

TRABAJO DE INTENSIFICACIÓN

Experiencia en agricultura de precisión y nuevas tecnologías en NAVARRO SA: soluciones en cosecha



Santiago Lenta

Docente tutor: Pellegrini, Cecilia

Docentes consejeros: - Chimeno, Patricia del Valle
- Saldungaray, Cecilia

Asesor externo: De Angelis, Santiago

Departamento de Agronomía
Universidad Nacional del Sur

Abril 2023



JOHN DEERE



UNS

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento al Departamento de Agronomía por brindarme la oportunidad de desarrollarme como profesional en un ambiente de aprendizaje. Mencionar de manera especial a todo el plantel docente, ayudantes y personal del departamento por su dedicación y calidad, no solo académica sino humana. Sin ellos este logro no habría sido posible.

A mis tutores Cecilia Pellegrini y Santiago De Angelis por la paciencia, enseñanza y acompañamiento en cada paso.

A mis consejeras Patricia Chimeno y Cecilia Saldungaray también por su acompañamiento no solo en la tesis sino también durante la carrera.

A todo el personal de Navarro SA – John Deere, sin ellos la experiencia de la pasantía no hubiese sido la misma.

Un *gracias* especial a mi familia, a mis padres Omar y Alicia, por brindarme todo lo necesario durante estos años, sobre todo su contención y apoyo en los momentos más difíciles. A mis hermanos Rosario e Ignacio por compartir mis alegrías y mis tristezas. Ellos cuatro son modelos a seguir en mi vida, su incondicionalidad hace que hoy esté dando este paso tan importante.

A todos los amigos que me deja esta carrera, por los mates, clases, viajes y cantidad de horas en la universidad y de estudio. La hicieron mucho más divertida, amena y sin ninguna duda, me ayudaron a llegar a este punto.

Y a todos los que de alguna u otra manera ayudaron a que mi paso por la universidad haya sido memorable y único.

Índice

Resumen.....	3
Introducción.....	4
La Agricultura de Precisión.....	4
Ciclo de la AP.....	5
Posicionamiento global.....	7
NAVSTAR GPS.....	7
GLONASS.....	8
La Agricultura de Precisión en la Argentina.....	9
La maquinaria agrícola para la AP.....	9
Navarro SA.....	10
Misión.....	12
Visión.....	12
Valores.....	12
Pasantía laboral en Navarro SA.....	13
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos.....	14
Objetivos Personales.....	14
Experiencia Adquirida.....	15
Pasantía en Navarro SA – John Deere.....	15
Ubicación del lote.....	16
Caracterización climática.....	17
Caracterización edáfica.....	17
Trabajo previo realizado en el Lote.....	18
Seguimiento del cultivo.....	20
Etapa de Cosecha.....	21
Monitoreo de rendimiento.....	21
Actividades realizadas.....	24
Estimación de rinde.....	25
Mediciones y ensayos.....	26
Medición de pérdidas.....	28
Análisis económico.....	30
Consideraciones finales.....	32
Bibliografía.....	34

Resumen

En los últimos años se han introducido en el sector agrícola una serie de herramientas digitales que proporcionan posicionamiento geoespacial con grandes resultados. Estas tecnologías, aplicadas al sector agrícola, han permitido el desarrollo de una nueva agricultura conocida como *Agricultura de precisión* (AP), cuyo eje central radica en la aplicación variable de insumos (como semillas, fertilizantes, etc.) en el momento adecuado y en el lugar exacto según la heterogeneidad de cada lote. En nuestro país, la experimentación en estas tecnologías se inicia alrededor de la década del 90, en la EEA INTA Manfredi. En la región del sudoeste bonaerense, la AP no ha sido cuantificada y solo ha sido adoptada y llevada adelante por productores innovadores. Existe una tendencia a desarrollar nueva maquinaria agrícola que integra innovadores sensores junto al equipamiento para realizar operaciones en el campo, de modo que se ajuste su funcionamiento a las necesidades del cultivo de manera inteligente y automática. De esta manera, las máquinas agrícolas son cada vez más inteligentes y se adaptan a las condiciones del cultivo y del ambiente, así como a los requisitos de producción del agricultor. Hoy en día son numerosas las firmas nacionales e internacionales que han incorporado las nuevas herramientas necesarias para llevar adelante la AP. Entre las más reconocidas, se destaca John Deere, que se encuentra representada en la región por la firma Navarro SA. En 2021, suscribieron un convenio marco con el Departamento de Agronomía de la Universidad del Sur a partir del cual se implementó una serie de pasantías laborales para alumnos avanzados de la carrera de Ingeniería Agronómica. Este trabajo corresponde a una de ellas y tiene por objetivo analizar el área recientemente implementada bajo el nombre de “Soluciones Agronómicas”, centrado en las aplicaciones utilizadas en momentos clave de la producción. Este trabajo analiza los resultados de las aplicaciones utilizadas en la “solución cosecha” de un lote de trigo en el partido de Pehuajó desde el punto de vista técnico y económico.

Introducción

Desde la década de los 90, la agricultura viene experimentando una serie de cambios y evolución, que ayudan a la mejora de la calidad y seguridad de los agricultores. En los últimos años se han introducido en el sector agrícola una serie de herramientas digitales que proporcionan posicionamiento geoespacial con grandes resultados. Estas tecnologías, aplicadas al sector agrícola, han permitido el desarrollo de una nueva agricultura conocida como *Agricultura de precisión* (AP), cuyo eje central radica en la aplicación variable de insumos (como semillas, fertilizantes, etc.) en el momento adecuado y en el lugar exacto según la heterogeneidad de cada lote. Es decir, que la AP queda definida como el uso de tecnologías de la información para adecuar el manejo de los suelos y cultivos a la variabilidad presente en un lote (García y Flego, 2004). Años atrás, el único objetivo era lograr la máxima producción en la explotación, con el nuevo concepto de AP se atiende también la gestión de las explotaciones teniendo en cuenta aspectos socio-económicos y ambientales.

La Agricultura de Precisión

El objetivo de la AP es poner a disposición del agricultor toda la Información necesaria sobre las variaciones agronómicas dentro de una parcela, para que en cada metro cuadrado de terreno se labre, fertilice, siembre, riegue, etc. en la proporción ideal de manera de conseguir la máxima producción posible en cada punto. Esto conlleva una reducción de costos de producción y una gestión agrícola más respetuosa con el medio ambiente, ventajas que pueden resumirse en (Valero Ubiema, 2001):

- ✓ Optimización del uso de recursos costosos
- ✓ Reducción de los contaminantes ambientales
- ✓ Mejor aprovechamiento de la maquinaria agrícola
- ✓ Mayor facilidad de gestión de la explotación agrícola
- ✓ Incremento de la producción

Para llevar a cabo estas mejoras, los equipos de AP tienen que ser capaces de:

- ✓ Disponer de mecanismos más precisos de ajuste y control de la maquinaria durante el trabajo en campo.
- ✓ Adquirir de forma automatizada la información y el manejo de los datos mediante dispositivos electrónicos y bases de datos bien estructuradas:
Sistemas de información geográfica (GIS); modelos de predicción del cultivo, suelo, etc.; sistemas expertos, etc.

- ✓ Distribuir los agroquímicos de manera localizada y variable en cada punto según las características del suelo, su riqueza en nutrientes, agua y las necesidades del cultivo

Esta digitalización de la agricultura es soportada por las tecnologías de la información y comunicación para la gestión de datos y conocimientos. Entre ellas se destacan los Sistemas Globales de Navegación por Satélites (GNSS) y el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) creado con fines militares en EEUU para ser un sistema de navegación más preciso. También utiliza la aplicación sistemática de herramientas digitales, sensores para la aplicación de productos para el control de malezas, uso de imágenes satelitales para determinar ambientes ó para seguimiento de cultivos, uso de drones que permiten realizar monitoreos más fáciles y rápidos, así como trabajos de pulverización, o inteligencia artificial para el reconocimiento de malezas a campo, utilización de nuevos softwares que acompañan y facilitan todo este proceso.

