



a) Reto

Se busca un sistema de recolección de información para identificar variables que expliquen la baja productividad por hectárea de los cultivos de palma de aceite tal que sea posible reducir las asimetrías en las producciones obtenidas entre palmicultores

b) Objetivos estratégicos

(¿Cómo se alinea con la estrategia empresarial?)

- Identificar variables de interés agronómico que permitan identificar los procesos o factores claves para lograr altas productividades en el fruto de la palma de aceite.
- Unificar los sistemas de producción, estrategias operativas y buenas prácticas entre palmicultores en el departamento de Córdoba.
- Incrementar la productividad del fruto de palma de aceite mediante el uso de tecnologías que permitan al mismo tiempo ser más sostenibles.
- Transferir el conocimiento sobre las buenas prácticas a pequeños productores.
- Cerrar las brechas entre los palmicultores cordobeses tanto en los conocimientos como en el uso de tecnologías para el desarrollo de cultivos
- Contar con el apoyo de la comunidad Cordobesa y actores referentes en la consolidación de este trabajo (empresas, academia, industria, Agrosavia, etc).

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 grupo empresarial Oleoflores integra la totalidad de la cadena de valor del aceite de palma. A la fecha es el grupo que mayor participación tiene en la producción nacional de aceites y grasas derivados de la palma, siendo del 10% su participación en el total nacional. El modelo de negocio de la compañía Oleoflores se basa principalmente en la conformación de alianzas estratégicas con pequeños y medianos productores en diferentes zonas del país con el fin de garantizar la materia prima suficiente para los procesos industriales. Tienen alrededor de 2.500 productores aliados en diversas ubicaciones del país que proveen el fruto de 44.000 hectáreas con las cuales alimentan en gran medida las 3 plantas extractoras que tienen en operación hasta el momento. En conjunto, el 90% de la materia prima de Oleoflores proviene de productores aliados. Por su parte, en cuanto a cultivos propios, la compañía tiene cerca de



2.500 hectáreas sembradas. Las cifras anteriores demuestran un poco que la fortaleza de Oleoflores se encuentra en el modelo asociativo que adelantan.

Ahora bien, en el departamento de Córdoba, trabajan con 65 productores de manera coordinada y articulada. De esta manera, los agricultores en sus predios adelantan los cultivos y Oleoflores brinda todo el apoyo necesario (técnico, social, financiero) y en contraprestación se suscriben contratos de comercialización exclusiva de la producción a precios transparentes de mercado. La producción en Córdoba involucra los 4 primeros componentes de la cadena de valor del aceite de palma (investigación, producción agrícola, post cosecha, extracción). La producción de los aliados en Córdoba en la actualidad llega a las 65.000 toneladas de frutos y se estima que para el año 2023, la producción será superior a las 80.000 toneladas.

En Córdoba, Oleoflores posee plantaciones agrícolas de palma en dos modalidades. Por un lado, tiene plantaciones agrícolas con productores aliados vinculados al núcleo de Córdoba, que suman alrededor de unas 5.600 hectáreas cultivadas. Por otro lado, tienen cerca de 700 hectáreas cultivadas en un modelo de posición propia que son sociedades o convenios de cuenta en participación por medio de los cuales se invita a los agricultores que tienen tierras, pero no están interesados en vincularse al desarrollo del cultivo, a que participen aportando sus terrenos y Oleoflores adelanta directamente los cultivos para repartir utilidades en función de los aportes iniciales de cada parte.

El sistema productivo de palma de aceite en Córdoba enfrenta un problema fundamental asociado a la productividad de las tierras. Si bien, las tierras del Valle del Sinú, y las aledañas a la Ciénaga de Betanci y al río San Jorge, en el departamento de Córdoba son de calidad y con un alto potencial para el cultivo de palma de aceite, existen brechas importantes entre las producciones de cada palmicultor.

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)

El nivel de asimetría correspondiente a la productividad de los palmicultores puede medirse por el peso del fruto recolectado. Es decir, al evaluar los resultados de las cosechas se identifica que algunos productores obtienen entre 35 y 36 toneladas por hectáreas mientras que otros obtienen producciones por debajo de las 20 toneladas por hectárea. Este hecho conlleva a que sea necesario identificar cuáles son los factores o variables claves de éxito que tienen los productores que alcanzan altas productividades y promoverlas hacia las zonas con producciones que se encuentran por debajo de las cifras más altas, tal que de alguna forma se puedan equilibrar los resultados.



