



FACULTAD
DE CIENCIAS
ECONÓMICAS



Universidad
Nacional
de Córdoba

Licenciatura en Administración

Orientación en Dirección General

Seminario de Aplicación

Proyecto de Trabajo Final de Licenciatura

Elaboración de Tablero con indicadores para evaluar el impacto en la aplicación de Agricultura de precisión.

Coordinador De Cátedra: Dr. Bruno, Juan Manuel

Tutor de Trabajo Final: Dr. Bruno, Juan Manuel

Director de Trabajo Final: Esp. Batistella, Silvana del V.

Alumnos:

Abud, Valeria

Caoduro, Micaela

Casquero, Mayra Elizabeth

Castelano, Sonia Mónica

Córdoba, septiembre 2023.



AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a Miriam García y a Silvana Batistella por su orientación experta y constante apoyo a lo largo de este TFL.

También agradecemos a nuestras familias y amigos por el apoyo recibido a lo largo de estos años y a la Facultad de Ciencias Económicas por poner a disposición recursos que hicieron posible este trabajo.

Nuestros profesores, compañeros e investigadores cuyos trabajos inspiraron el nuestro, también merecen nuestro reconocimiento.

A todos ellos, nuestro más profundo agradecimiento por ser parte fundamental en este proceso.

IDEAS CLAVE (Highlight)

1. Determinación de la estructura de costos e ingresos resultando la soja y el maíz como principales cultivos, simultáneamente a los agroquímicos y fertilizantes como principales costos que influyen en la rentabilidad.
2. Especificación del rinde en función de la variabilidad del lote.
3. Determinación del aumento de la rentabilidad debido a la reducción de los costos directos.
4. Estimación de los beneficios por la aplicación agricultura de precisión medido a través del margen bruto.

RESUMEN ESTRUCTURADO

Propósito: El presente trabajo analiza el impacto de la aplicación de la Agricultura de Precisión en una empresa agrícola de la provincia de La Pampa a través de la elaboración de un tablero diferencial con indicadores.

Diseño-Methodología: Se basó en entrevistas semiestructuradas individuales a los socios, al ingeniero agrónomo de la empresa y a un especialista en Agricultura de Precisión. Se analizó la documentación contable proporcionada por la contadora (de carácter confidencial) y la información proporcionada por los expertos e ingenieros.

Conclusiones: Se determina que la adopción de la agricultura de precisión en la empresa tiene un impacto positivo, aumentando los beneficios en un 126%, reduciendo costos de insumos entre 85% y 96%, mayor producción (122%) dado al mejor uso de los recursos productivos y una mayor productividad en general. Se recomienda su adopción, ya que la empresa tiene recursos para implementarlo sin grandes inversiones y lograr mayor rentabilidad sin expandirse.

Limitaciones del trabajo: La información es confidencial, se presentó en porcentajes; no se obtuvieron estados financieros de los últimos dos años por decisión de los socios. Para la planificación de dosificación variable faltan datos técnicos de estudios de suelo, se recurrió a estimaciones basadas en el conocimiento de agrónomos.

Originalidad-Valor: Los resultados obtenidos constituyen un conjunto de información valiosa sobre los beneficios provenientes de la aplicación de Agricultura de Precisión, que derivan en la reducción de costos correspondiente al eficiente suministro de insumos requeridos en la producción a través de la dosificación variable.

Palabras clave: Agricultura tradicional, agricultura de precisión, dosificación variable, proceso productivo, costos, rinde, indicadores, tablero diferencial.

Modalidad: Intervención profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción	1
II.	Objetivos	2
III.	Marco conceptual	2
IV.	Metodología/Diseño	4
	Modalidad	4
	Metodología	4
	Análisis de las entrevistas	5
	Análisis de información Interna	5
	Análisis de Agricultura de Precisión	6
V.	Resultados	9
	Análisis vertical de los ingresos	11
	Análisis horizontal de los ingresos	12
	Análisis vertical de los Egresos	14
	Análisis horizontal de los Egresos	15
VI.	Conclusiones y limitaciones	23
	Conclusiones	23
	Limitaciones	24
VII.	Referencias	25
VIII.	Anexos	26
	Anexo I: Guion de entrevistas	26
	Anexo II: Matriz de información recabada de entrevistas	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Análisis vertical de ingresos	11
Tabla 2:	Análisis horizontal de ingresos	12
Tabla 3:	Movimientos de stock total por cultivo	13
Tabla 4:	Análisis vertical de egresos	14
Tabla 5:	Análisis horizontal de egresos	15