En Argentina, las herramientas de la AP más utilizadas son el monitor de rendimiento y el sistema por guía GPS, también conocido como “Banderillero satelital”. También se incluyen la aplicación de densidades de siembra variable, dosis variable de fertilizantes, manejo localizado de plagas y sensores remotos, entre muchas otras aplicaciones (García y Flego, 2004). Existen variables que mejoran la precisión y la calidad del trabajo tales como las imágenes satelitales, los índices de vegetación, datos de profundidad de capa de tosca, software (GIS) y estadísticos, curvas de nivel, entre otras.

Ciclo de la AP

La AP funciona en un ciclo y puede dividirse en cuatro etapas: 1. Adquisición de datos 2. Análisis de los datos 3. Toma de decisiones 4. Puesta en marcha.

Primero se deben conocer bien los lotes con los que se desea trabajar y la variabilidad que poseen. Si el manejo de la variabilidad justifica económicamente la inversión probablemente este círculo termine con un manejo variable de insumos (Marote, 2010). Para determinar las variabilidades se utilizan curvas de nivel, promedios históricos de precipitaciones y temperaturas, índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI en inglés) histórico, entre otros parámetros. Esta información se vuelca a softwares estadísticos y se realizan las recomendaciones específicas de cada sitio.



Figura 1. Ciclo de la AP. Tomado de Agroecología Tornos, 2018.

Dado que la AP se basa en la localización exacta de las variaciones dentro de la parcela, es imprescindible el uso de un sistema que permita identificar de manera unívoca la posición de la maquinaria trabajando en el campo con relación a las coordenadas terrestres (latitud, longitud). Esto es posible gracias al uso de los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) y de las comunicaciones vía satélite. La máquina (tractor, cosechadora, etc.) dispondrá de un receptor por el que le llegan las señales desde varios satélites, y el sistema electrónico es capaz de calcular las coordenadas correspondientes (Figura 2).

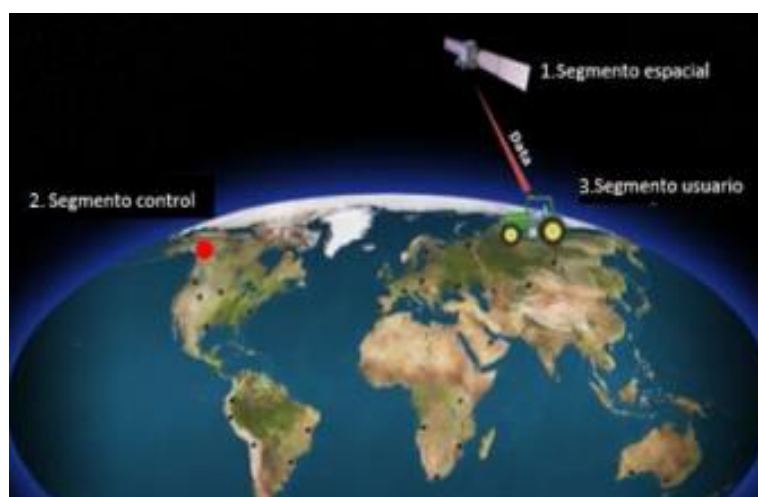


Figura 2: Proceso de localización exacta de la maquinaria agrícola (tomado de John Deere University, 2021).

Posicionamiento global

Entre los sistemas de Geodesia Espacial se destacan dos (Figura 3): la constelación NAVSTAR (Navegación por Satélite en Tiempo y Distancia), creado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y la constelación GLONASS (Sistema Global de Navegación por Satélite) creada por el Departamento de Defensa de Rusia. El principal cometido de ambas es obtener el posicionamiento de un objeto en la superficie de la tierra.

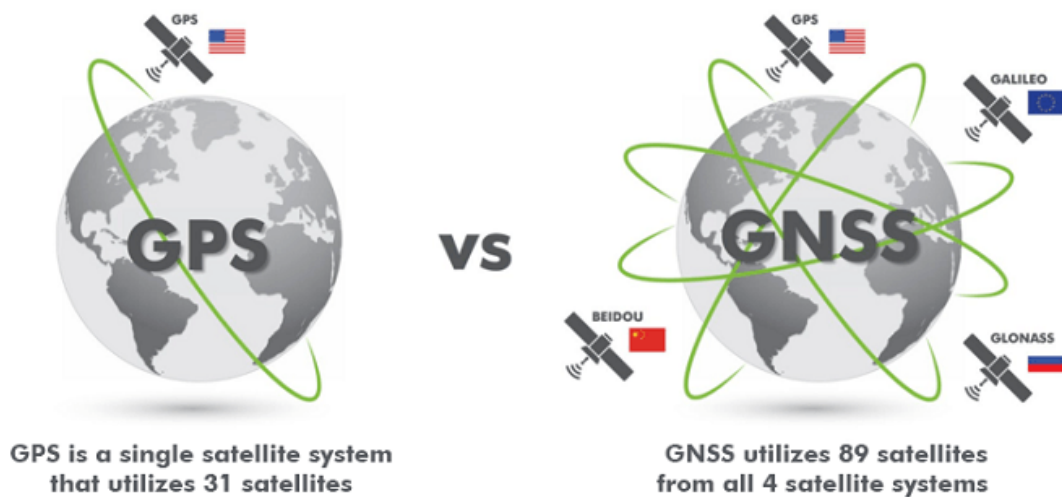


Figura 3: Comparación de ambas constelaciones (tomado de Google imágenes, 2023).

NAVSTAR GPS

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de localización diseñado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con fines militares para proporcionar estimaciones precisas de posición, velocidad y tiempo. Está operativo desde 1995 y consta de 24 satélites para determinar, por triangulación, la altitud, longitud y latitud de cualquier objeto en la superficie terrestre.



En el ámbito civil, debido a razones de seguridad, solo se permite el uso de un subconjunto degradado de señales GPS. Sin embargo, la esfera civil ha encontrado alternativas para obtener una excelente precisión en la localización mediante las técnicas diferenciales.

GLONASS

El sistema llamado Global Navigation Sattelites System, se desarrolló en la Ex Unión Soviética. De características similares al anterior y también diseñado con fines militares, reservó un subconjunto de señales para aplicaciones civiles. De los 24 satélites iniciales, actualmente solo funcionan 14.



Para entender la conexión entre los sistemas es importante dividirlos en tres sectores fundamentales y dependientes entre sí: el sector espacial, el sector de control y el sector de usuarios.

1. Sector espacial

Este sector lo conforman los satélites de las constelaciones NAVSTAR y GLONASS que orbitan alrededor de la tierra. También existen otras constelaciones de comunicación, como "INMARSART" o GlobalStar. La primera con sede en Reino Unido que provee servicios satelitales móviles, de propiedad privada que orbitan de manera geosíncrona o estacionaria alrededor del planeta.

2. Sector de control

Tiene como misión el seguimiento continuo de todos los satélites de las constelaciones para las siguientes fases:

- Establecer la órbita de cada satélite.
- Informar parámetros y horarios para que puedan difundir a los usuarios.

Se componen de estaciones de control, seguimiento, referencia, enlace terrestre y centro de procesamiento.

3. Sector de usuarios

Este sector está compuesto por el instrumental que deben utilizar los usuarios para la recepción, lectura, tratamiento y configuración de las señales. Los elementos son el equipo de observación y el software de cálculo.

La importancia de los tres segmentos descritos reside en que su interacción dará como resultado el posicionamiento de la máquina (Figura 4), lo que constituye el aspecto central de la AP (Damilano, 2021).

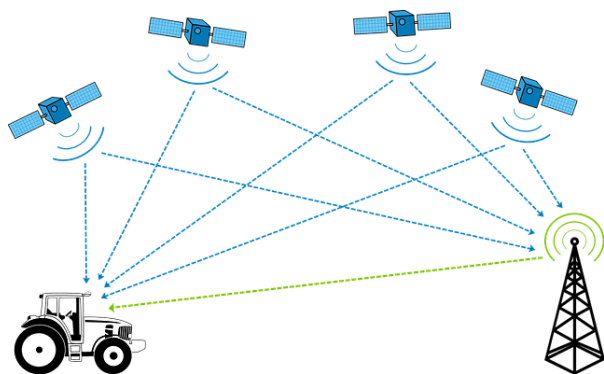


Figura 4: Esquema de comunicación entre la máquina, la antena y el satélite en posicionamiento global. (Grupo Deca, 2023)

La Agricultura de Precisión en la Argentina

En nuestro país, la experimentación en estas tecnologías se inicia alrededor de la década del 90, de la mano del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Manfredi con el Ingeniero Agrónomo Mario Bragachini como principal referente. Actualmente, cinco estaciones experimentales ubicadas en cuatro provincias (Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos) son coordinadas desde la EEA Manfredi.

