

Tecnologías digitales al servicio del agro

La implementación de la agricultura de precisión para mejorar los rendimientos con rentabilidad y cuidado del ambiente se ve facilitada gracias a las innovaciones tecnológicas como son las plataformas digitales.

Las **plataformas digitales** son Sistemas de Información Geográfica (GIS por sus siglas en inglés) on line, que permiten tener toda la información en la nube y acceder a ella desde cualquier dispositivo en cualquier parte del mundo

La oferta de plataformas para uso agrícola es numerosa y a veces el productor no tiene la posibilidad de explorarlas para conocer las prestaciones que ofrecen, indagar sobre el entrenamiento que requieren para emplearlas y así decidir cuál plataforma se adecúa a sus necesidades y posibilidades.

El grupo Juramento (ex grupo CREA) solicitó la prueba de las cuatro plataformas a las que se tenía acceso en ese momento: Auravant y Taranis, las cuales tienen convenio con INTA y nos habilitaron todas las prestaciones disponibles, Campo 360 de la que se obtuvo una habilitación temporaria, al igual que la plataforma Field View que habilitó una versión de prueba para este trabajo. Con las plataformas se hizo el seguimiento de un ensayo implantado en un lote de 139 Has de una de las empresas integrantes del grupo.

Se analizaron las fuentes de información y la frecuencia con que se dispone de la misma, los índices con los que trabajan y las posibilidades de uso de los mismos. También se evaluó que tipo de información puede subirse a la plataforma y los formatos que admite, los productos que se obtienen a partir de las mismas y cómo se las visualiza. En el trabajo se emplearon las aplicaciones móviles y se analizó también, en qué medida, las plataformas contribuyen a la implementación de la agricultura de precisión.

A continuación, se describen las características observadas en las plataformas.

Plataforma Auravant

Es una plataforma desarrollada en Argentina, que se retroalimenta y evoluciona por la interacción con los usuarios y la articulación público-privada. Está destinada fundamentalmente al asesor de campo.

Esta plataforma ofrece una herramienta, que se denomina "Usuario gratuito" hasta 1000 hectáreas, en esta opción se ofrecen funciones básicas para trabajar con la plataforma: evolución del cultivo, medición de áreas para seguimiento, aviso de zonas con potenciales problemas y permite cargar mapas de rendimiento. La otra posibilidad es adquirir la versión Premiun con más aplicaciones: ambientación por capas, prescripciones para aplicaciones variables de insumos, mapas ilimitados en versión off-line, estimación de rinde y numerosos colaboradores.

La principal fuente de información son las imágenes satelitales. Las imágenes provistas por el satélite Sentinel 2, con resolución espacial de 10m (estas imágenes están disponibles para el usuario gratuito) y una resolución temporal de 10 días. También se puede acceder a

imágenes de mayor resolución espacial de 5m, provistas por la constelación de satélites Planet Rapideye, con una revisita cada 5.5 días.

La plataforma ofrece hasta el momento de este análisis, imágenes en el espectro visible y de dos índices espectrales: NDVI (Índice de Diferencia de Vegetación Normalizado) y GNDVI (Índice de Diferencia Vegetación Normalizado Verde).

Los índices se grafican como mapas coloreados y se pueden visualizar acompañados de un histograma donde se observa una pseudo-ambientación que realiza la plataforma y los valores del índice para cada rango. La plataforma emplea una interfaz para hacer una clasificación no supervisada (k-means) de los valores del índice y los separa en tres áreas, diferentes entre ellas y con poca variabilidad dentro de cada zona. En la versión Premium, se pudo visualizar y modificar el histograma según el conocimiento del lote y en función al ensayo que estaba planteado. En este caso se trabajó con seis categorías (Figura 1).