Tabla 6: Variación en las dosis de insumos en proceso productivo.....	17
Tabla 7: Variación en el costo por hectárea de insumos en proceso productivo.....	17
Tabla 8: Estado de resultados diferencial.....	18
Tabla 9: Tablero diferencial por tipo de cultivo.....	20
Tabla 10: Tablero diferencial por tipo de insumo.....	22

INDICE DE GRAFICOS

Figura 1: Porcentaje de participación por cultivo en el nivel de ingresos total.	12
Figura 2. Análisis de tendencia de los ingresos de los principales cultivos (maíz y soja).	12
Figura 3: Movimientos de stock anuales de los principales cultivos (maíz y soja).	13
Figura 4: Análisis de tendencia del principal egreso (Fertilizantes y Agroquímicos).	15
Figura 5: Análisis incremental de los costos comparando la AT y la AP.....	17
Figura 6: Comparativa entre la aplicación de dosis en AT y en AP incremental.	18

I. Introducción

En Argentina, la agricultura tiene una gran importancia estratégica y la creciente demanda de productos agropecuarios constituye una gran oportunidad para el desarrollo del país a través de la producción primaria.

La agricultura se enfrenta al desafío constante de incrementar la producción agrícola. Este aumento se ha producido con la expansión de nuevas áreas agrícolas y a su vez con el aumento de los rendimientos.

Los grandes beneficios producidos por la intensificación y expansión de la agricultura en las últimas décadas estuvieron asociados con significativos impactos, de ahí que el desarrollo de la agricultura exige el uso de nuevas técnicas como la Agricultura de Precisión (AP) que incrementen la productividad y disminuyan los costos de producción al administrar eficientemente los insumos (Jobbágy, 2021). Además, en nuestro país es una tendencia en crecimiento donde el 63% de los productores la aplican.

El propósito de este trabajo es exponer la intervención que se realizó en una empresa que opera en el norte de la provincia de La Pampa, realizando la actividad productiva de siembra y cosecha de cereales y oleaginosas. Cuentan con campos propios y arrendados, en los cuales principalmente cultivan maíz y soja. En el último período, la ineficaz toma de decisiones derivó en la liquidación de una unidad de negocio dedicada al *feedlot*, colocando a los socios en la disyuntiva de continuar o no con la sociedad.

La empresa posee una amplia capacidad operativa y holgura en su uso ya que pudiendo explotar 5000 hectáreas trabaja 800, revelando capacidad ociosa. En la actualidad cuenta con maquinarias especializadas para trabajar sus campos y además tercerizar servicios de siembra a campos vecinos; estas máquinas tienen tecnología de vanguardia en el relevamiento de información de suelo, tales como sensores, pilotos automáticos por satélite, monitor de siembra, drones para mapeo y siembra inteligente, utilizada habitualmente en la AP.

Debido a la situación actual se enfrentan al desafío de conseguir más rentabilidad con los recursos existentes a través de la optimización de los procesos productivos, surgiendo la posibilidad de aplicar Agricultura de Precisión. A través del siguiente trabajo se busca desde la visión económica financiera el resultado de la transición de una agricultura tradicional (AT) hacia una AP, la cual genera mejoras en la producción, reducción de costos y sustentabilidad.

De lo planteado surge la siguiente interrogativa: ¿Qué beneficios se obtendrían por la aplicación de AP en la empresa agrícola?

II. Objetivos

Objetivo General: Evaluar los beneficios de aplicar agricultura de precisión en empresa agrícola en la provincia de La Pampa.

Objetivos Específicos:

1. Analizar la estructura de costos de la agricultura tradicional.
2. Estimar la estructura de costos de la agricultura de precisión.
3. Elaborar un tablero comparativo incremental de la agricultura tradicional y de la agricultura de precisión.
4. Estimar los resultados y beneficios de aplicar la agricultura de precisión.