En la región del sudoeste bonaerense, la AP no ha sido cuantificada y solo ha sido adoptada y llevada adelante por productores innovadores. Estudios realizados en la región analizando rendimiento y NVDI 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). El uso de esta tecnología presenta una gran oportunidad para lograr mejores rendimientos y hacer más eficiente la producción en la zona debido a la gran variabilidad que existe entre lotes y dentro de los mismos.

La maquinaria agrícola para la AP

En la actualidad, existe una tendencia a desarrollar nueva maquinaria agrícola que integra innovadores sensores junto al equipamiento para realizar operaciones en el campo, de modo que se ajuste su funcionamiento a las necesidades del cultivo de manera inteligente y automática. La sensorización y conexión de las diferentes fuentes de datos resulta clave en este nuevo entorno de la AP. De este modo, las máquinas agrícolas son cada vez más inteligentes y se adaptan a las condiciones del cultivo y del ambiente, así como a los requisitos de producción del agricultor. La interoperabilidad - máquinas conectadas entre sí - son un factor clave de éxito en la AP. Cuando estas

máquinas se comunican con los sistemas relacionados, por ejemplo, los sistemas de gestión agrícola, estamos ante una nueva realidad del mercado de la maquinaria agrícola.

Hoy en día son numerosas las firmas nacionales e internacionales que han incorporado las nuevas herramientas necesarias para llevar adelante la AP. Entre las más reconocidas, se destaca John Deere, la marca del ciervo, cuyo creador, un herrero innovador que, en busca de satisfacer las necesidades de sus clientes, creó el primer arado de autolimpieza en el año 1837 (John Deere, s/f).

Desde entonces, el alto nivel de calidad y compromiso de satisfacción de sus usuarios se mantuvo a través de los años en la compañía haciendo posible que ese pequeño taller se transforme en Deere & Company. Con sede central en Moline, Illinois (Estados Unidos), está presente en todo el mundo, con cuatro divisiones principales:

- equipos agrícolas como tractores, sembradoras, cosechadoras y pulverizadoras;
- equipos de construcción y equipos forestales;
- motores diésel y
- divisiones de apoyo (servicios financieros, energéticos y piezas de recambio).

Actualmente, cuenta con presencia en más de 130 países, más de 55000 empleados en el mundo y operaciones de producción en 15 países (Argentina, Brasil, Canadá, Finlandia, Francia, Alemania, India, México, Holanda, Nueva Zelanda, Rusia, Sudáfrica, España y Estados Unidos). En América del Sur, John Deere cuenta con oficinas en Porto Alegre (Brasil) y Rosario (Argentina), siendo esta última una plaza muy importante para el área agroindustrial de nuestro país, importando productos desde 1984 (John Deere, s/f).

En nuestro país, John Deere cuenta con más de 100 puntos de venta, con atención disponible todos los días de la semana. Desde allí ofrece el respaldo posventa en repuestos, respetando los máximos estándares de calidad, en forma rápida y eficiente, al servicio del productor agropecuario.

Navarro SA

Se trata de una firma nacida en 1975 en la localidad de Coronel Pringles, a unos 130 km al noreste de Bahía Blanca, zona que cuenta con una marcada tradición rural y un papel protagónico a través de la producción agropecuaria. En 1985, la firma pasa a

constituirse concesionario oficial John Deere en manos de su fundador Alfredo Navarro (Navarro, s/f).

A medida que la empresa crece, se hace eco de las necesidades del sector agropecuario surgidas de la constante búsqueda de capitalización de los productores en el campo de las maquinarias para poder realizar producciones más eficientes y con mejores rindes. Por otro lado, con la intensión de brindar soluciones a la alta demanda de soporte técnico y mano de obra calificada en el servicio, calibración y mantenimiento de las distintas maquinarias, etc., la firma expande su zona de influencia incorporando nuevos puntos de venta, fortaleciendo de esta manera, su relación con John Deere a través de la ampliación del área de responsabilidad (ADR) de la empresa (Figura 5).

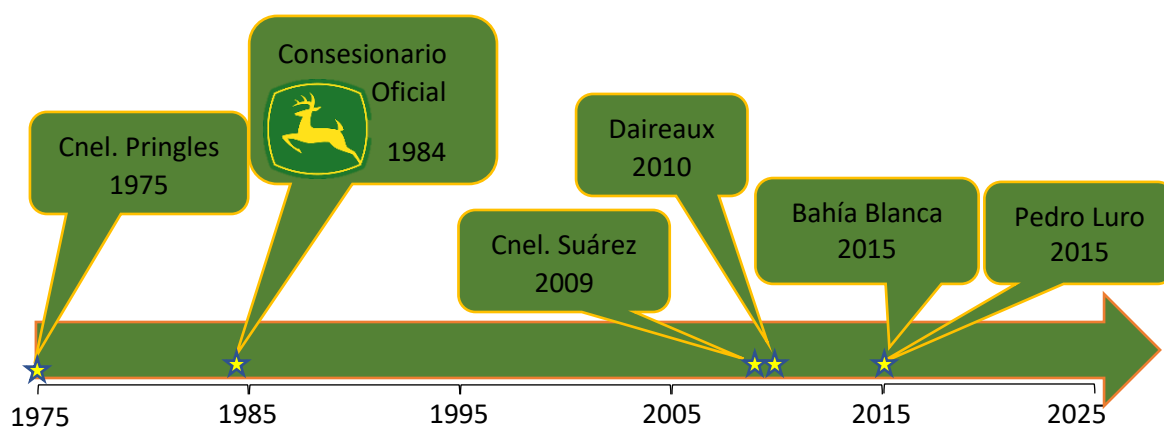


Figura 5: Evolución de la firma Navarro SA y del área de responsabilidad desde su nacimiento (1984, 2022).

El crecimiento de la empresa ha ido complejizando su estructura, de manera que actualmente, consta de cinco gerencias coordinadas por una gerencia general y un directorio (Figura 6).

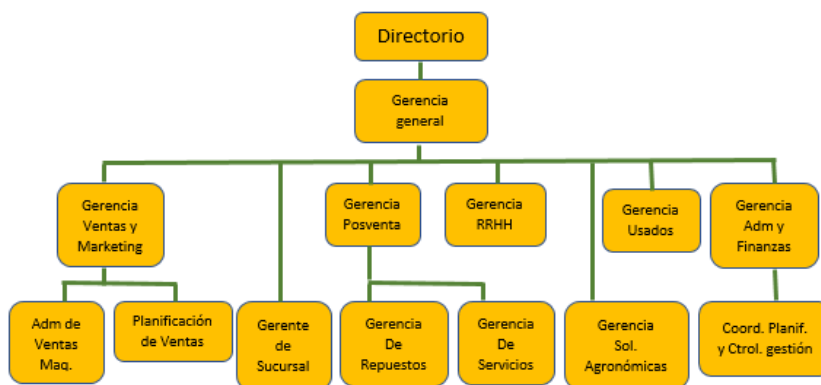


Figura 6: Organigrama de la empresa (realizado con datos de Damilano, 2021).

A partir del vínculo comercial entre Navarro SA y John Deere, se definen los nuevos lineamientos de la empresa, expresados en su misión, visión y valores.

Misión

La misión es ofrecer tecnologías, servicios y productos de calidad, enfocados en las expectativas de los clientes, produciendo un crecimiento sustentable, adaptándose a los cambios y liderando las transformaciones del mercado mediante el desarrollo del equipo, la mejora continua de los servicios y el compromiso con los accionistas y la comunidad.

Visión

La visión es la de ser líder en soluciones para el agro de la región, basados en los valores y la calidad de la gente, que les permita satisfacer las necesidades de los clientes y establecer relaciones sustentables en el tiempo.

