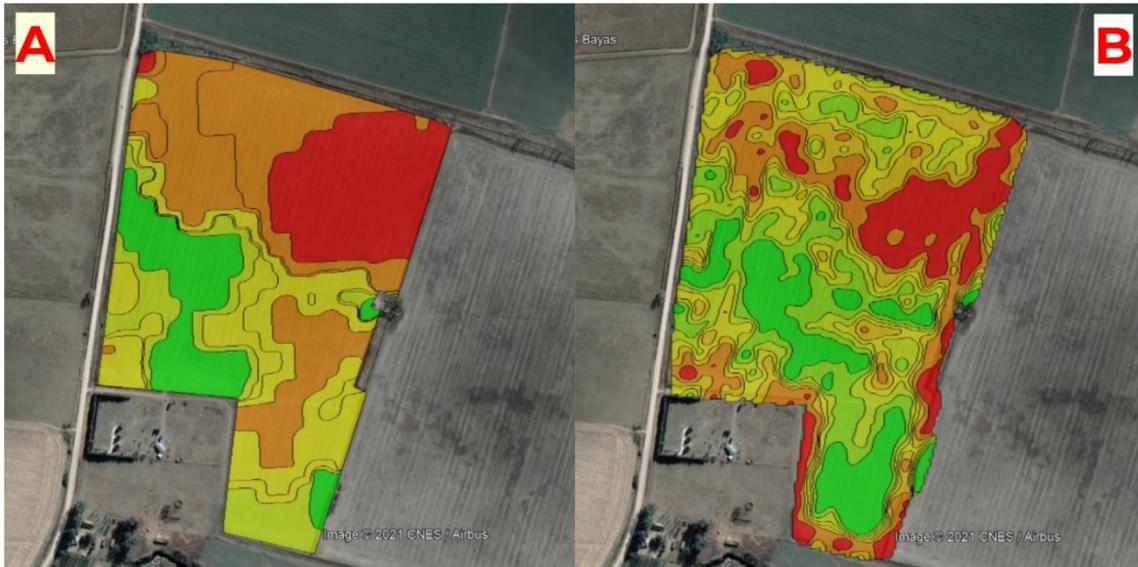


Figura 31: A) mapa NDVI histórico. B) Mapa de rendimiento trigo 2020. Lote 14, Estancia Chica

De todos modos, un solo mapa de rendimiento sin información adicional del lote puede no ser representativo del real potencial del mismo, por ende, se necesitarían al menos tres o cuatro mapas de rinde que tengan coincidencias entre sí para realizar una ambientación con seguridad.

- En ambos establecimientos sería beneficiosa la introducción de la agricultura de precisión, con esta información sumada a la ya existente (en el establecimiento Toki se contrató un mapeo de profundidad de capa de tosca y un mapeo por NDVI histórico previo a la realización de este trabajo), se podría comenzar el camino a un manejo más eficiente de los insumos en los lotes analizados.

## 5 Consideraciones finales

Analizando los cultivos de invierno, podemos concluir que en el establecimiento “Estancia Chica”, las precipitaciones fueron levemente inferiores al promedio (figura 37), pero se distribuyeron de manera normal. No fue así en “Toki” observándose deficiencias de precipitaciones tanto en períodos de implantación y macollaje, como en floración (figura 36), esto se vio reflejado en los rindes.

