



a) Reto

¿Cómo podríamos generar mapas predictivos y recomendaciones sobre cultivos de maíz a partir de datos obtenidos mediante teledetección e información directa de estos cultivos?

b) Objetivos estratégicos

¿Cómo se articula con la estrategia empresarial?

- Aumentar las capacidades para recolectar información sobre los factores agronómicos claves que determinan la producción de los cultivos de maíz en el departamento de Córdoba
- Dar recomendaciones más precisas a los productores acerca de las mejores estrategias u operaciones agrícolas a implementar
- Lograr un mayor nivel de conocimiento entre los pequeños y medianos productores sobre mejores prácticas agrícolas e importancia de la recolecta de datos del cultivo
- Contar con el apoyo del Sena facilitando los resultados de investigaciones previas realizadas en este tema, y colocando a disposición de solucionadores las tecnologías que dispone para abordar la problemática

c) Antecedentes

(¿Qué ha sucedido que se está generando un problema? ¿Qué se ha realizado previamente en la compañía, hay algún proyecto en curso? Detalla las iniciativas ya realizadas que dan información de éxitos y fracasos).

El sector agrícola del departamento de Córdoba está conformado en su mayoría por pequeños y medianos productores agrícolas. En este sentido, los agricultores se caracterizan por adelantar sus cultivos con base en sus propias experiencias y ejecución de labores habituales o tradicionales. A sí mismo, durante el desarrollo de las plantaciones, el productor suele pasar por alto el registro de datos o información que día a día se genera en su granja, lo cual es el resultado del desconocimiento que tienen sobre los beneficios que se podrían derivar a partir del procesamiento de información con el apoyo de las herramientas técnicas y tecnológicas.

El registro de información con variables de interés de los cultivos y su posterior análisis conduce a tomar decisiones más acertadas en cuanto al manejo de insumos, evaluar con mayor precisión la densidad óptima de siembra, mejorar los sistemas de riego, entre otros aspectos. Lo anterior, indica que probablemente gran parte de los productores cordobeses no



están maximizando los resultados de sus operaciones agrícolas producto de la inexistencia de monitoreo y seguimiento sofisticado de los datos generados a diario.

Bajo este enfoque el Sena – Servicio Nacional de Aprendizaje, ha venido trabajando recientemente en varios aspectos enfocados al tema de agricultura de precisión con el fin de fortalecer los conocimientos en el sector. El Sena se ha centrado especialmente en lo que tiene que ver con el monitoreo de cultivos, específicamente por medio de análisis realizados a partir de la información recogida por dispositivos de teledetección como drones y satélites. En este espacio el Sena dispone de varios drones, algunos con cámaras multiespectrales, y otros equipados con cámaras de imagen real (RGB).

Para los estudios de agricultura de precisión, El Sena también cuenta con un laboratorio de suelo y un entorno de mecanización en la sede del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir. Este laboratorio es útil principalmente para apoyar los análisis de caracterización de campo.

De igual forma, dispone de un programa de formación en agricultura de precisión por medio del cual trabaja con los estudiantes análisis y cálculos de imágenes satelitales, provenientes bien sea del satélite Sentinel-2 o del programa Landsat. De hecho, El Sena actualmente tiene aprendices que están en su etapa de formulación de proyectos para la prestación de servicios en las áreas de procesamiento de imágenes a partir de satélites y sensores. La información recopilada ayuda a monitorear variables ambientales de interés, como por ejemplo la calidad del aire, e incluso gases de efecto invernadero.

d) Descripción del problema

(Explicar con detalles la situación, para que sea muy evidente que el problema realmente es un problema y que hay una gran oportunidad si se soluciona. Datos, cifras, porcentajes, que le dan relevancia para invertir en la situación)

Si bien el Sena puede recopilar información de toda el área de los cultivos con los dispositivos remotos mencionados hasta el momento (drones y satélites) y así adelantar algunos trabajos de investigación, siempre se requerirá información adicional de base o de los propios cultivos para poder adentrarse a interpretar toda esta serie de información que se está recopilando a partir de dichos sensores remotos con el fin de alimentar un modelo por medio del cual se consolide información más precisa de las necesidades reales del cultivo.