Valores

- Profesionalismo
- Seriedad
- Actitud
- Comunicación

Siguiendo los nuevos lineamientos de John Deere, Navarro SA impulsa la transformación hacia una AP brindando los equipos y soluciones necesarias para lograrlo. En los últimos años desde la empresa, observaron que los clientes adquirirían máquinas como tractores, cosechadoras, sembradoras, pulverizadoras y picadoras, con todos los sistemas disponibles, pero no los aprovechaban en toda su potencialidad. Es así que nace “Soluciones Agronómicas”, como una forma de ofrecer servicios a cada cliente en el asesoramiento y recomendaciones en lo que respecta a siembra variable, pulverización y cosecha, teniendo como eje central a la producción sustentable.

Para enmarcar la experiencia de esta pasantía se detallan a continuación las características más relevantes de la empresa ordenadas a través de la herramienta FODA:

Fortalezas:

- Posicionamiento de John Deere en la región

- Credibilidad y prestigio en la marca
- Dominancia del mercado
- Innovación y tecnología
- Disponibilidad de recursos

Oportunidades:

- Comenzar el área de cero
- Pasantés con conocimientos previos
- Sinergia y predisposición del equipo
- Escucha activa de la gerencia

Debilidades:

- Ausencia de referentes de consulta dentro de la empresa
- Falta experiencia y de elementos adecuados para la actividad por ser una actividad nueva
- Dificultad de aceptación en la propia empresa de entender el valor agregado de la Solución integral Agronómica

Amenazas:

- Competencia de dentro y fuera de la empresa
- Resistencia por parte de algunos productores con años en el sector
- Costos de las herramientas a utilizar
- Dificultad en los asesores agronómicos de los clientes en visualizar a la Solución agronómica de Navarro SA como herramienta complementaria de trabajo

[Pasantía laboral en Navarro SA](#)

En el año 2021, Navarro SA y el Departamento de Agronomía de la Universidad del Sur, suscribieron un convenio marco a partir del cual se implementó una serie de pasantías laborales para alumnos avanzados de la carrera de Ingeniería Agronómica. Este trabajo corresponde a una de ellas y tiene por objetivo analizar el área recientemente implementada bajo el nombre de “Soluciones Agronómicas”.

A pesar de la gran trayectoria de la empresa y su enorme vinculación con el sector agropecuario, la misma no contaba con profesionales relacionados al área como médicos veterinarios o ingenieros agrónomos. Es por esto que el desafío de armar un área de “soluciones agronómicas” desde cero ha sido muy grande.

Las “soluciones agronómicas”, se apoyan en dispositivos y softwares que se utilizan en las distintas etapas del proceso productivo. La “solución cosecha” es la que se describe en este trabajo.

Según la FAO, la cosecha se define como:

“La separación de la planta madre de la porción vegetal de interés comercial, pueden ser frutos como tomates, pimiento, manzana, kiwis, etc.; raíces como remolacha, zanahoria y otras; hojas como espinaca, bulbos, tubérculos, entre otros.”

Durante las primeras décadas del siglo XX, la cosecha mecanizada se fue volviendo una realidad, a medida que los avances tecnológicos revolucionaron la industria y permitieron que la cosecha manual en grandes extensiones quedara atrás. En los años 90’ la industria de la maquinaria agrícola volvió a sufrir otra revolución, esta vez por parte del posicionamiento satelital, las redes y la tecnología electrónica.

Objetivo General

Analizar la experiencia laboral como pasante de Navarro SA, haciendo uso de las herramientas de la AP de John Deere (“Soluciones Agronómicas”), abarcando el ciclo productivo con énfasis en el momento de cosecha y su análisis socio-económico.

Objetivos Específicos

- Describir el proceso que involucra el seguimiento del cultivo en su etapa final, la determinación de rindes, utilizando la herramienta de la solución “cosecha” de John Deere y su impacto en el cultivo.
- Analizar desde un aspecto socio-económico la experiencia y compararla con el sistema convencional.
- Proponer mejoras en procesos de AP.
- Demostrar como la utilización eficiente de los recursos y tecnología promueve la productividad y sustentabilidad del sistema productivo.

Objetivos Personales

- Fortalecer los conocimientos teóricos aprendidos a lo largo de la carrera y contextualizarlos en situaciones reales de trabajo.
- Desarrollar criterios de observación y juicio en situaciones específicas.
- Adquirir nuevas herramientas y conocimientos para el futuro profesional.
- Adquirir una primera experiencia que facilite la inserción laboral.

Experiencia Adquirida

Pasantía en Navarro SA – John Deere

Las actividades descritas en este trabajo se enmarcaron en una Pasantía Laboral que tuvo lugar en la empresa Navarro SA - John Deere, dentro de la ADR que involucra los partidos de Coronel Pringles, Daireaux, Coronel Suárez, Pedro Luro y Bahía Blanca. Las mismas estuvieron bajo la supervisión del Gerente de Ventas y Marketing, en el área Maquinarias, Lic. Santiago De Angelis.

La pasantía tuvo una duración de 12 meses a partir del 22 de marzo de 2021, finalizando en la misma fecha del 2022, sumando un total de 960 horas que incluyeron trabajo en oficina (en la sede central administrativa de Bahía Blanca) y de campo.

En primer lugar, se hizo un estudio de mercado y se elaboró un plan de trabajo para realizar trazabilidad del proceso. Para ello, se tomaron cuatro clientes clave de la empresa y se les ofreció el servicio completo que incluía: mapeo, muestreo, ambientación y prescripciones.

Para cumplir con los objetivos planteados, se realizaron visitas a diferentes establecimientos y en las que se extrajeron muestras de suelo y se hizo uso de diversas plataformas y software. En particular, se utilizó AURAVANT¹ para la confección de las ambientaciones y prescripciones y JD LINK² para la carga y manejo de datos del productor. Además, se desarrollaron análisis económicos en base a semilla y fertilizantes.

En este trabajo se presenta uno de los casos de estudio relacionado a la experiencia de siembra de trigo (campaña 21/22). Por cuestiones de confidencialidad, no se revelará su identidad ni la de la firma propietaria.

¹ Plataforma de agricultura digital que facilita el seguimiento y la toma de decisiones. A partir de imágenes satelitales y capas de información georreferenciada y procesadas digitalmente. Se le permite al usuario comprender la variabilidad del terreno. Esto, junto con el relevamiento en campo, permite accionar de forma variable, maximizando rindes, minimizando costos y reduciendo el impacto ambiental (Auravant, s/f).

² Servicio de Conectividad JDLink™ es un sistema telemático de John Deere de gerenciamento de Informação. Proporciona informação essencial de la máquina, como la ubicación, horas de máquina y alertas y permite la asistencia remota con diagnóstico a distancia a través del sistema Service ADVISOR™ Remote. Se adapta a cualquier marca y modelo de equipo (John Deere, s/f).

Ubicación del lote

El caso de estudio se encuentra situado en la provincia de Buenos Aires, a 14 km al Este de la localidad de Pehuajó, ubicada en el partido homónimo (Figura 7).



Figura 7: Partido de Pehuajó (tomado de Mundo agrario, 2023).

La localización exacta del establecimiento es 35°48'00" latitud sur y 61°52'00" longitud oeste y se ingresa por la ruta provincial N° 226 (Figura 8A). Cuenta con una superficie total de 140 ha productivas (Figura 8B).



Figura 8: Imágenes satelitales del establecimiento rural objeto del estudio. A: en relación a la ciudad de Pehuajó; B: Detalle de los límites del campo (tomadas con Google Earth, 2023).

Caracterización climática

El clima es templado húmedo intermedio. La temperatura en el verano ronda 10°C a 15°C por las noches y 27°C a 35°C durante el día. En el invierno son frecuentes las heladas, con mínimas de unos pocos grados bajo cero, siendo la media anual de 16°C (MeteoBlue, s/f).

La precipitación media anual de los últimos 30 años de la zona es de 950 mm. El mes más seco del año es junio, mientras que el más lluvioso es marzo (Figura 9).