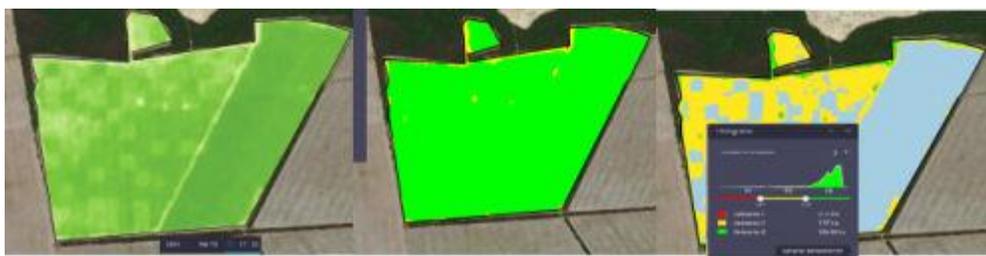


Figura 1. Imagen del NDVI del lote, pseudo ambientación que arroja la plataforma y pseudo ambientación que se hizo sobre el ensayo. Fuente: Auravant, Gabriela Valdez

La plataforma también permite observar la evolución de los índices a escala de lote o en zonas de gestión intra- lote, para la campaña agrícola en curso o para comparar entre años (desde el año 2015 a la actualidad).

Además, informa cuando se detecta una anomalía en el lote, es decir informa sobre el registro de diferencias contrastantes en los valores del índice con respecto a la imagen de fecha anterior.

Cuenta con una herramienta que divide la pantalla (Split) y permite visualizar de manera comparativa imágenes de fechas distintas.

En la versión avanzada, se pueden subir a la plataforma otras capas de información en formato Shape, estas capas pueden ser mapas de rendimiento, capas de electro conductividad y altimetría.

La ambientación o delimitación de zonas de manejo diferencial, las hace la plataforma en la modalidad "Premium", con hasta siete capas de información, empleando entre índices espectrales y mapas de rendimiento. La plataforma permite indicar el grado de relevancia de las capas utilizadas para la ambientación.

A partir de estas ambientaciones se pueden establecer los puntos de muestreos dirigidos y elaborar los mapas de prescripción para aplicación diferencial de insumos (semillas, fertilizantes, fitosanitarios)

Recientemente se incorporó la posibilidad de hacer la prescripción de re-fertilización de trigo con nitrógeno, en base a una imagen actual. El modelo que emplea la plataforma fue desarrollado por INTA.

La plataforma también permite establecer rutas de monitoreo, las cuales se pueden seguir con ayuda de la aplicación móvil. La misma es compatible con Android en la actualidad y en breve lo será con IOS. La aplicación móvil trabaja off-line y no sólo permite seguir la ruta de muestreo sino también hacer el seguimiento de las zonas de gestión. Permite elaborar un informe de lo observado a campo y tomar fotografías georreferenciadas, que ilustran la situación observada. El informe y las fotos se encontrarán disponibles en el espacio de trabajo una vez que el móvil disponga de internet. La aplicación móvil también permite dibujar el lote o zonas dentro del lote.

Otra de las funciones disponibles en esta plataforma es la medición de áreas y la estimación de rindes. En base a la pseudo ambientación indica los puntos que deben muestrearse y los componentes del rendimiento a evaluar, según el cultivo y luego por medio de un algoritmo hace la estimación de rindes (Figura 2).



Figura 2. Puntos de muestreo para estimación de rendimiento (amarillos) indicados por la plataforma

Por último, permite elaborar informes en formato PDF y compartirlo en el espacio colaborativo o por mail. Las prescripciones las hace en formato Shape.

Plataforma Taranis

Es una plataforma israelí creada con el apoyo de dos fondos de inversión (Finistere y Vertex).

La principal fuente de información son imágenes provistas por satélites Landsat 8, Sentinel 2 y Planet Scope. Las resoluciones espaciales son de 30 y 15 m con imágenes Landsat, el cálculo de índices se hace con la imagen Landsat de 30 m de resolución y luego por el proceso de pansharpening mejora la resolución a 15 m (<http://www.gisandbeers.com/pansharpening-mejorando-la-resolucion-de-imagenes-satelite/> y <http://decsai.ugr.es/~jmd/pansharpening/resumen.html>). Las imágenes Sentinel tienen 10 m de resolución y las Planet hasta 3 m. De esta manera también brindan mayor cobertura temporal, cada 3-5 días

Un servicio que brinda esta plataforma es el de imágenes con mayores resoluciones: las de Ultra Alta Resolución (UHR, por sus siglas en inglés) y las AI² (Inteligencia Artificial)

Las imágenes UHR, tienen una resolución espacial de 8 cm, se obtienen con aviones o helicópteros provistos de cámaras multiespectrales en un mosaico de tamaño que las define por el usuario.