Esta necesidad toma mayor relevancia si se tiene en cuenta que uno de los cultivos más relevantes a inspeccionar y a atender por El Sena en el departamento de Córdoba es el del maíz. Esto es así ya que particularmente en este tipo de plantación se deben realizar constantemente un conjunto de actividades o pasos que se hacen en puntos específicos y momentos precisos del año, lo cual demanda gran atención, alta organización del agricultor y sobre todo información precisa para tomar decisiones óptimas en lo que se vaya a adelantar. Este proceso no es tarea fácil, y mucho menos teniendo en cuenta la amplia extensión de terrenos que normalmente se dedica al cultivo de maíz en Córdoba, que son aproximadamente unas 21.000 hectáreas. De esta manera, las costumbres poco prácticas de los productores en cuanto a la recopilación de datos diarios en sus cultivos, y el desconocimiento de su importancia, dificultan el actuar del Sena para hacer recomendaciones más eficientes a los productores.

Por otro lado, algunas de las tecnologías que se tienen en el departamento de Córdoba para recopilar información en los cultivos son importadas, lo cual implica que tengan un alto costo, y precisamente por ello, difícilmente puedan acceder a éstas los pequeños productores. Teniendo en cuenta lo anterior, El Sena ve la necesidad u oportunidad de generar una herramienta que permita recopilar información de base referente al cultivo. Esta información incluye: áreas de siembra, costos de producción, planes de fertilización, momentos de riego, etapa de cosecha, etc), que permitan de una u otra forma armar una data sólida para posteriormente hacer cruces de variables, estudios, y predicciones enmarcadas en el contexto de Inteligencia Artificial y la Agricultura de Precisión.

e) Tendencias tecnológicas

¿Cómo se está solucionando el problema en otras partes del mundo e industrias?

Agricultura de precisión

Usualmente la agricultura de precisión se define como el método mediante el cual los agricultores usan cantidades exactas de insumos, como agua, pesticidas y fertilizantes, para mejorar la calidad y la productividad del rendimiento. Dado que dentro de grandes extensiones de tierra existen zonas que tienen diferentes propiedades del suelo, reciben diferente luz solar y tienen diferentes pendientes, aplicar un solo tratamiento queda ineficiente para abarcar toda una finca de estas dimensiones, por lo tanto, bajo esta medida se producen pérdidas de tiempo y recursos. Para abordar este aspecto, varias de las nuevas empresas de Agritech están desarrollando soluciones en agricultura de precisión para mejorar la rentabilidad y abordar los desafíos de sostenibilidad.



De acuerdo a cifras de Mordor Intelligence (2021), el tamaño de mercado de la agricultura de precisión se valoró en USD 5.147,6 millones en 2020 y se espera que alcance los USD 10.491,45 millones para 2026 y crezca a una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 12,6 % durante el período de pronóstico (2021-2026).

Teledetección:

La teledetección es el uso de imágenes (de satélites y drones, especialmente) que se toman en un campo a lo largo del tiempo para que el agricultor pueda analizar las condiciones en función de los datos y tomar medidas que tendrán una influencia positiva en el rendimiento del cultivo. Por ejemplo, los sensores pueden servir como un sistema de alerta temprana que permite a un productor intervenir, desde el principio, para contrarrestar la enfermedad antes de que tenga la oportunidad de propagarse ampliamente. También pueden realizar un recuento simple de plantas, evaluar la salud de las plantas, estimar el rendimiento, evaluar la pérdida de cultivos, administrar el riego, detectar malezas, identificar el estrés de los cultivos y mapear un campo.

Big data y análisis

Las técnicas de big data y análisis transforman los datos agrícolas cotidianos en información procesable. Las estadísticas de la superficie de cultivo, la producción, el uso de la tierra, el riego, los precios agrícolas, las previsiones meteorológicas y las enfermedades de los cultivos sientan las bases para la próxima temporada agrícola.

Las herramientas analíticas utilizan datos sobre eventos meteorológicos, equipos agrícolas, ciclos del agua, calidad y cantidad de cultivos para extraer información relevante para las operaciones agrícolas. Esto permite a los productores identificar patrones y relaciones que de otro modo permanecerán ocultos.

f) Público objetivo

Los potenciales solucionadores de este reto deben demostrar experiencia en el área de Apps y/o en el desarrollo de aplicaciones. De esta manera, se espera que sean equipos multidisciplinarios de investigadores que estén conformados por los siguientes perfiles:

- Analistas de datos
- Ingenieros agrónomos



- Ingenieros de sistemas, desarrolladores y demás profesionales asociados al área de tecnologías.

g) Impactos esperados

(¿Qué resultados espero obtener?, datos cuantitativos y cualitativos que ayuden a entender lo que se espera para el público objetivo y para la empresa)