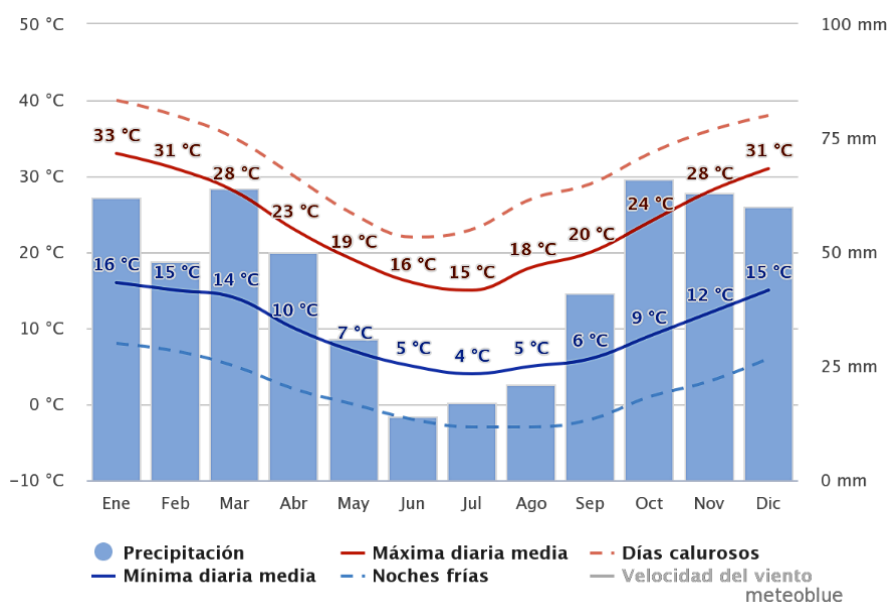


Figura 9: Temperaturas y precipitaciones mensuales promedio del partido de Pehuajó en los últimos 30 años (Tomado de MeteoBlue, 2023).

Caracterización edáfica

Los suelos de la zona están formados por sedimentos de origen eólico correspondientes a dos ciclos de sedimentación superpuestos. El más antiguo, de textura franco arcillo limosa, dio lugar a suelos de perfil A1, B2, B3 y C, cuyo horizonte superficial fue posteriormente eliminado por erosión eólica. Sobre el B2 arcilloso se acumuló una capa arenosa moderna de más de 30 cm de grosor donde formó un nuevo horizonte A. Cuando el espesor de la capa superior alcanza más de 150 cm, aparecen Hapludoles énticos o típicos generados sobre un solo material originario. En las planicies se desarrollan Hapludoles; en la transición a áreas más bajas y sectores deprimidos se encuentran Hapludoles y Natralboles (Álvarez R et al., 2009).

Los suelos del distrito se encuentran ubicados en posiciones de crestas de lomas y medias lomas, dentro de cordones medanosos con relieve suavemente ondulado y

pendientes de alrededor de 1%. Cuentan con drenajes algo excesivos dependiendo de la posición y cierta susceptibilidad a la erosión eólica. Su capacidad de uso es IIIs (Gil R y Peralta G, 2012).

Trabajo previo realizado en el Lote

El caso de estudio desde la “solución siembra” fue descrito en Damilano (2021), haciendo énfasis en los trabajos previos de muestreo, ambientaciones y prescripciones y el seguimiento del cultivo hasta el mes de agosto.

La semilla de trigo utilizada fue de la marca Don Mario, variedad Ñandubay. La secuencia de los cultivos antecesores:

- 2018/2019: Trigo – Soja de segunda
- 2019/2020: Maiz tardío
- 2020/2021: Soja – Trigo

Según palabras del productor se había efectuado una fertilización previa a la siembra, sobre el barbecho. Aplicando 100 kg de urea al voleo.

Teniendo en cuenta los cultivos antecesores, se buscaron imágenes satelitales de NVDI del periodo crítico de cada uno de ellos, se seleccionaron las que más se correspondían con el lote y a estas se le sumaron imágenes de rindes previos.

Con esta información, y mediante el uso de la plataforma Auravant, lo primero que se realizó fue la determinación de tres ambientes (Figura 10):

- Ambiente 1, correspondiente a las zonas de mayor productividad (rendimiento de maíz 8 t ha^{-1} y de soja $3,5 \text{ t ha}^{-1}$);
- Ambiente 2, correspondiente a las zonas de mediana productividad (rendimiento de maíz 6 t ha^{-1} y de soja 2 t ha^{-1});
- Ambiente 3, zonas inundables y con salinidad, donde se dificultan las tareas de cosecha.

Luego se realizó una evaluación a campo con la finalidad de corroborar si lo realizado mediante el software era coincidente con la realidad. Para ello se efectuó una visita al lote (26/05/2021) para determinar cobertura, textura, profundidad efectiva y posición del paisaje, lo que permitió obtener la ambientación final resultante (Figura 10).

Más adelante se prosiguió con la determinación de la dosis de insumos por ambiente, y para ello, previamente, se efectuó el muestreo del suelo a distintas profundidades y diferenciando por ambiente.



Figura 10: Mapa con los ambientes definidos en el campo (imagen tomada de Auravant, 2021).

Una vez terminados los pasos previos se establecieron las dosis de insumos (semilla y fertilizante) para la línea testigo y cada ambiente (Tabla 1).

Tabla 1: Cuantificación de insumos por ambientes en el establecimiento rural estudiado. Semilla Don Mario var. Ñandubay; MAP: fosfato monoamónico (11-23-0) (adaptado de Damilano, 2021).

Ambiente	Superficie (ha)	Rinde esperado (t ha ⁻¹)	Semilla (kg ha ⁻¹)	MAP (kg ha ⁻¹)	Plantas m ⁻²
1	68,64	4	133	100	320
2	41,12	3,5	116	80	280
3	26,75	3	100	105	240
4 (testigo)	3,25	3,5	140	115	336

La siembra, que se inició el 25 de junio del 2021 y finalizó el 28 del mismo mes, se llevó a cabo con un equipo formado por un tractor John Deere 8245 R con una sembradora 1890 Airdrill de 11 m.

Previo a iniciar la siembra propiamente dicha, se cargó la prescripción al tractor del cliente desde el software JDLINK y cuando el maquinista encendió el monitor de la unidad, se lo guió telefónicamente con unos simples pasos para que pueda dar inicio a la siembra, siguiendo el mapa con las dosis propuestas. (Damilano, 2021)

Terminadas las labores de siembra, se visitó regularmente el lote y se realizó el seguimiento mediante las plataformas ya descritas. Las mismas son capaces de emitir alertas para avisar cambios anormales en el comportamiento del cultivo.

No se realizó ninguna fertilización post siembra.

Seguimiento del cultivo

El seguimiento del cultivo realizó de forma satelital y teniendo en cuenta los índices de NDVI y GNDVI (Índice de vegetación de Diferencia Normalizada Verde), así como las imágenes satelitales. Tanto el NDVI como el GNDVI toman valores del 0 al 1, siendo aquellos cerca del 0 los correspondientes a canopeos más amarillentos y los más verdes, los cercanos al 1.

En este punto de la campaña, el índice que mejor indica el estado del cultivo es el de GNDVI dado que es más sensible a la variación de clorofila en el cultivo que el NDVI y presenta un punto de saturación más alto. Por lo tanto, puede ser utilizado en cultivos de canopeos densos o en etapas más avanzadas de desarrollo de los cultivos.

Para seleccionar un valor de referencia de NDVI se toman los momentos críticos del cultivo. En este periodo se define el número de granos por espiga y comprende desde unos 20 días previos a la floración (cuando en el tallo principal se cuentan tres nudos aproximadamente) hasta siete días posteriores a la floración (Brach, 2011). En un cultivo convencional de otoño-invierno, esto se produce alrededor de mediados de septiembre.

La Figura 11 muestra valores de NDVI en el lote bajo estudio en el periodo 2017 – 2021. En la misma se puede observar que, en los momentos críticos, los valores son cercanos a 1, por lo tanto, el cultivo se encuentra en buen estado y desarrollo, respondiendo de manera correcta a su estado fenológico.