Las imágenes AI² son fotografías que se obtienen con el vuelo de aviones o drones (muestreos de 1 a 3 por hectárea) con una resolución espacial de 0.5 mm. La imagen obtenida está disponible en la plataforma en un plazo de 24-48 horas y una vez en la misma, evalúa lo encontrado en la foto y lo etiqueta, por ejemplo, maleza de hoja ancha, nombre de la misma o bien discrimina el insecto, enfermedad, o deficiencia de nutrientes y hace el recuento poblacional del cultivo. Con la imagen AI² el sistema detecta automáticamente anomalías por inteligencia artificial. Cuenta con modelos para alertar cuando se presentan las condiciones predisponentes para la aparición de enfermedades
Figura 3.



Figura 3. Ilustración de las resoluciones logradas y ejemplo del producto obtenido. Fuente: Paola Londra, representante comercial Taranis.

Con las fotos de AI2 se pueden armar "mapas de calor" de malezas (específica o general) o de población para luego, en base a ellos hacer prescripciones variables (por ejemplo, tratamientos fitosanitarios o re-fertilización)

La plataforma trabaja con imágenes del espectro visible e imágenes de los índices: NDVI, OSAVI y ARI (Acumulación de antocianos).

A partir de una imagen de cualquiera de los índices mencionados, la plataforma también hace una pseudo-ambientación, al igual que en la plataforma anterior, se hace una clasificación no supervisada y muestra el mapa dividido en zonas, donde se indica el valor y distribución del índice y la superficie de cada zona o ambiente. También permite modificar las zonas en base al criterio del usuario (Figura 4).

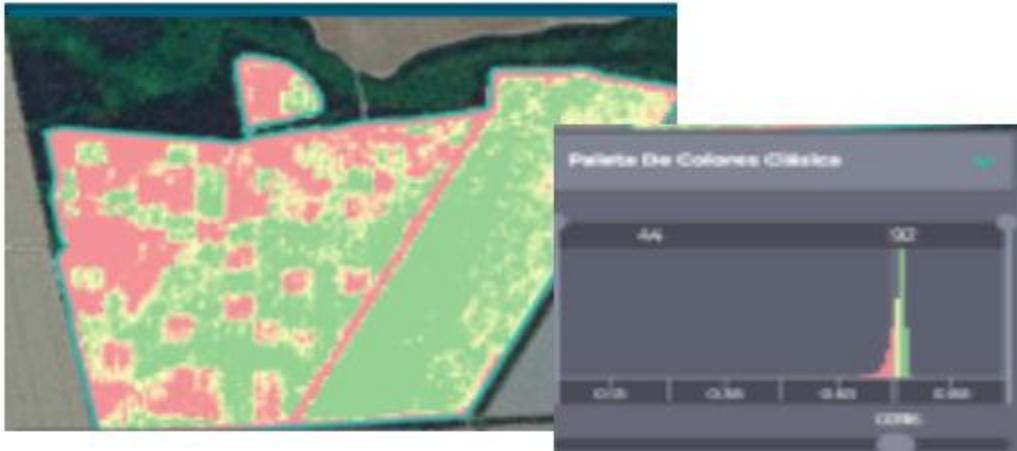


Figura 4. Pseudo ambientación realizada en la plataforma Taranis.

En esta plataforma también se puede ver la evolución de los índices, en la solapa "Informes" permite ver el analítico, donde se seleccionan el o los lotes y el período de tiempo que interesa conocer y construye un gráfico con los índices seleccionados. Permite comparar con el histórico de cinco años.

La plataforma permite subir otras capas de información en formato shape (mapas de rendimiento, mapas de electro conductividad, altimetría) y permite la vinculación con estaciones meteorológicas y cargar información de otros sensores manuales.

La delimitación de zonas de manejo diferencial o ambientación, se puede hacer con todas las capas subidas en la plataforma. Al igual que en la plataforma anterior, se pueden priorizar las capas para la delimitación de ambientes. Una vez realizada la ambientación, la plataforma indica el comportamiento de cada zona creada con respecto al promedio de NDVI para definir el número de zonas a establecer.