Por la experiencia en el desarrollo del núcleo de más de 10 años, y la experiencia en otras zonas palmeras, el grupo Oleoflores sabe que las variables que más inciden en estas asimetrías de producción radican en la fertilización (nutrición adecuada de las plantaciones) y el suministro de riego de las mismas. En cuanto a fertilización, esta actividad es realizada normalmente 2 veces al año por los productores con las recomendaciones técnicas del grupo Oleoflores. No obstante, la entidad reconoce que para llevar a cabo los estudios previos necesarios para un buen plan de fertilización no siempre se dispone de la totalidad de la información. Si bien se acude a implementar muestras foliares de las plantas y luego se envían a un laboratorio externo que reporta la composición de nutrientes de dichas plantas y con base a esa información los técnicos de Oleoflores diseñan un plan de nutrición que se debe ejecutar a la hora de la fertilización, el desarrollo del proceso muchas veces no es oportuno dado que la empresa recibe los resultados de manera retrasada por los laboratorios, principalmente por temas de saturación, hecho comprensible teniendo en cuenta que estos espacios suelen saturarse de información de todos los productores precisamente para las mismas épocas. De esta manera, la empresa considera que si se hiciera más seguido el proceso de fertilización hubiese mayor efectividad en el mismo.

Por lo anterior, resultaría interesante para esta compañía la implementación de tecnologías que le permitan aplicar solo la cantidad precisa de este insumo o nutrientes, por medio de las cuales no solo ahorrarían costos, sino que también aumentarían la productividad.

e) Tendencias tecnológicas

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

Sensores agrícolas:

Los sensores agrícolas gozan de una creciente popularidad y crecimiento entre los agricultores como respuesta a la creciente necesidad de desarrollar una producción optimizando los recursos que se caracterizan por ser escasos. A su vez, los patrones climáticos cambiantes debido al aumento del calentamiento global han requerido sensores avanzados para aumentar la productividad y el rendimiento de los cultivos.

Los sensores agrícolas suelen emplearse en diversas plataformas, como el control y la detección de enfermedades, el seguimiento y la cartografía del rendimiento, la gestión del agua y el riego, y el seguimiento del suelo. Las tecnologías de monitoreo de rendimiento brindan datos valiosos sobre la capacidad de rendimiento, que varía dentro del campo.



De acuerdo a cifras establecidas en Gran View Research (2021), El tamaño del mercado mundial de sensores agrícolas se valoró en USD 1340 millones en 2020 y se espera que se expanda a una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR, por sus siglas en inglés) del 13,6 % entre 2021 y 2028. Esta información soporta el notable crecimiento e implementación que han tenido y tendrán estos importantes desarrollos tecnológicos en el área de la agricultura de precisión. Dichos dispositivos podrían ayudar a distinguir las variables de rendimiento que existen en una determinada producción, y al mismo tiempo comparar los resultados con los datos obtenidos en otros terrenos agrícolas que también se encuentren bajo el monitoreo de esta tecnología.

Modelos predictivos de necesidades agrícolas

Predecir el futuro es una habilidad que muchos agricultores desearían tener. La predicción se define como el pensamiento organizado sobre lo que es posible, mientras que el modelado predictivo es una forma de inteligencia comercial que se enfoca en combinar información existente para predecir resultados o tendencias futuras. En este orden de ideas, en la actualidad se utilizan modelos dinámicos y algoritmos que integran datos de diferentes fuentes con conocimientos básicos sobre los procesos físicos, químicos y fisiológicos que subyacen al crecimiento de los cultivos y la producción agrícola para predecir ciertos resultados, como el rendimiento de los cultivos y las necesidades que realmente enfrenta cada plantación.

Caso de ejemplo:

El grupo empresarial de servicios agrícolas [Omny Nutriology](#) ha trabajado un proyecto que desarrolla un modelo predictivo que proporciona a los agricultores información en tiempo real sobre el contenido de agua del suelo y el potencial de rendimiento en tiempo real para ciertos cultivos, bajo diferentes escenarios ambientales y de lluvia. El objetivo es ayudar a los agrónomos y agricultores en su proceso de toma de decisiones para optimizar el rendimiento y reducir el riesgo.

Soluciones similares a estas, existen en la actualidad y se basan en dispositivos existen que puedan recopilar datos de los cultivos (ya sea satélites, u otro tipo de elementos que contengan software + Hardware) y que puedan recoger información específica de cada plantación para luego generar modelos predictivos que terminen dando recomendaciones al productor.

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.