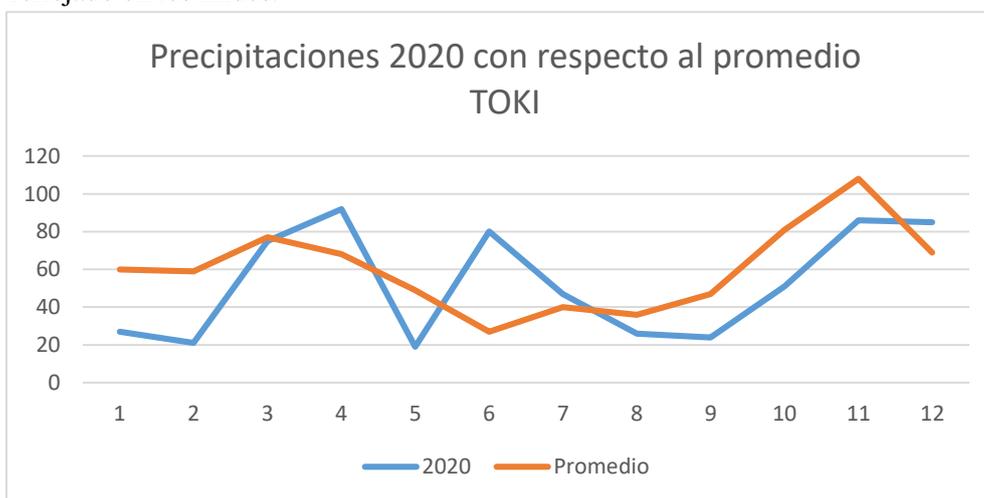


Figura 36: Precipitaciones 2020 con respecto al promedio en Toki.

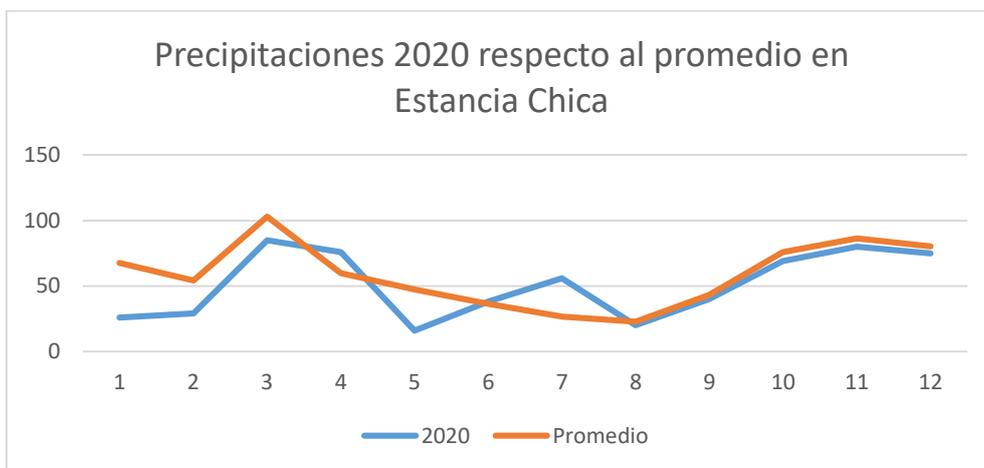


Figura 37: Precipitaciones 2020 con respecto al promedio en Estancia Chica.

Además, los lotes en Estancia Chica cuentan con la ventaja respecto a Toki de una mayor profundidad de suelo y una mayor capacidad de almacenamiento de agua. Esto no quita que existan diferencias de potencial productivo dentro de cada lote, y a pesar de obtener rindes en promedio más elevados que en el otro establecimiento, manejando los insumos de forma sitio-específica, estos pueden ser mayores o mantenerse con menores costos de insumos.

En cuanto a la campaña de verano, en ambos establecimientos se produjo una anormal distribución de las precipitaciones, con abundantes lluvias en enero y escasas precipitaciones en febrero. Esta situación afectó positivamente al cultivo de girasol. En lo que respecta al maíz tardío, si bien fue una aceptable campaña, con rindes superiores al promedio, lluvias similares al promedio en el mes de febrero habrían producido rendimientos más elevados.

Tal como se mencionó para los cultivos de invierno, un manejo por ambientes para los cultivos de verano, ajustando principalmente la densidad de semillas, así como también la de fertilizantes permitiría adaptarse mejor a las limitaciones en profundidad de los sectores con menor potencial y sacar más provecho de los sectores más profundos de cada lote. Este planteo es válido para ambos establecimientos, tomando mayor importancia en “Toki” donde la heterogeneidad de los lotes es más marcada y la profundidad para el desarrollo de las raíces es menor.