III. Marco conceptual

En primera instancia, se define a la **siembra directa** como el método agrícola que involucra la inserción de semillas en el suelo sin la necesidad de realizar labranza previa, preservando así la estructura y los componentes biológicos del suelo (Muzlera, 2020). Para una mejor interpretación del contenido se denominan de manera indistinta a siembra directa, agricultura tradicional y/o convencional. La agricultura convencional considera las condiciones de terreno como homogéneas y aplica la misma cantidad de insumos, a toda la superficie de siembra. Esto incrementa los costos de inversión y aumenta los riesgos de contaminación ambiental (Santillán, 2018).

En la agricultura, el proceso productivo consta de las siguientes etapas: barbecho, post emergente, pre emergente y siembra. La etapa agrícola del **barbecho** consiste en dejar áreas de tierra sin cultivar durante ciertos períodos para promover la regeneración del suelo, suprimir el crecimiento de malezas y mejorar su estructura. En la protección de los cultivos agrícolas, los **fungicidas** desempeñan un papel crucial, son sustancias químicas empleadas en la agricultura para controlar y prevenir el crecimiento y propagación de hongos patógenos en las plantas. Su uso es esencial para salvaguardar los cultivos de enfermedades fúngicas, que de lo contrario podrían perjudicar el rendimiento y la calidad de los productos agrícolas (Agrios, 2015).

Zimdahl (2018) afirma que la etapa **post emergente**, que sigue a la germinación de las semillas y la emergencia de las plántulas en el suelo, implica la ejecución de acciones tales como el manejo de malezas, la aplicación de fertilizantes y la administración de productos químicos para controlar plagas y enfermedades. Este período es crucial para garantizar un crecimiento saludable de las plantas y una productividad óptima. Por otro lado, en la etapa **pre emergente**, que precede a la germinación de las semillas y la aparición de plántulas en el suelo, se implementan tratamientos y técnicas destinados a prevenir la germinación y el desarrollo inicial de malezas, mientras se prepara

el terreno para la siembra. Estos esfuerzos son esenciales para establecer las condiciones adecuadas antes de comenzar la producción.

La **siembra** es el proceso biológico que ocurre cuando la semilla es introducida en el suelo, la misma alberga el embrión que dará origen a la nueva planta. La manera en que se lleva a cabo la siembra puede variar dependiendo del tipo de cultivo y las condiciones específicas. La calidad de esta etapa tiene un impacto directo en el desarrollo futuro del cultivo (Baigorria et al., 2019).

Por otro lado, la **agricultura de precisión** consta en la aplicación de tecnologías y principios agronómicos para el manejo de la variabilidad espacial y temporal, asociada a todos los aspectos de la producción agrícola con el propósito de mejorar la productividad del cultivo y la calidad ambiental (Manual de Agricultura de Precisión, 2014). Se caracteriza por el manejo, análisis y control tanto del terreno como del cultivo. Otro rasgo característico es que suministra distintas cantidades de insumos y toma en cuenta la variación en los componentes del suelo tales como textura, acidez, humedad, topografía o relieve, en el desarrollo vegetal y en las condiciones entre temporadas de siembra (Muzlera, 2020).

Con respecto al beneficio de aplicar AP se encuentra la mayor calidad en las cosechas por una fertilización adecuada a cada sector, reducción de costos y uso de insumos. Una de sus características más importantes es el uso de los insumos requeridos en el sitio indicado y en la dosis recomendada, lo cual disminuye sus pérdidas en el ambiente y mejora la eficiencia energética (Garelli, 2021). La AP abarca toda la gestión del sistema productivo para lograr la mejor producción, siendo esto demasiado amplio por lo que es necesario contar con distintos profesionales para su correcta aplicación (Manual de Agricultura de Precisión, 2014).