Hoy en día, las tecnologías de detección remota continúan evolucionando y se han vuelto menos costosas para capturar datos a nivel de campo. Para comprender la progresión de los cultivos a lo largo de la temporada de crecimiento, se requieren mapas de crecimiento de cultivos, enfermedades de cultivos, malezas, deficiencias de nutrientes de cultivos y otras condiciones de cultivos y suelos. Como resultado, los mapas a partir de imágenes de sensores remotos que muestran la variabilidad de cultivos y suelos se han convertido en una parte integral de la agricultura.

Internet de las Cosas (IOT)

La implementación del IoT consiste en la conexión de múltiples dispositivos de recolección de datos a los servicios en la nube para su almacenamiento, procesamiento y presentación de manera eficiente y sencilla (Gubbi, Buyya, Marusic, y Palaniswami, 2013). Su esencia ligada a la interconexión de cosas ha permitido la evolución del concepto IoT, en la medida en que se desarrollan nuevos dispositivos capaces de conectarse a la web.

La comunicación de los dispositivos utilizados se desarrolla según un conjunto predefinido de reglas, el cual es conocido como protocolo de telecomunicación. Estos protocolos definen los controles de información, usuarios, direcciones y demás precisiones necesarias para cada transmisión de información. Los protocolos de comunicación más utilizados corresponden a: Protocolo de red de área amplia de bajo alcance (LoRaWan), Protocolo de transporte por telemetría de cola de mensajes (MQTT), Identificación de radiofrecuencia (RFID), SigFox, ZigBee, WIFI, Bluetooth y el protocolo de Interoperabilidad mundial para el acceso por microondas, WiMAX (Farooq, Riaz, Abid, Umer, y Zikria, 2020).

Entre las aplicaciones más comunes del IoT en el sector agropecuario se pueden destacar el monitoreo de cultivos, rebaños, granjas y bosques. Otras aplicaciones relevantes se relacionan con la predicción de la producción y el cálculo de los insumos agropecuarios (Quy et al., 2022). Algunos de los sensores utilizados son capaces de recopilar datos de PH, composición del suelo, radiación ultravioleta, temperatura, humedad o movimiento.

f) Público objetivo

- Pequeños y medianos productores del Núcleo Córdoba



- Oleoflores (Teniendo en cuenta que trabaja con pequeños productores que le suministran el fruto producido)

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)

- Mejorar la productividad del fruto de palma aceite, obteniendo rendimientos promedios entre las 28 y las 35 toneladas para aquellos productores debajo del promedio.

h) Restricciones

Las restricciones que se presentan para el reto no van más allá de limitantes económicos (costos de implementación, tecnología) y socio - cultural (daños ambientales) y una dimensión de acceso (transferencia libre de conocimientos). De esta manera, el condicionamiento del ejercicio se encuentra en:

- 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 de la empresa o gremio por medio de aportes propios
- La solución debe ser transferible entre los palmicultores del departamento con el fin de reducir las asimetrías de conocimientos y productividades
- La solución no tiene impactos ambientales
- Uso en intemperie y en campo.
- Datos recopilados en la nube y a partir de esto poder interpretarse los datos.

i) PDS

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

A continuación, se detallan los lineamientos de una posible solución tecnológica como respuesta a la problemática planteada.

Aspecto ciclo de vida	Funcionalidades
Output ¿Qué obtiene el usuario?	<ul style="list-style-type: none"> ● Sistema en la nube que permita el análisis de datos.



	<ul style="list-style-type: none">● Dashboard que permita realizar comparativos entre las prácticas de diferentes productores.● Mapas visuales sencillos de interpretar por parte de agricultores sin conocimiento en análisis de datos agrícolas.
Características del Front	<ul style="list-style-type: none">● El front de la solución debe ser amigable para la lectura y de datos importantes medidos en la producción de la palma.● Debe basarse en lenguajes de programación conocidos.

Bibliografía

Farooq, M. S., Riaz, S., Abid, A., Umer, T., & Zikria, Y. B. (2020). Role of IoT Technology in Agriculture: A Systematic Literature Review. *Electronics*, 319.

Grand View Research (2021). *Agriculture Sensor Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type, By Application*. Obtenido de: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/agriculture-sensor-market-report>

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 1645-1660.

Omnia Nutryology (s.f). *The role of predictive modelling in agriculture*. Obtenido de: <https://www.fertilizer.co.za/en/knowledge-centre/technology/313-the-role-of-predictive-modelling-in-agriculture>

Quy, V. K., Hau, N. V., Anh, D. V., Quy, N. M., Ban, N. T., Lanza, S., . . . Muzirafuti, A. (2022). IoT-Enabled Smart Agriculture: Architecture, Applications and Challenges. *Applied Sciences*, 3396.