Otro aspecto importante para no descuidar es la fertilidad de los lotes. Sería importante realizar análisis de suelo periódicamente en ambos establecimientos para lograr un mejor ajuste de la fertilización, ya sea produciendo tradicionalmente, como también en una producción por ambientes. Los precios en los fertilizantes tienen fluctuaciones en el tiempo que pueden resultar peligrosas para la rentabilidad de los cultivos y toda herramienta disponible para utilizarlos de manera más eficiente es útil.

## 6 Experiencia personal

Esta práctica profesional fue una experiencia sumamente importante para el fortalecimiento de los conocimientos que adquirí tanto en la carrera en la Universidad Nacional del Sur, como en capacitaciones externas a la misma y para entender el rol que cumple un Ingeniero Agrónomo en situaciones reales de producción.

Como forma de introducirme de a poco en el ámbito laboral, esta experiencia me dio la posibilidad de observar, experimentar y adquirir aprendizajes prácticos muy diferentes a los que tuve como estudiante, en un ambiente no académico y donde se ponen a prueba las competencias personales tanto como los criterios aprendidos.

Este tipo experiencias alimentan, además, la vinculación con el medio productivo, el trabajo en equipo, la interacción con contratistas, empleados rurales, entre otras entidades del sector y, por ende, el fortalecimiento de las relaciones personales necesarias en el ámbito laboral.

Asimismo, me ayudó a comprender las diferentes realidades que viven los productores de la zona, debido a la diversidad productiva y económica en la que coexisten, y teniendo en cuenta esto para poder comunicarme e interactuar con ellos.

Es de destacar la cantidad de decisiones de todo tipo que asume el profesional, teniendo que comunicarlas y ponerse de acuerdo tanto con el productor como así también con quienes trabajan en el campo. Al productor debe hacerle saber que las decisiones pueden ser más o menos arriesgadas, dependiendo de la experiencia de cada Ingeniero, pero que es el camino correcto y no quedarse con las costumbres y tradiciones de las cuales cuesta desarraigarse.

Debo destacar y agradecer la predisposición y vocación para enseñar del Ingeniero Julio Mayol durante toda la práctica profesional supervisada, quien me hizo sentir cómodo en todo momento, respondiendo cada inquietud con mucha seriedad y entusiasmo. Además, me brindó la oportunidad de aportar al crecimiento de los establecimientos mediante la introducción de la agricultura digital a la futura toma de decisiones, asumiendo el compromiso de quedar a disposición ante cualquier inquietud relacionada al tema.