En la aplicación de la agricultura de precisión también se puede efectuar un plan de **dosificación variable**, identificando la variabilidad subyacente dentro del lote, permite delimitar áreas homogéneas con características de sitio similares. El manejo sitio específico se refiere a la aplicación de prácticas diferenciales dentro del área de interés de acuerdo a un conjunto de características particulares de cada sector dentro de la zona. Un aumento en la intensificación a nivel de fertilización permite lograr altos rendimientos en grano (Marino Servetto et al., 2019).

Para evaluar el impacto de esta nueva técnica agrícola sobre el costo de la producción e inferir en los retornos económicos esperados se hace necesario el análisis de la estructura de costos (Manual de Agricultura de Precisión, 2014); que al ser comparada con la estructura de costos de la agricultura tradicional permite la realización del análisis incremental, proporcionando información para la toma de decisiones con el fin de alcanzar la mejor alternativa, para solucionar un problema y/o aprovechar una oportunidad. Es crucial considerar entonces los **costos relevantes**, son aquellos que se ven afectados por una decisión, es decir costos diferenciales entre alternativas (Parmenter, 2015).

La estructura de costos se encuentra compuesta por **costos directos e indirectos**, siendo los primeros aquellos que se pueden atribuir fácilmente a un objeto de costos particular, como un producto o departamento, mediante el uso de técnicas de medición confiables. En contraste, los costos indirectos no pueden rastrearse fácilmente a un objeto de costos específico y, por lo tanto, se asignan utilizando alguna base de distribución adecuada (Hansen, 2019). Se debe considerar que en dicho trabajo se denominará indistintamente los costos directos de los variables.

Una herramienta que proporciona valor es el análisis horizontal y vertical de la composición de los costos. El **análisis horizontal** permite identificar tendencias, cambios y fluctuaciones, lo que facilita la comprensión del desempeño histórico y la toma de decisiones informadas para el futuro (Gibson, 2019). En contraste, el **análisis vertical** compara la contribución porcentual de cada componente con respecto al total, lo que expone la importancia relativa de cada componente (Stickney et al., 2019).

La elaboración de un tablero con **indicadores de desempeño** proporciona información cuantitativa y objetiva que permite tomar decisiones para mejorar el rendimiento y la eficiencia. Dentro de las categorías de indicadores se encuentran; los financieros aquellos que evalúan el rendimiento económico, los indicadores de calidad evalúan la satisfacción del cliente y los indicadores de productividad que miden la eficiencia en el uso de recursos. En conclusión, mediante el análisis horizontal y vertical, la consideración de los costos relevantes y el uso de indicadores de desempeño, los gerentes pueden tomar decisiones fundamentadas para mejorar el rendimiento y la eficiencia de la empresa, aprovechando oportunidades y logrando sus objetivos (Parmenter, 2015).

IV. Metodología/Diseño

Modalidad

La modalidad adoptada para la realización del Trabajo Final de Licenciatura es la de intervención profesional del tipo cualitativa/cuantitativa.

Metodología

Entrevistas semiestructuradas

Para alcanzar los objetivos planteados en el presente trabajo se necesitó recoger datos primarios a través del uso de entrevistas semiestructuradas individuales a los tres socios y al ingeniero agrónomo de la empresa, por otro lado, externamente se entrevistó a un especialista en AP. Las

entrevistas¹ se llevaron a cabo a través de la plataforma virtual Meet previa planificación, de donde se relevó información con respecto a los siguientes temas: fundación e historia de la empresa, aspectos del entorno tales como competidores y cadena de abastecimiento, aspectos internos como la misión, visión y objetivos de corto y mediano plazo, financiamiento, procesos productivos, bienes de capital, de toma de decisiones y aspectos productivos con respecto a la AP. Al agrónomo interno se le solicitó información cuantitativa y cualitativa del campo y al agrónomo externo información de aspectos técnicos de suelo. Luego de la ejecución de las entrevistas se procedió a la transcripción del contenido para su posterior análisis a través del software Atlas ti.

*Análisis de las entrevistas*²

Para el procesamiento derivado de las entrevistas se utilizó el software Atlas.Ti, un programa de recuperación de texto, para creación de redes de relaciones conceptuales por medio de la transcripción de las entrevistas antes mencionadas. Al finalizar el proceso de entrevistas y el análisis de las mismas, se logró formalizar la misión, la cual define el propósito y la razón de ser de la organización; provee una orientación clara y definida, estableciendo la dirección a seguir para comunicar a sus miembros la razón fundamental de su colaboración.