A partir de las zonas delimitadas se pueden dirigir los muestreos como así también hacer las prescripciones para aplicaciones variables.

La plataforma permite trazar rutas de monitoreo, las cuales se pueden seguir con la aplicación móvil y una vez en el campo informar lo que se observa y subir fotos. La aplicación móvil trabaja offline en sistema Android y IOS. Con la aplicación se pueden delimitar zonas de gestión y hacer mapas de prescripción que pueden ser enviados por mensaje o correo. Los reportes se elaboran en formato pdf y las prescripciones de aplicación variable en formato shape.

En la nueva versión de la plataforma se puede estimar rendimientos y al igual que en la versión anterior permite medir áreas y dispone de un espacio colaborativo.

Plataforma Campo 360

Creada por el grupo TEK de Geoagro, también es una empresa nacional. La información que genera, la trabaja de manera colaborativa y multidisciplinaria para realizar las recomendaciones de manejo por campos.

La nueva versión trabaja con imágenes Sentinel 2 con resolución espacial de 10 m, desde junio de 2018 y una resolución temporal de 5 días.

Brinda imágenes en el espectro visible y del índice NDVI. A partir de ese índice, la plataforma hace una pseudo-ambientación, la que se visualiza como un mapa en un informe que indica el número de zonas, superficie y el valor promedio del índice para cada zona (Figura 5).

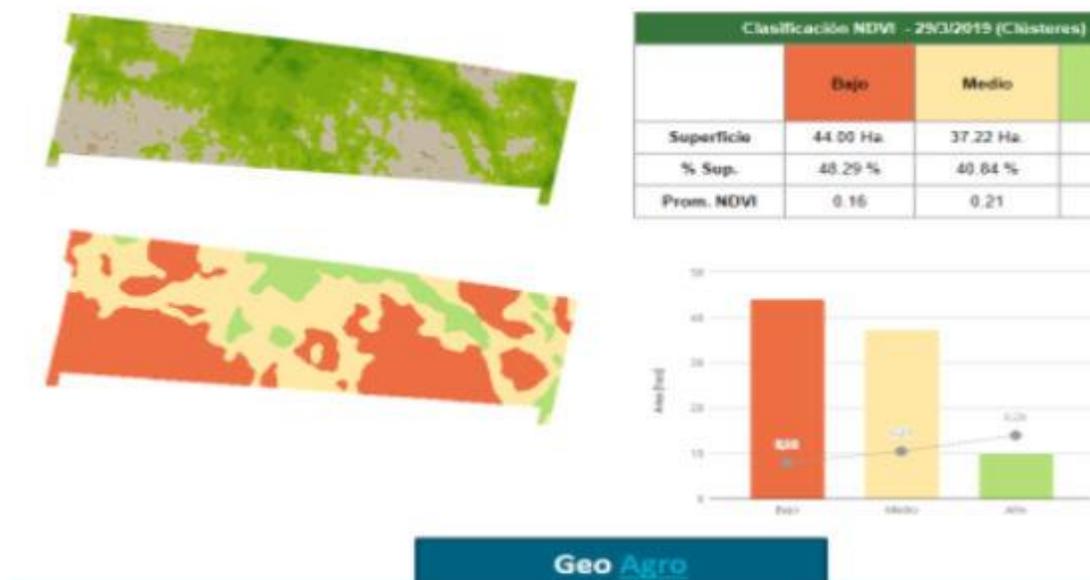


Figura 5. Extracto del informe brindado por GeoAgro. Gentileza Leandro Bustos

En esta plataforma también se puede obtener un informe de la evolución del cultivo al representar el comportamiento del NDVI en una curva, admite trabajar con los valores de NDVI de hasta ocho fechas.

Al igual que las otras dos plataformas permite llevar un registro de cultivos y de labores. La plataforma ofrece un espacio de trabajo colaborativo y de seguimiento profesional. Mayores prestaciones se solicitan al agrónomo de la plataforma, es el caso de la ambientación o delimitación de zonas que debe ser solicitada y se realiza con las capas de información que dispone el asesor o productor. Las prescripciones también se solicitan o se las puede trabajar en otro GIS.