- La solución tecnológica propuesta debe permitir una sencilla y precisa interpretación del estado real de los suelos y cultivos
- La información resultante de la solución del reto sea accesible para un público general sin restricciones socioeconómicas
- Existencia de correlación entre los datos obtenidos y la realidad del campo
- La información obtenida sea de utilidad para la toma de decisiones en los cultivos

h) Restricciones

- La cantidad de información recopilada por la solución tecnológica debe ser idónea para los posteriores análisis.
- Suficiente capacidad de resolución de las cámaras de satélites o drones
- La solución no implica ningún tipo de riesgo para los cultivos que se utilicen en potenciales pruebas piloto
- La solución debe estar dentro de la capacidad presupuestal que se tiene destinada para este ejercicio, monto que queda sujeto a la posibilidad de participación del Sena por medio de recursos o tecnologías que disponga.

i) PDS

¿Qué se espera de la solución? ¿Qué debe abarcar la solución?

Se esperan resultados en tres fases:

FASE 1:

En esta etapa, se espera que la solución del reto brinde una alternativa o herramienta tecnológica que sea capaz de recopilar y reflejar información clave de los propios cultivos, como son los datos históricos de fertilización, presencia de plagas y enfermedades, entre otras variables asociadas directamente con las plantaciones.



De manera opcional, podría disponerse en esta etapa de información o datos complementarios de variables ambientales como lluvias, temperatura, humedad, etc que provengan de estaciones funcionales.

Luego de esta herramienta, se espera que se proponga una especie de software capaz de generar predicciones en base al dato de históricos que se vayan generando.

FASE 2:

En esta fase se espera que la solución pueda hacer uso de la teledetección mediante la recolección de datos ya sea por medio de drones o satélites y con ello índices que puedan ser trasladados a criterios agronómicos aterrizado al cultivo en específico. En esta fase se puede contar con el apoyo por parte del Grupo de Investigación del Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir del Sena, regional Córdoba en el área de agricultura de precisión.

FASE 3:

Se espera que sea posible sumar o sintetizar los resultados obtenidos en ambas partes, para generar una conclusión general.

A continuación, se amplían los requerimientos para cada fase:

REQUERIMIENTOS HERRAMIENTA TECNOLÓGICA (FASE I):

Como usuario, se necesita un sistema que permita introducir la información requerida de manera sencilla. La información requerida podrá visualizarse e introducirse a través de un sistema remoto que sea ejecutable sin acceso a internet. La herramienta debe permitir que la información recogida sea exportada en un archivo de texto o excel, para ser analizada en un software Gis o estadístico.

La información mínima a introducir en el sistema será:

1. Fertilización:

- Dosis kg/ha ó m³/ha.
- Producto.
- Tipo de fertilización.
- Riqueza N/P/K

Contabilizar la adicción de NPK en unidades fertilizantes como criterio de mínimos.



Como usuario se permitirá la adicción de más datos sobre el tratamiento fertilizante realizado como, por ejemplo: otros nutrientes contenidos en el fertilizante, análisis del suelo, ficha de fertilizante usado.

2. Plagas:

Incluir en el sistema un check en el caso de confirmar la presencia de plagas.

Captura de datos de la ubicación y georreferenciarla.

Incluir las principales plagas y/o enfermedades que afectan al cultivo de interés. A modo de ejemplo se propone: el sistema proporciona una imagen de muestra de la plaga junto al apartado de verificación y permite la posibilidad de hacer check si se da dicha plaga.

Recoger:

- Tipo de plaga: insecto, hongo o bacteria que se quiere reducir la población o controlar.
- Superficie tratada: parcela donde se va a realizar el tratamiento.
- Dosis: cantidad de producto fitosanitarios utilizada.
- Nombre comercial del producto.
- Eficacia del tratamiento: resultados del tratamiento, conteo y valoración de los resultados.

Incluir en el sistema la posibilidad de incluir en el apartado otras plagas e identificarlas (esto puede servir como base para futuras identificaciones visuales de plagas).

3. Identificación de las parcelas de la explotación.

- Superficie (superficie total/superficie cultivada).
- Ubicación.
- Cultivo (especie/variedad).
- Año de siembra.
- Marco de plantación.

4. Información sobre tratamientos aplicados.

- Registro de análisis de productos fitosanitarios en caso de haberse realizado.



- Podas y otros tratamientos realizados.

5. Datos sobre la cosecha.

- Rendimiento kg/ha.