Por otro lado, se definió la visión determinando las aspiraciones organizacionales que actúan como guía de la entidad. La visión permite un mayor enfoque en la capacidad de dirección, conducción y ejecución de los logros, así mismo, con ello se fortalece la toma de decisiones mediante la claridad en cuanto a los objetivos a alcanzar en el futuro.

Por último, se lograron determinar los objetivos, los cuales fueron sometidos a la metodología S.M.A.R.T. Se caracteriza por establecer objetivos específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con un marco temporal definido, proporcionando así una base sólida para la planificación y seguimiento de metas concretas.

Análisis de información Interna

Para la recolección de datos contables se realizó una revisión de documentación proporcionada por la contadora de la empresa (de carácter confidencial) tales como, niveles de stock, libro compras y libro ventas desde el año 2016 al 2020, los últimos ejercicios económicos disponibles. Simultáneamente se analizó la información proporcionada por los expertos, del ingeniero agrónomo perteneciente a la empresa se obtuvo la información del tipo de suelo con sus

¹ Para más información ver “**Anexo I - Guía de entrevistas.**”

² Para más información ver “**Anexo II - Matriz de información recabada de entrevistas.**”

características, la cantidad y precio de insumos de la última campaña, en cuanto a la producción el tipo y calidad de los cultivos.

Adicionalmente el agrónomo externo proporcionó un análisis explicativo descriptivo de los datos anteriormente obtenidos, ampliando la información de las características del suelo, sus propiedades y su posible rendimiento. Todos estos datos fueron procesados en Excel utilizando las funciones de cálculo, elaboración de gráficas y tablas dinámicas. Se pudo aplicar técnicas de análisis a la estructura de ingresos y egresos; en primera instancia se realizó un análisis vertical donde se determinó la posición estructural de cada uno de los ítems que componen dicha estructura con el fin de identificar aquellos de mayor peso y en segunda instancia se realizó un análisis horizontal (tendencia) donde se obtuvo la variación porcentual de los ítems de la estructura de un periodo a otro.

De los resultados obtenidos se pudo detectar las variables críticas que tienen un impacto significativo en el éxito de la empresa. Por medio de esta herramienta se visualiza los componentes críticos de la estructura de costos, siendo aquellos de mayor valor y variabilidad temporal los fertilizantes y agroquímicos; también de aquellos cultivos que se llevan la mayor concentración de los ingresos, soja y maíz, por lo que se limitó el trabajo a dichos cultivos por su gran porcentaje de participación en la rentabilidad total de la empresa.

En la realización de los análisis se utilizó una visión retrospectiva dado que se analizaron datos del período fenecido; esta visión nos fue de utilidad para evaluar la situación económica de la organización de los periodos contables anteriores.

Análisis de Agricultura de Precisión

Para esta fase de análisis, se recurrió a una variedad de fuentes para la recolección de información, incluidos expertos, documentos, revistas, noticias y libros. El estudio se inició con el examen del funcionamiento y proceso de la Agricultura de Precisión (AP), así como los tipos de aplicaciones y sus requisitos técnicos. Se considera que la tecnología y el capital actual de la empresa, como sensores, pilotos automáticos por satélite, monitor de siembra, siembra inteligente y drones con cámara multiespectral, podrían cubrir dichos requisitos.

Posteriormente, se realizó un análisis de la información proporcionada por el agrónomo interno acerca de la campaña 2021/2022. Se extrajo información productiva detallada por campo, lote, etapa de producción, superficie cultivada, insumos, costos de insumos y dosis de AT. Los datos fueron clasificados y se eliminaron aquellos no relevantes para el trabajo presente, dando lugar a la formación de una base de datos definitiva. En este punto, se procedió a investigar el significado de la terminología específica utilizada, relacionada con las etapas del proceso productivo y los tipos de productos e insumos.