La plataforma permite elaborar informes en formato Word y por el momento, no se pueden armar rutas de monitoreo.

La plataforma cuenta con una aplicación móvil, disponible para Android. Permite tomar información georreferenciada y fotografías que se visualizan en la plataforma, una vez que se sincronizan.

Campo 360 sirve para gestionar online los datos que generan las máquinas que están trabajando en el campo y hacer las correcciones necesarias para reducir pérdidas y mejorar la eficiencia de insumos.

Plataforma FieldView

Climate FieldView es una plataforma de agricultura digital, que recopila y procesa automáticamente los datos generados por las máquinas desde la operación de siembra hasta cosecha.

La plataforma permite Integrar los datos del campo en un solo lugar y gestionar las operaciones en tiempo real para maximizar la rentabilidad.

La recolección automática de datos, desde la maquinaria, se realiza con el dispositivo FieldView™ Drive, el cual es un hardware, que se conecta al puerto de diagnóstico CAN (sistema de comunicación electrónica), colecta los datos de los sensores (que transmiten en código binario) y los transmite vía Bluetooth al iPad (compatible con IOS), generando mapas e informes en tiempo real en aplicación Field View Cab. De esta manera se pueden generar mapas de siembra, de pulverización y de cosecha. En el caso del ensayo se recopiló el mapa de rendimiento. El mapa se visualiza en la plataforma una vez que está disponible en la nube y se puede acceder a la información cruda del mapa de rendimiento en formato ".dat".

En la nube se tiene disponibilidad de una biblioteca digital de mapas, en la misma están disponibles los mapas generados con el Drive y los mapas en formato Shapefile de las principales plataformas de agricultura de precisión o softwares de empresas de maquinaria.

Se puede acceder a los datos almacenados en la nube, en cualquier momento y desde cualquier lugar con una plataforma web o con aplicaciones para Android / iOS y permite compartir el espacio colaborativo.

La plataforma dispone de una herramienta de Análisis de Rendimiento del cultivo, en la cual, seleccionando la campaña y el cultivo, muestra un informe de rendimiento para ver el comportamiento de híbridos o variedades y compartir el reporte con asesores o técnicos.

Trabaja con imágenes Sentinel 2, de 10 m de resolución espacial, lo que permite disponer de imágenes cada 5 días, siempre y cuando no haya interferencia por nubes. La plataforma hace una pseudo-ambientación a la que denomina Mapa de diagnóstico, para lo cual emplea el índice de biomasa, desarrollado por Climate, denominado Índice de Cultivo Climate (CCI, por sus siglas en inglés) mediante el cual aumenta la consistencia de las imágenes y entrega. La plataforma entrega un mapa de pseudo-ambientación de 4 clases o zonas, identificadas por 4 colores, denominada Mapa de diagnóstico. Estos mapas están integrados con otros mapas e informaciones sobre su cultivo (Figura 6).