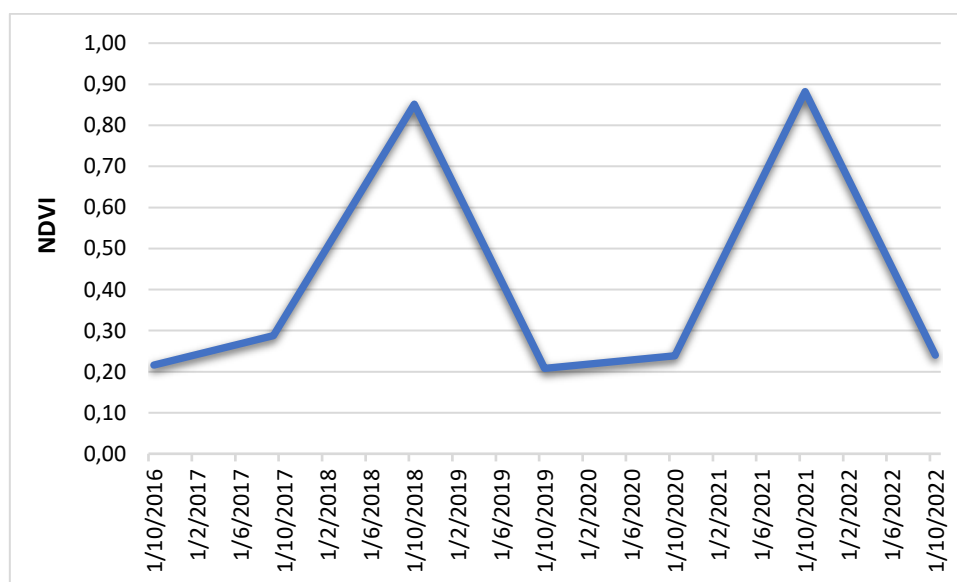


Figura 11: Datos de NDVI histórico del Lote 10 (tomados de Auravant, 2023).

Etapa de Cosecha

Las nuevas cosechadoras, y en particular la adoptada en la experiencia, perfeccionan la trilla de grano, logran la autonomía en las tareas de manejo y simplifican la labor del operario, permitiendo al mismo tener una mayor facilidad a la hora de regularlas para realizar las actividades de manera automática, rápida y efectiva.

Monitoreo de rendimiento

Esta tarea consiste en la medición de la cosecha de un cultivo en espacio-tiempo y su extrapolación a un mapa en el que se identifican las diferencias en rendimiento dentro del lote. Para ello se procede a la toma, análisis y procesamiento de datos de rendimientos de los cultivos y su localización en los lotes. La presencia de sensores, sistemas de posicionamiento y distintos avances de software hacen posible todo ello.

Con los mapas de rendimiento es posible identificar áreas dentro del lote y ajustar el manejo o la cantidad de insumos utilizados para mejorar la performance del cultivo en próximas campañas.

La forma más utilizada para la medición de rendimiento involucra el pesado del grano luego de la trilla, la separación y limpieza del mismo. El rendimiento es expresado en kilos, y en este parámetro el contenido de humedad juega un rol muy importante. Contenidos diferentes de humedad pueden lograr que dos muestras de un mismo grano pesen distinto.

El equipo necesario para estimar el rendimiento se compone de una serie de sensores en conjunto con un monitor que recolecta toda la información:

- **Monitor de rendimiento instantáneo o de tiempo real:** mide y graba rendimientos sobre la marcha (Figura 12).

Los datos necesarios para que el monitor trabaje son:

1. Flujo de grano por unidad de tiempo
2. Humedad del grano por unidad de tiempo
3. Velocidad de avance de la cosechadora
4. Ancho del corte de cabezal

Componentes necesarios de un monitor de rendimiento:

1. Sensor de flujo de grano
2. Sensor de humedad del grano
3. Sensor de velocidad de avance

4. Switch de posición del cabezal
5. Consola del monitor
6. Receptor DGPS

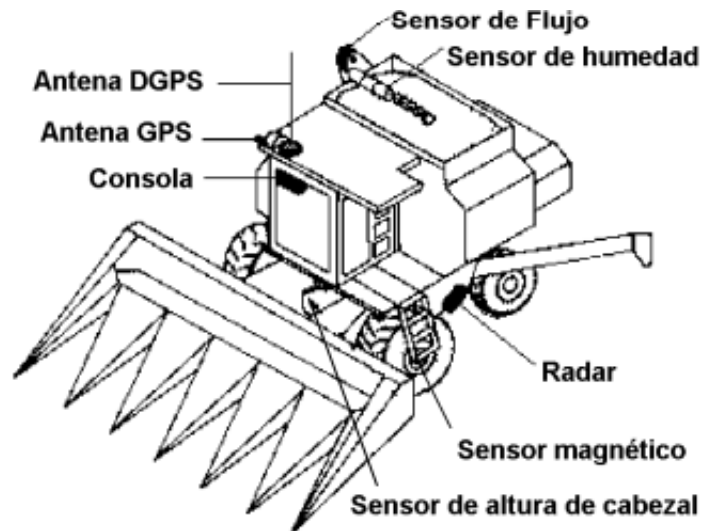


Figura 12: Esquema de los componentes de un monitor de rendimiento con posicionamiento satelital y su ubicación en la cosechadora (Bragachini M et al., 2020).

Para el caso de estudio, para la cosecha del cultivo de trigo se utilizó la solución cosecha de John Deere y su tecnología.

Las cosechadoras de grano Serie S de John Deere están diseñadas para aumentar de manera considerable la calidad de cosecha. La tecnología de su rotor reduce en un 20% la fuerza requerida para mover el material a través de la cosechadora. La serie está integrada por los modelos S760, S770, S780 y S790 diferenciándose principalmente en la potencia de sus motores y los opcionales que traen de fábrica. Esta serie presenta distintas novedades como:

- *Monitor 4600 Gen4 CommandCenter*

Este monitor (Figura 13) se diferencia de su antecesor gracias a su nuevo hardware compuesto por botones programables y un joystick nuevo, lo que reduce el tiempo de configuración en un 10%. Además, cuenta con pantalla táctil de 11 pulgadas integrada con Autotrak y documentación completa de base.



Figura 13: Monitor 4600 Gen4 CommandCenter (Tomado de John Deere, 2023).

- *IAC2 y Combine Advisor*

Estos mecanismos controlan y ajustan automáticamente los sistemas de trilla y limpieza a través de cámaras integradas (Figura 14) para aumentar la calidad y disminuir las pérdidas.

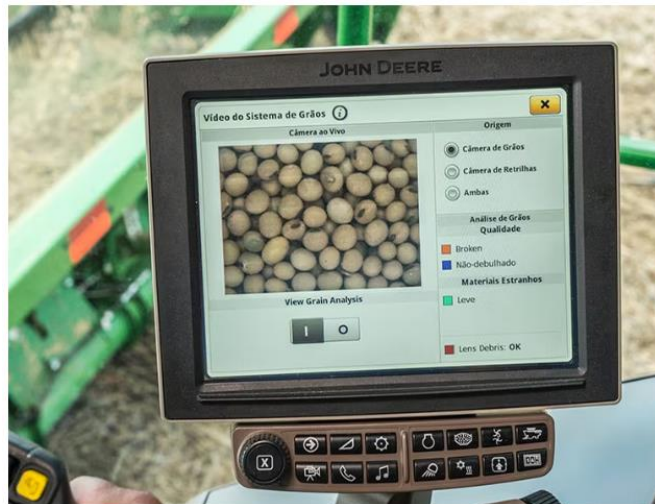


Figura 14: IAC2 y Combine Advisor (tomado de John Deere, 2023).

- *ActiveYield*

Provee calibración continua de la cosecha a través de sensores y de balanzas ubicadas en la tolva de llenado.

Estas balanzas (Figura 15) estiman el cambio de peso de los granos a medida que la tolva se va llenando. Un software utiliza el sensor de humedad y compara los datos de la balanza en el tanque de grano con la del elevador de grano limpio. Esto ajusta la curva de calibración del sensor para minimizar el error mejorando, al mismo tiempo, la precisión de los mapas de rendimiento y la recolección de datos.



Figura 15. Balanzas que integran el ActiveYield (tomado de John Deere, 2023).

- *HarvestSmart*

Es un sistema de control adaptable sobre la marcha para cosechadores de la Serie S, diseñado para controlar de manera automática la velocidad de avance durante la cosecha. El sistema garantiza que la cosechadora mantenga una carga de cosecha

constante, modificando automáticamente la velocidad de avance para compensar las variaciones de cultivo que no sean visibles para el maquinista.

- *Sistema de limpieza Dyna-Flo Plus*

Zaranda más liviana por sus materiales y de mayor superficie (Figura 16), lo que permite que el material permanezca mayor tiempo en la misma y por lo tanto la limpieza sea mayor.