En las entrevistas, se recabó información crucial para realizar varias clasificaciones, incluida la subdivisión de los cultivos de maíz y soja. Estos cultivos reaccionan de manera diferente a la AP, ya que la soja requiere más herbicidas y el maíz demanda mayores cantidades de fertilizantes. Esta divergencia afecta la evaluación del proyecto incremental al influir en cómo se analizan sus beneficios y costos.

Además, durante las entrevistas, se obtuvo información sobre la variabilidad en el rendimiento de los distintos lotes. Esto permitió clasificar la productividad agrícola en tres estadios: alto, medio y bajo. Se asignaron valores porcentuales a esta clasificación, calculados mediante la comparación entre el rendimiento de los terrenos en cuestión y el rendimiento típico del terreno en condiciones normales.

El experto en Agricultura de Precisión aportó los datos acerca de la variación estándar en la dosis de los insumos utilizados. Estos porcentajes varían en función del cultivo, considerando las necesidades específicas de cada uno y las proporciones adecuadas. Una vez estandarizada la información, se procedió a calcular las variaciones tanto en costos como en rendimiento. El análisis del impacto de la AP se realizó bajo la suposición de que la superficie cultivada y los costos unitarios de los insumos permanecen constantes. La variable que se modificó fue la cantidad de cada producto consumida, lo cual afectó el resultado de la campaña.

Para analizar los costos, se calculó el costo total de los insumos utilizados en el proceso productivo, multiplicando el costo unitario del insumo por la dosis en cada etapa y superficie cultivada. También se calculó el costo de insumos por hectárea, dividiendo los costos totales entre la superficie cultivada.

Las variaciones generadas por la aplicación de la AP se basaron en la caracterización del rendimiento del lote y en la variación porcentual de cada insumo. La variación total se obtuvo mediante la multiplicación de la variación del rendimiento por lote con AP y la variación de la dosificación variable por AP.

Posteriormente, se realizó una comparación entre la cantidad de insumos utilizados en la última campaña 2021/2022 de Agricultura Tradicional y la de insumos de dosificación variable mencionada anteriormente. Esta comparativa permitió llegar a una evaluación incremental de la aplicación de AP. Con toda la información monetaria y de rendimiento capturada, se llevó a cabo el estado de resultado de la empresa para ambas situaciones, logrando así un estado de resultado incremental y la información necesaria para el cálculo de los indicadores del tablero.

A continuación, utilizando la base de datos sobre los insumos consumidos en el proceso productivo de ambas formas de agricultura, junto con su variación física y monetaria, se formuló un conjunto de indicadores que establecieron vínculos entre estos costos y las cantidades diferenciales.

En este trabajo, se han desarrollado como herramienta dos tableros distintos: uno enfocado en los tipos de cultivo y otro relacionado con los insumos. Ambos tableros se construyeron en colaboración con un experto agrónomo y sirvieron como base para establecer metas concretas. Estas metas se acordaron de manera conjunta para luego aplicar un sistema de semaforización a cada indicador.

En un principio, el tablero centrado en los tipos de cultivo presenta indicadores que se desglosan de acuerdo con las diferentes variedades de cultivo. Dichas categorías incluyen maíz, centeno/maíz, soja, centeno/soja y soja de segunda. La elección entre centeno y maíz en algunos campos y la selección de soja de segunda en otros se basan en decisiones puramente técnicas tomadas durante la campaña. Estas decisiones son influenciadas por factores como condiciones del terreno y estrategias agronómicas.

Primero, se definieron los indicadores de los resultados derivados de la implementación de la Agricultura de Precisión (AP). En segundo lugar, se siguen los indicadores que identifican las causas subyacentes de esos resultados. Por último, se analizó la relación entre el costo diferencial de los insumos y los demás componentes de la estructura de costos.

En cuanto a los indicadores de resultado, se definieron diversos parámetros para evaluar el impacto de la implementación de la Agricultura de Precisión (AP). Se determinaron indicadores de variación del margen bruto mediante la relación entre el margen bruto de la AP y el margen bruto de Agricultura Tradicional (AT), menos uno. Este indicador muestra la variación en el margen bruto debido a la adopción de esta nueva tecnología.