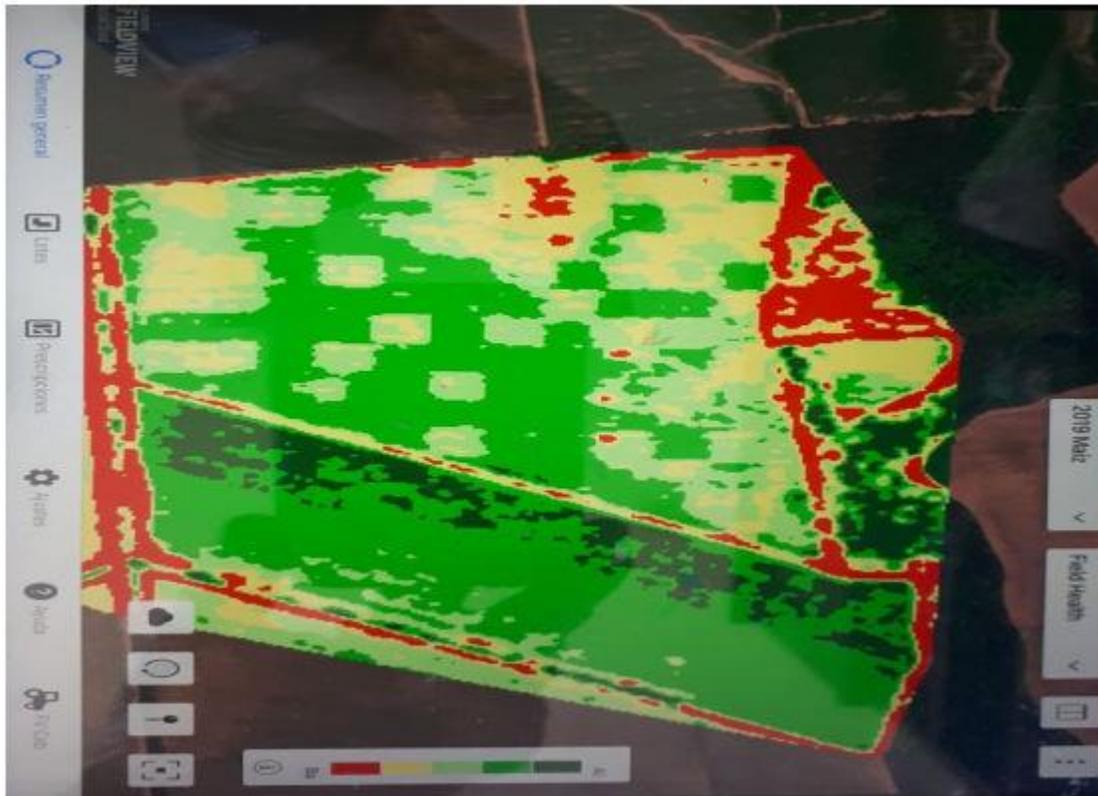


Figura 6. Mapa de diagnóstico obtenido con plataforma Fieldview en lote de trabajo

También posee la herramienta de visualización "lado a lado", que permite analizar dos mapas al mismo tiempo para evaluar el impacto de dos factores entre sí, por ejemplo, mapas de siembra y cosecha, mapas de distintas cosechas o distintos cultivos. para determinar si una mancha de productividad, permanente, mapa de productividad y prescripción de fertilizante (Figura5).

También posee la herramienta de visualización "lado a lado", que permite analizar dos mapas al mismo tiempo para evaluar el impacto de dos factores entre sí, por ejemplo, mapas de siembra y cosecha, mapas de distintas cosechas o distintos cultivos (Figura 7).