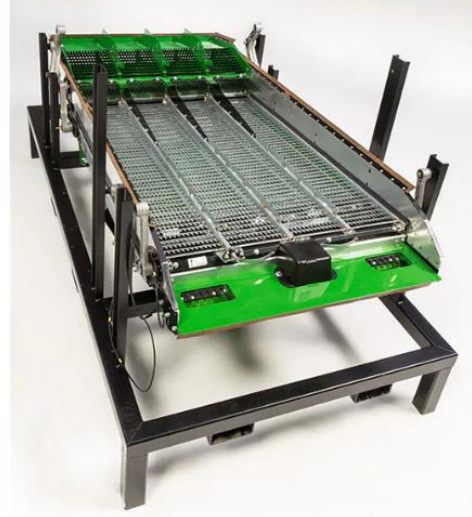


Figura 16: Sistema de limpieza Dyna-Flo Plus (tomado de John Deere, 2023).

Actividades realizadas

La “solución de cosecha” utilizada en el lote estudiado estuvo compuesta por:

- Cosechadora S790 con ProDrive (Figuras 17)
- Plataforma 745FD (Figura 18)
- Monitor GS4 4600
- Receptor StarFire 6000
- Automatización 1.0: Control de secciones, sincronización de datos, compartición de datos en trabajo a campo, RowSense, automatización de giros AutoTrak y guiado de aperos AutoTrak
- JDLINK activo



Figura 17: Fotografía de la Cosechadora S790, (tomadas de la demostración , 2021).



Figura 18: Fotografía de la plataforma 745FD, (tomada de la demostración , 2021).

Estimación de rinde

Se realizó una estimación del rinde a campo para que el cliente pueda apreciar el valor agregado de tener, de manera previa, el rinde aproximado por ambiente y como esto impacta positivamente en la toma de decisiones a futuro con respecto a labores y a la comercialización (Tabla 2).

Tabla 2: Cálculos de rendimiento ($t\ ha^{-1}$) tomados en el lote del cliente.

	Rendimiento promedio ($t\ ha^{-1}$)	Promedio ($t\ ha^{-1}$)
Ambiente 1	6,69	5,10
Ambiente 2	5,17	
Ambiente 3	3,28	

Debido a que los 3 ambientes definidos no contemplan la misma cantidad de hectáreas entre ellos, el promedio del rendimiento no corresponde a una medida aritmética, sino que se tienen en cuenta el “tamaño” de cada ambiente (amb 1: 68,64 ha; amb 2: 41,12; amb 3: 26,75).

Se puede apreciar que las estimaciones reflejan una mejoría con respecto al rendimiento histórico de la zona ($4500\ kg\ ha^{-1}$) (ministerio de agricultura, ganadería y pesca, 2021) y se correlacionan de manera correcta de acuerdo al ambiente en el que se expresan.

Por otro lado, el día 27 de diciembre del 2021 comenzaron las tareas para determinar las condiciones del cultivo, principalmente la humedad y se pusieron en marcha diferentes pruebas para poner en evidencia las herramientas con las que cuenta la cosechadora para facilitar el trabajo del operario y maximizar rindes.

Como se mencionó anteriormente, primero se determinó la humedad del cultivo para confirmar su estado óptimo para la cosecha. Para esta tarea se utilizó el humidímetro de la marca John Deere, modelo SW5300 (Figura 19).



Figura 19: Humedímetro John Deere SW5300 utilizado en Lote 10 del campo de Pehuajó.

La determinación a campo se realizó tomando al azar tres muestras en el lote, se trillaron las espigas y se colocaron las distintas muestras de los granos en el recipiente del dispositivo (Figura 20). El mismo cuenta con lectura directa de 40 especies de granos, por lo que se seleccionó el deseado y se tomó la lectura. La humedad de esa muestra fue **8,37%**.



Figura 20: Vista de los granos en el recipiente del humidímetro.

Mediciones y pruebas

El mismo día que se determinaron las condiciones (humedad) del cultivo para su cosecha, se utilizaron las distintas herramientas que provee la solución de John Deere explicadas anteriormente.

ICA2 y CombineAdvisor:

Se tomaron tres muestras de granos (mañana, media tarde y noche) y con este dispositivo se estimaron las pérdidas con la función *Automantenimiento* activada y desactivada en la cosechadora (Tabla 3).

Tabla 3: Datos promedio tomados de Demo realizada en lote del cliente.

Muestras de Trigo	Peso Total (k)	Grano Partido (%)	Materia Inerte (%)	Vainas sin abrir (%)
Sin Ajuste Automático	8220	3,5	7	0,8
Con Ajuste Automático	8300	0,6	2	0,3

Según los datos recopilados se puede observar una mejoría. Por un lado, un mayor peso total que se traduce en mayor cantidad de granos y, por otro lado, un aumento considerable de la calidad del producto, disminuyendo de manera notable el porcentaje de pérdidas en las tres variables: grano partido, materia inerte y vainas sin abrir.

ActiveYield:

Para la toma de datos se realizaron los siguientes pasos:

- 1- Llenado de la tolva al máximo
- 2- Descarga al monotolva
- 3- Registro de los pesos

Esta operación se realizó con y sin la activación de ActiveYield (Tabla 4). Puede observarse que los porcentajes de variación son menores con la aplicación ActiveYield activada a diferencia de su contraparte.

Tabla 4: Datos tomados de Demo realizada en lote del cliente, 2021.

Muestra	Con ActiveYield			Sin ActiveYield		
	Tolva (kg)	Monotolva (kg)	Variación (%)	Tolva (kg)	Monotolva (kg)	Variación (%)
1	8016	8350	4	8455	8775	3,64
2	6163	6310	2,3	9054	9270	2,33
3	8522	8670	1,7	8950	9105	1,70
4	8917	9035	1,3	8893	9096	2,23
5	9080	9172	1	9154	9334	1,92
6	8939	9076	1,5	8766	8966	2,23
Totales	49637	50613	1,9	53272	54546	2,3

HarvestSmart:

Se utilizó el Centro de Operaciones en el mismo lote y con todos los contadores en cero. Luego se cosechó durante dos horas sin HarvestSmart y otras dos con el sistema prendido (Tabla 5).

Tabla 5: Datos tomados de Demo realizada en lote del cliente, 2021.

	Sin HS	Con HS	% Variación
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	5045	5100	1
Velocidad promedio (km h ⁻¹)	6,5	6,5	0
Eficiencia promedio (ha h ⁻¹)	6,4	7,5	17
Consumo promedio (L ha ⁻¹)	11,8	11,2	5
Superficie (ha)	12,1	15,2	24
Eficiencia de trabajo (ha. día ⁻¹)	57,6	67,5	17,1

Al observar la eficiencia de trabajo promedio medida en ha por día, la diferencia del 17,1 % expresa que utilizando la tecnología HarvestSmart se pueden realizar 9,9 ha adicionales.

Teniendo en cuenta que el productor realiza 4000 ha por campaña aproximadamente, la tecnología HarvestSmart le permitiría incrementar ese total en 684 ha adicionales.

Medición de pérdidas

Las mediciones se realizaron bajo el método del INTA PRECOP (IntaInforma, 2017). El método puede ser utilizado para cultivos de soja, trigo, cebada, sorgo, entre otros.

El mismo requiere de un observador y de cuatro aros de 56 cm de diámetro, es de aplicación directa en el campo y permite calcular pérdidas de precosecha y mermas específicas relacionadas con el proceso de cosecha *per se* ocasionadas por la cosechadora.

Al principio el trabajo se enfocó en las pérdidas precosecha. Para esto, se colocaron los cuatro aros (Figura 21) en distintas zonas representativas del lote y se juntaron los granos y vainas que estaban sueltos dentro de cada uno. Los que se encontraban por debajo de la altura de corte se deben contar como pérdidas.



Figura 21: Fotografía tomada de aros con pérdidas en el lote 10, Pehuajó.

Una vez cumplido ese paso, se procedió a contar las pérdidas producidas por la máquina. Para esto se arrojaron los cuatro aros ciegos (con fondo) (Figura 22), uno debajo del cajón de zaranda y los otros tres en el área del cabezal. La máquina debe funcionar de manera normal, es decir con desparramador y espaciador activados.