Continuando con los indicadores de resultado, se siguieron los indicadores de rendimiento monetario y producción. En ambos casos, se calcula la razón entre el rendimiento o la producción de la AP y la de AT. Esto permite analizar el rendimiento diferencial en términos de ingresos y producción al aplicar la AP. El último indicador en esta categoría es el punto de equilibrio, que determina la cantidad mínima de toneladas que deben aparecer para cubrir los costos totales.

Por otra parte, se calcularon los indicadores de causa. El primero, en términos físicos, mide la variación en la cantidad de insumos utilizados, mientras que el segundo, en términos monetarios, evalúa la variación de los costos en unidades monetarias. En el tablero de cultivo se definieron los indicadores de relación, incluyendo la relación entre los costos directos e indirectos de comercialización para AP, así como la razón entre los costos directos y los gastos de arrendamiento específicos para el cultivo de soja. Además, el indicador del índice de margen bruto mide la relación entre el margen bruto y los costos directos en cada alternativa de inversión.

Simultáneamente se desarrollaron en otro tablero los indicadores desagregados por tipo de producto, como aditivo, fertilizante, fungicida, herbicida y semilla. Los indicadores de variación

física y monetaria miden la relación entre los insumos de AP y AT, tanto en unidades de medida como en unidades monetarias.

El indicador de productividad de consumo refleja la variación en toneladas producidas por unidad física consumida del insumo. Y, por último, el indicador de beneficio por consumo muestra la variación en el margen bruto por unidad física consumida del insumo. En resumen, estos indicadores permiten evaluar de manera detallada y cuantitativa el impacto de la transición de AT a AP en términos de costos y resultados.

V. Resultados

Este apartado corresponde a los resultados obtenidos detallados en metodología. En primer lugar, del análisis de las entrevistas se obtuvo la visión, misión y objetivos de la empresa:

Visión: ser líderes en la producción de maíz y soja, destacándose por nuestra alta tecnología y enfoque sostenible en la agricultura. Queremos ser un referente de éxito, beneficiando a nuestros colaboradores, clientes y comunidad.

Misión: brindar productos de calidad, eficientes y confiables, impulsados por la experiencia y tecnología avanzada. Trabajamos para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, superando sus expectativas y contribuyendo a su éxito. Nos comprometemos con la excelencia y la innovación, generando un impacto positivo en la comunidad.

Objetivos de Corto Plazo (de 6 meses a 1 año):

1. Incrementar la productividad agrícola en un 10% en la próxima campaña.
2. Reducir el consumo de agua y energía en un 9% a través de la implementación de prácticas sostenibles en la producción de maíz y soja.
3. Mejorar la eficiencia operativa reduciendo los costos logísticos en un 8% y disminuyendo en un 15% el tiempo de recolección y almacenamiento de los cultivos en el próximo año.
4. Establecer dos alianzas estratégicas con proveedores de tecnología agrícola en la próxima fecha de cosecha.
5. Reducir la capacidad ociosa a través del uso de activos de tecnología existente, para monitorear el 70% de la superficie de cultivo y mejorar el rendimiento en la próxima campaña.