## 7 Bibliografía

- AAPRESID 2019. Red de Maíz del Sur de Buenos Aires campaña 2018-2019.
- Andrade F. 2016. Los desafíos de la agricultura. INTA, FCA UNMP, CONICET, IPNI. Ediciones International Plant Nutrition Institute. p. 135.
- Amuchástegui J. 1999. Interpretación de mapas de rendimiento. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Baier J.L. 2018. Las transformaciones en el modelo de producción agraria en el partido de Coronel Pringles entre 1976 y 2001: Consecuencias socio-económicas del neoliberalismo. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- BCR (Bolsa de Cereales de Rosario) 2019. Informe de Estimación Mensual Nacional. Agosto 2019.
- BCYPBB (Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca) 2021. Reporte agrícola quincenal cierre de cosecha de maíz agosto 2021 2do reporte.
- CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales). 2017. Mapa de cobertura del suelo Partido de Tornquist. Ministerio de Agroindustria Provincia de Buenos Aires. Disponible en: [https://www.gba.gob.ar/static/agroindustria/docs/direccion\\_de\\_fiscalizacion\\_vegetal/PROGRAMA%20PROVINCIAL/Mapa\\_Tornquist.pdf](https://www.gba.gob.ar/static/agroindustria/docs/direccion_de_fiscalizacion_vegetal/PROGRAMA%20PROVINCIAL/Mapa_Tornquist.pdf)
- Dallasta F. 2015. Cultivos alternativos, una opción para diversificar la producción. La Nación.
- De Leo G., Torres Carbonell, C., Lauric A., Ross F., Massigoge J., Vigna M., Irastorza J. y Dumrauf M. 2020. Evaluación de cultivos de servicio en maíces de baja densidad en el Sudoeste Bonaerense semiárido. Grupo Extensión Establecimientos Rurales Extensivos. Agencia Extensión Bahía Blanca – INTA EEA Bordenave.
- Fitte, A. 2016. Efectos de distintos nutrientes sobre rendimiento y calidad de soja en Coronel Pringles, provincia de Buenos Aires [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina.
- García, E. y Flego, F. (2004). Tecnología Agrícola. Universidad de Palermo. Recuperado de [www.agricultura.de.precision.org](http://www.agricultura.de.precision.org)
- Gil, V. y Campo de Ferreras, A. 2000. Cuenca del arroyo del Oro: Características hidrográficas y los efectos sobre la población. Actas III Jornadas de Geografía Física, p.153-159.
- Glave A. 2006. Influencia climática en el Sudoeste Bonaerense y Sudeste de La Pampa.
- Gutiérrez Cabello A. & Ciancio A 2019. El saldo comercial del sector agropecuario argentino en el año 2019. CERE.
- Haedo-Grippio. 2002. Las transformaciones en el modelo de producción agraria en el partido de Corone Pringles entre 1976 y 2001.
- Horizonte A – “Siembra directa, revalorando conceptos básicos. Por Santiago Lorenzatti” – Artículo publicado el día 9/02/2017. Autor: Santiago Lorenzatti, director AAPRESID. Disponible en <https://horizonteadigital.com/siembra-directa-revalorando-conceptos-basicos-santiago-lorenzatti/>
- IGN (Instituto Geográfico Nacional). Ministerio de Defensa. Disponible en <https://www.ign.gob.ar/content/nuevos-modelos-digitales-de-elevaciones-para-la-rep%C3%BAblica-argentina>.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) 2011. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca Presidencia de la Nación Actualización Técnica N° 58 - febrero 2011.
- Krüger, HR & A Quiroga. 2012. La “interfase suelo-atmósfera” y su valor estratégico en regiones semiáridas. En: Álvarez, A; A Quiroga; D Santos & M Bodrero. Contribuciones

de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción. Ediciones INTA.

- Krüger H., Zilio J., y Frolla F. 2019. Criterios básicos para la producción agropecuaria sustentable en el Sudoeste Bonaerense. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. CERBAS, INTA.
- López F.M., Duval M., Martínez J.M, Galantini J.A. 2017. Siembra directa y agricultura de conservación en el sudoeste bonaerense.
- MAI (Ministerio de Agroindustria) 2016. En Datos Abiertos Agroindustria. Producción. Estimaciones.
- Manrique, E. G. 1999. Índice de vegetación aplicación del NDVI. TELEDETECCIÓN. Avances y Aplicaciones. VIII Congreso Nacional de Teledetección. Albacete, España 217-219 pp.
- Marote L. 2010. Agricultura de precisión. Universidad de Palermo. Facultad de Ingeniería.
- Marzialetti, G. 2015. Ganadería de ciclo completo sobre verdeos en Tornquist. AAPRESID.
- Picardi M. & Giacchero A. 2015. Productividad de la tierra agrícola en el Sudoeste Bonaerense.
- Sessevalle, S. 2012. Descripción de un protocolo para determinar profundidad de tosca en la zona sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina
- Torres Carbonell C. 2015. Caracterización y factores de decisión en la adopción tecnológica del cultivo de trigo por productores de mediana a baja escala del Sudoeste Bonaerense semiárido, Argentina. Aportes teórico-metodológicos para el trabajo de Extensión Rural La dinámica socio-económica, ambiental y organizacional Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Estación Experimental Agropecuaria Bordenave Agencia de Extensión Bahía Blanca.
- Wilhelm, W; JW Doran & JF Power.1986. Corn and Soybean Yield Response to Crop Residue Management Under No- Tillage Production Systems. Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. 114.
- Zajac C., Galantini J.A., Zajac E. y Vallejos A., 2013. Análisis del rendimiento y el NDVI en cereales de invierno en el Sudoeste Bonaerense. Comisión de Investigaciones Científicas, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, Argentina.