REQUERIMIENTOS TELEDETECCIÓN (FASE 2)		
US001	Como usuario, se necesita un sistema que permita visualizar el suelo según diversas variables agrícolas de interés que esta información de monitoreo pueda verse en una página web de modo que sea accesible de manera remota.	Identificar qué solución a nivel visual sería la más sencilla para interpretar por el usuario.
		Conocer el entorno donde se implementará la solución pensada o escogida.
		Si es posible conversar con el usuario para conocer sus expectativas o apreciaciones respecto a la solución planteada.
US002	Como desarrollador, se requiere buscar y escoger el sistema de referencia capaz de proveer de la información satelital, para posteriormente los datos en bruto transformarlos en datos interpretados y visuales.	Investigar sobre los índices de vegetación más acordes en el mercado para obtener las mediciones requeridas por la solución.
		Es importante destacar que una parte de los datos base son necesariamente previos al desarrollo de interpretaciones o predicciones.
US003	Como desarrollador, se requiere realizar el diseño de una interfaz accesible y amigable que procese los datos obtenidos por medio del satélite.	Utilizar algoritmos y fórmulas de cálculo relativas a los índices más importantes de teledetección.
		Escoger el entorno y la representación.
		Calcular los resultados en función del cultivo de interés a estudiar.



REQUERIMIENTOS HIBRIDACIÓN (FASE 3)		
US001	Como usuario, se necesita poder acceder a la información interpretada de forma visual y sencilla para conocer estado de los cultivos de manera remota.	Identificar qué solución sería la más óptima para el usuario.
		El sistema deberá brindar a cada usuario la posibilidad de crear un perfil personal en donde se registren los datos más importantes del usuario para el manejo de su sesión.
		Se dará al usuario la posibilidad de definir los intervalos de tiempo para la visualización de las gráficas de medida contra tiempo y listas de las medidas personalizadas en función de sus intereses.
		Si es posible conversar con el usuario para conocer sus expectativas o apreciaciones respecto a la solución planteada.
US002	Como desarrollador, se necesita acceso a las bases de datos del sistema de medición remota y del sistema de teledetección.	
US003	Como desarrollador, se requiere escoger el medio de procesamiento e hibridación de los datos obtenidos por las distintas tecnologías.	Se contará con un administrador para bases de datos con acceso a bases de datos espaciales que, mediante persistencia de datos en objetos, permita crear e hibridar variables dentro de la base de datos.



US004	Como desarrollador, se necesita facilitar una herramienta final donde se puedan visualizar los resultados e interpretaciones.	Creación de software libre, para cumplir los diferentes requerimientos del sistema.
-------	---	---

Análisis de datos: para analizar los datos se utilizarán programas informáticos como Matlab, SPSS, ArCGis, entre otros.



Bibliografía

A. Feng, K. Sudduth, E. Vories, M. Zhang, and J. Zhou, "Cotton Yield Estimation based on Plant Height From UAV-based Imagery Data," in 2018 ASABE Annual International Meeting, 2018, p. 1.

Ballesteros, R. et al. (2015) 'Characterization of Vitis vinifera L. Canopy Using Unmanned Aerial Vehicle-Based Remote Sensing and Photogrammetry Techniques', American Journal of Enology and Viticulture, 66(2), pp. 120–129. doi: 10.5344/ajev.2014.14070.

D. Stroppiana, M. Migliazzi, V. Chiarabini, A. Crema, M. Musanti, C. Franchino, et al., "Rice yield estimation using multispectral data from UAV: A preliminary experiment in northern Italy," in Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2015 IEEE International, 2015, pp. 4664-4667.

Matese, A. et al. (2015) 'Intercomparison of UAV, Aircraft and Satellite Remote Sensing Platforms for Precision Viticulture', Remote Sensing. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 7(3), pp. 2971–2990. doi: 10.3390/rs70302971.

Mordor Intelligence (2021). *Precision farming market - growth, trends, covid-19 impact, and forecasts (2022 - 2027)*. Obtenido de: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-precision-farming-market-industry>

R. Fortes, M. del Henar Prieto, A. García-Martín, A. Córdoba, L. Martínez, and C. Campillo, "Using NDVI and guided sampling to develop yield prediction maps of processing tomato crop," Spanish Journal of Agricultural Research, vol. 13, p. 0204, 2015.

S. Nebiker, n. Lack, m. Abächerli, and s. Läderach, "light-weight multispectral uav sensors and their capabilities for predicting grain yield and detecting plant diseases," international archives of the photogrammetry, remote sensing & spatial information sciences, vol. 41, 2016.

Unmanned aerial system based tomato yield estimation using machine learning Akash Ashapure Akash Ashapure Sungchan OhThiago Gibbin Marconi Thiago Gibbin MarconiShow 2019