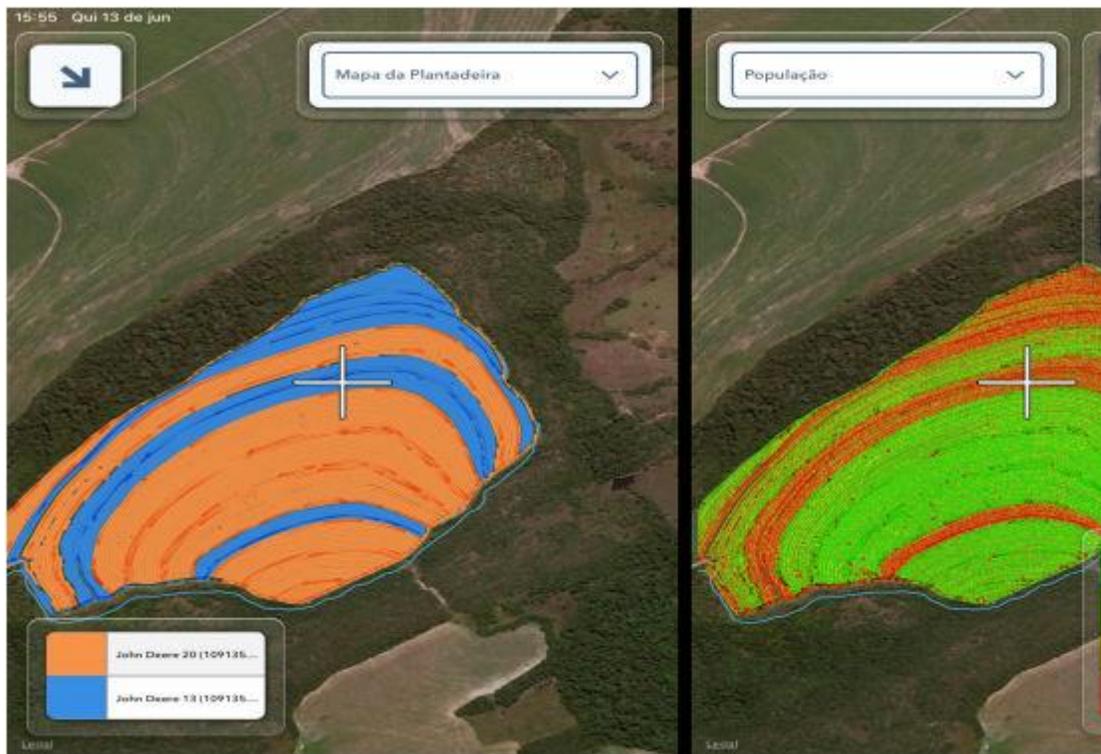


Figura7. Ejemplo de pantalla dividida donde se visualiza mapa de siembra (izquierda) y mapa población de plantas. Fuente: Ing. G.Gallini, Climate Fieldview

Con la herramienta "Reporte Sub-Lote" similar a "Zonas de Gestión" de otras plataformas, se puede dibujar un área particular del lote y obtener información sobre los factores que afectan al rendimiento.

Dispone de una funcionalidad nueva, "Prescripciones Manuales de Semillas y Fertilizantes" que permite crear una prescripción de densidad para soja, maíz e incluso de fertilizantes basado en el conocimiento del productor e información histórica. Esta prescripción se crea en un formato genérico que puede ser leído por los monitores de las maquinarias.

La plataforma permite compartir datos entre sistemas de manera más ágil a la manual. Es una plataforma digital abierta, a la cual piensas sumar otras aplicaciones que compartirán la nube y sus funcionalidades, la idea que se suma una app de clima, app margen bruto, monitoreo de plagas.

Origen	Argentina	Israelí. Creada por fondos de inversión (Finistere y Vertex).	Argentina TEK	EE.UU Climate Corporation
Fuente información/ Resolución espacial	Imágenes satelitales: Sentinel y Planet scope (10-5m).	-Imágenes satelitales: Landsat 8 (30-15m) Sentinel 2 (10 m) y Planet (3m) -Imágenes aéreas UHR (8cm) y fotos aéreas AI2(0.5mm) Con costo adicional	Imágenes satelitales Sentinel 2 (10m) desde Junio 2018 Se pueden solicitar imágenes Landsat anteriores a 06/18	Imágenes Sentinel 2 (10m) desde Julio 2016
Índices	Visible- NDVI-GNDVI	Visible-NDVI-OSAVI-ARI	NDVI	Visible y CCI
Pseudo-ambientación	Delimitación de ambientes o zonas a partir de una imagen de cualquier índice. Muestra un mapa coloreado y un histograma que permite visualizar la distribución de los valores del índice y las superficies por ambiente El histograma también permite analizar mapas de rendimiento.	Delimitación de ambientes o zonas a partir de una imagen de cualquier índice. Muestra un mapa coloreado con las zonas y un histograma con valores del índice trabajado.	A partir de NDVI y devuelve un reporte con información en tablas	Por cada pasada del satélite se envían 3 imágenes al productor: Imagen real, Mapa de vegetación que determina el mayor o menor desarrollo vegetativo del lote y el mapa de monitoreo que deriva del mapa de vegetación.
Registro del cultivo	Si y de labores	Sí y control de labores	Si	Sí, tanto de manera offline como en tiempo real si hay conectividad en el lote.
Otras capas de información	Mapas de rendimiento Electro-conductividad Altimetría	Mapas de rendimiento Electro-conductividad Mapas de suelo	Mapas de rendimiento en la vieja, en la nueva aún no.	Mapas de siembra, Electroconductividad, pulverización y rendimiento. Importación de mapas de suelo, drones, aviones, etc.