Figura 22: Aros con pérdidas en lote 10.

Las pérdidas por cola están dadas por la cantidad de granos sueltos que se encuentran en la parte superior de cada aro, en cambio, las mermas por cabezal se miden observando los granos que se encuentran por debajo de los aros ciegos (Figura 23).



Figura 23: Identificación y recuento de granos en aros ciegos.

Posteriormente se procedió a contar el total de granos, prosiguiendo de dos maneras. Se pueden colocar dichos granos dentro de un vaso medidor que relaciona cantidad de granos con kg ha^{-1} , o directamente, se sabe que 333 granos de trigo equivalen a pérdidas por 100 kg ha^{-1} . En el caso de estudio se realizaron tres repeticiones con y sin ajuste (Tabla 6).

Tabla 6: Pérdidas por cola promedio de tres repeticiones tomados en el lote del cliente.

	granos m^{-2}	Kg ha^{-1}	Variación (%)
Sin Ajuste	133	40	92,5
Con Ajuste	10	3	

En base a los resultados se puede observar cómo las herramientas mejoran notablemente la eficiencia de la cosechadora y, por ende, el rendimiento total.

Análisis económico

A continuación, se analiza la “solución cosecha” para cada tecnología y su respuesta en términos económicos.

Tomando como base los resultados mostrados en la Tabla 5, el adicional de 9,9 hectáreas por día de trabajo que resulta en la mayor eficiencia por el uso de la tecnología HarvestSmart, y bajo el supuesto de un costo de cosecha de U\$D 50 (precio de referencia para la zona en diciembre del 2021) arroja un total de U\$D 450 considerando el adicional de la superficie.

Llevando este valor a la superficie que trabaja el productor por campaña (aproximadamente 4000 ha), la implementación de esta tecnología puede interpretarse como una retribución del productor de U\$D 34,200 que obtendría como servicio de cosecha a terceros considerando las 684 ha adicionales.

Por su parte, siguiendo la Tabla 6, al utilizar IAC2 y Combine Advisor, las menores pérdidas de la cosechadora generan un ahorro de U\$D 12,95.

Tabla10: Datos tomados de Demo realizada en lote del cliente, 2021.

	Kg ha ⁻¹	USD perdidos ha ⁻¹
Sin ajuste	40	14
Con ajuste	3	1,05

Pudiendo integrar los análisis de cosecha, adicionando los de siembra, surge claramente que la utilización eficiente de los recursos y tecnología incrementan la productividad y ayudan a la sustentabilidad del negocio agrícola. Particularmente, tomando como referencia la cosecha y teniendo como parámetro el precio de la tecnología Pro Drive (Harvest Smart + Combine Advisor) de u\$s 18000³:

- El ahorro que nos supone la ambientación del lote en semillas + fertilizantes es de alrededor del 40%
- El incremento de ha por campaña, en el ensayo realizado, es de 684 ha, dándonos un extra de u\$s 34200 por campaña.
- Y las pérdidas se disminuyen en un 92,5 % (Ahorrando USD 12,95 por ha)

Podemos evidenciar fácticamente, que no solo los recursos y la tecnología por si solos promueven la productividad y sustentabilidad, el multiplicador es la administración y utilización eficientes de los mismos.

³ Según precio de lista libre de impuestos

Consideraciones finales

La propuesta de la pasantía laboral fue realizar una experiencia en las distintas soluciones de John Deere dentro de un ciclo productivo, participando y tomando un rol activo en todo el proceso. En este trabajo se puso especial énfasis en la solución cosecha.

La solución implementada por la empresa ha permitido desdoblarse sus servicios en dos soluciones claramente diferenciadas, lo que ha mejorado significativamente el servicio que se ofrece a los productores. La introducción de nuevas tecnologías y la oportunidad de incorporar nuevos miembros al equipo de trabajo a través de programas de pasantías ha permitido seguir aprendiendo y mejorando en la prestación del servicio.

En este sentido, la pasantía ha resultado ser una experiencia muy satisfactoria tanto para los pasantes como para el equipo de trabajo. Como pasante pude aplicar mis conocimientos y habilidades en un entorno laboral real, y al mismo tiempo aprender nuevas técnicas y formas de trabajo.

Si bien los estudios y conocimientos previos con lo que contaba al ingresar fueron de muchísima ayuda, al utilizarse nuevas tecnologías, no estaba al tanto de todos los conceptos. Es por eso que fue un proceso de mucho aprendizaje, apoyándome en profesores del Departamento de Agronomía y en los sistemas de soporte de las plataformas utilizadas, tanto John Deere University como los profesionales de Auravant.

Asimismo, logramos una gran sinergia con el equipo de trabajo, supimos entendernos desde el primer momento y logramos complementarnos de manera adecuada para los distintos trabajos a realizar potenciando las virtudes de cada uno y ayudándonos en aquello en lo que sentíamos que no podíamos dar el máximo.

La incorporación de algunos de los pasantes a la planta permanente de la empresa es un resultado concreto fruto del vínculo del Departamento de Agronomía y Navarro -John Deere.

La solución implementada ha permitido mejorar la oferta de servicios y consolidar la posición de la empresa en el mercado, al tiempo que se han generado oportunidades de aprendizaje y crecimiento tanto para los pasantes como para el equipo de trabajo.

Por otro lado, tanto el personal de la empresa como los clientes alcanzados por la solución, pudieron observar por experiencia propia la ventaja comparativa que se

obtiene al utilizar las nuevas tecnologías, que, si bien el costo de implementación es mayor, a largo plazo se recupera la inversión logrando mejores rendimientos y disminuyendo los costos. Además de valorizar la intervención de un profesional idóneo en la materia que cuenta con los conocimientos para la tarea, proporciona un valor agregado a la actividad.

Bibliografía

- Álvarez, R., Leavy, S. y Marino, M. 2009. Zonas Agroeconómicas Homogéneas Buenos Aires Norte. EEA INTA General Villegas & EEA INTA Pergamino. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-zahs_bs_as_norte.pdf, febrero 2023.
- Agroecología Tornos, 2018. Agricultura de precisión, la revolución silenciosa en el sector agrícola. Disponible en: <https://www.agroecologiatornos.com/agricultura-precision-revolucion-silenciosa-sector-agricola/>
- Auravant, s/f. Disponible en Auravant.com, febrero 2023
- Brach, A.M. 2011. Siembra de trigo en verano. INTA Reconquista. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_vye_nro27_siembra_de_trigo_en_verano.pdf.
- Bragachini, M.; von Martini, A.; Méndez, A. 2000. Proyecto Agricultura de Precisión, INTA Manfredi, Componentes de Agricultura de Precisión. Disponible en <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-componentes-ag-precision.pdf>.
- Estimaciones agrícolas, s/f. Disponible en <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>
- Gil, R.C.; y Peralta, G. 2012. MIT Pehuajó, Buenos Aires, Profertil. Disponible en <https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/analisis-ambiental-pehuajo.pdf>.
- García, E. y Flego, F. 2004. Tecnología Agrícola. Universidad de Palermo. Disponible en www.agricultura.de.precision.org
- Grupo Deca, s/f. Disponible en grupodeca.com.mx/rastreador-gps/, abril 2023
- John Deere. s/f. Disponible en deere.com, febrero 2023.
- Navarro S.A – John Deere, s/f. Disponible en navarrosa.com.ar, febrero 2023
- Marote, L. 2010. Agricultura de precisión. Universidad de Palermo. Facultad de Ingeniería. Disponible en https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2012/cyt/numero10/10N_ISEU_CyT10.pdf

- MeteoBlue. Información climática histórica Pehuajó. Disponible en [https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/pehuaj%
%b3_argentina_3841679](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/pehuaj%c3%b3_argentina_3841679), febrero 2023.
- Técnica del aro: medir la eficiencia para reducir las pérdidas, INTAinforma. Disponible en <https://intainforma.inta.gob.ar/tecnica-del-aro-medir-la-eficiencia-para-reducir-las-perdidas/>, febrero 2023
- Valero Ubierna, C. 2001. Agricultura de precisión: conceptos y situación actual. Vida Rural Nº 136, 58-62. ISSN 1133-8938, Disponible en: https://oa.upm.es/6291/1/Valero_36.pdf
- 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.