		Vinculación con estaciones meteorológicas		
Anomalías	Detecta e informa cambios en el valor de NDVI con respecto al promedio del lote o imagen anterior	Sí, sólo con imágenes A12 En base a inteligencia artificial.	No hay advertencias	Envían alertas cuando se detectan variaciones en el desarrollo del cultivo que necesitan atención del productor (imagen de monitoreo)
Curva de NDVI para analizar desarrollo del lote	Si	Si Compara con el histórico de 5 años	Si pero para el ciclo actual, acepta sólo 8 fechas	No muestra curva de NDVI. Dispone de imágenes históricas
Ambientación	Con hasta 7 capas de información (NDVI y mapa de rendimiento)	Con todas las capas cargadas (y mínimo 4 imágenes de NDVI) priorizadas. Indica su desvío con respecto al promedio para la decisión del número de zonas	Ambientación para diagnóstico a partir de NDVI. Debe ser solicitado a Geoagro, con un costo adicional	Con las capas disponibles de imágenes satelitales, mapas de rendimiento electroconductividad y altimetría)
Manejo Sitio específico	-Delimitación de zonas de manejo -Monitoreo del cultivo - Muestreos dirigidos - Mapas de Prescripciones de manejo diferencial de insumos (VR)	-Delimitación de zonas de manejo. Monitoreo del cultivo. -Muestreos dirigidos -Mapas de Prescripciones de manejo diferencial de insumos (VR)	Deben ser solicitadas y se hacen de manera multidisciplinaria.	-Delimitación de zonas de manejo. -Monitoreos - Mapa de prescripciones manuales (VR)
Reportes	Si VR en formato shape	Si VR en formato shape	Si La VR debe ser solicitada o bien, se puede exportar la zonificación como shape y trabajar en otro GIS.	Si La VR se exporta en el formato del monitor que tenga la máquina.
Rutas de monitoreo	Si	Sí	Aún no	Si

Aplicación móvil	Auravant Trabaja off-line. Estaban trabajando en compatibilidad con IOS	Taranis Trabaja off-line Información completa georreferenciada, con fotografías. Permite hacer zonificación para VR (malezas) Permite enviar mensajes o mails.	Campo 360, disponible para Android. Trabaja off-line Permite tomar información georreferenciada y fotos que se ven en la plataforma una vez que se sincroniza.	FieldView app (Compatible con IOS e Android) FieldView Cab (Compatible con IOS) FieldView permite trabajar 100% offline. Solución web y Apps.
Estimación de rendimiento	Si. Muestreo, indicaciones para muestreo y estimación por algoritmo	Zonas, Muestreo y estimación por algoritmo	No en la aplicación.	Próximamente
Espacio colaborativo	Si	No	Si	Si

Comentarios finales

Las plataformas digitales, son innovaciones tecnológicas que permiten la digitalización de distintas capas de información, facilitan el mapeo y la visualización de la variabilidad espacial y permiten, además monitorear y gestionar el campo de manera más eficiente y eficaz.

Son herramientas muy valiosas que facilitan la implementación de la agricultura de precisión.

En Argentina, la oferta de plataformas digitales para el agro es amplia y variada. Los criterios que ayudarían a la elección de una de ellas están en relación con la superficie de la empresa, la distancia entre campos, la capacidad técnica y de gestión, como así también la disponibilidad de tecnología y de información para el manejo diferencial a escala de lote.

La competitividad y la rentabilidad que se puede lograr por la adopción de estas herramientas, depende del grado de definición y priorización de los objetivos de la empresa, es decir "Saber qué se quiere ver y qué se puede hacer".

Bibliografía

1) Link de auravant: www.auravant.com

- 2) Link Taranis: www.taranis.ag
- 3) Link Climate fieldview: www.climatefieldview.com.ar
- 4) Link Geoagro: www.geoagro.com
- 5) Disponible en : <http://www.gisandbeers.com/pansharpening-mejorando-la-resolucion-de-imagenes-satelite/> y <http://decsai.ugr.es/~jmd/pansharpening/resumen.html>

*Autora: Ing. Gabriela Valdez Naval. Red Agricultura de Precisión. Grupo Innovación en Sistemas Agrícolas. INTA EEA Salta.
Informe de evaluación de Plataformas digitales para el agro, solicitado por el grupo empresario Juramento, con actividades agrícolas y ganaderas.*