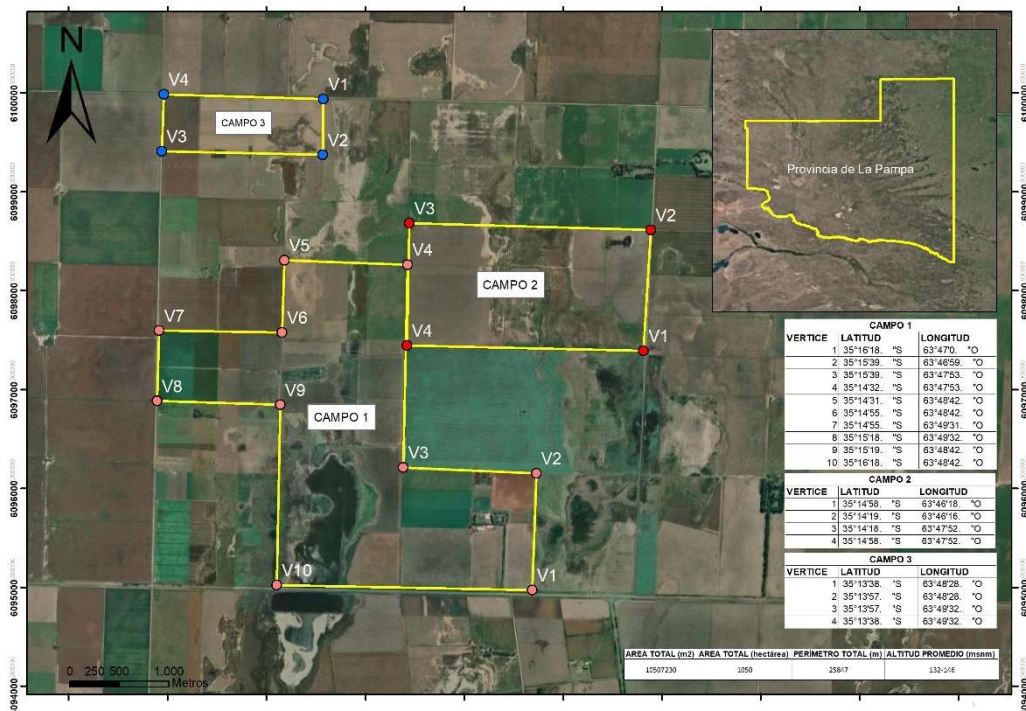
Objetivos de Mediano Plazo (de 1 a 3 años):

1. Diversificar la producción agrícola incorporando al menos dos nuevos cultivos de alto valor comercial, distintos al maíz y la soja, que representan el 20% de la facturación total en las próximas tres campañas.
2. Incorporar personal capacitado en programas de desarrollo agropecuario, con habilidades técnicas, en los próximos 2 años.

Objetivos de Largo Plazo (de 3 a 5 años o más):

1. Lograr un crecimiento anual sostenible del 10% en producción y consolidar la posición en el mercado regional de cultivos de maíz y soja en los próximos cinco años.
2. Expandir la presencia de la empresa a través de la exportación en mercados internacionales, exportando un 25% del total de producción, en los próximos cinco años.
3. Reducir la huella ambiental de la empresa implementando prácticas agrícolas sostenibles en el 60% de la superficie de cultivo, en los próximos tres años.
4. Incorporar y desarrollar dos nuevos cultivos de valor agregado que se adapten a las tendencias y demandas del mercado global, en las próximas cinco campañas.
5. Adquirir al menos 500 hectáreas adicionales de tierras agrícolas para expandir la capacidad de producción e incrementar el capital en los próximos 10 años.

A su vez, se obtuvieron los mapas satélites de los campos trabajados; en donde la denominación corresponde de la siguiente manera: Campo 1 al terreno propio de la empresa y Campos 2 y Campo 3 a los terrenos arrendados.



Del análisis interno basado en la documentación se obtuvo el relevamiento de la estructura de ingresos y costos, como es información confidencial están expresados en porcentajes, se exponen a continuación:

Análisis vertical de los ingresos

El análisis contable consta de un análisis vertical donde se calcula el porcentaje de participación de cada tipo de cultivo y actividad. Del análisis efectuado a los ingresos se llegó a la conclusión que la mayor participación en ganancias la tiene el cultivo de soja y en segunda instancia el maíz.

Los cereales forrajeros son cultivos de poca rentabilidad y se incurre en ellos porque permiten la rotación de cultivos que consiste en alternar plantas de diferentes familias y con diferentes necesidades nutritivas en un mismo lugar durante distintos ciclos, evitando que el suelo se agote y que las enfermedades que afectan a un tipo de plantas se perpetúen en un tiempo determinado. Estos cereales figuran en el libro de stock contable del último periodo únicamente porque el cereal se utilizaba para la alimentación de animales antes de cerrar la unidad de negocio de feedlot.

Por otra parte, el cultivo de trigo solo se realizó en el último año por condiciones climáticas, faltando información de tendencia para dicho análisis, dado que no es una siembra normal y habitual, siendo una decisión política de parte de los socios no cultivar dicho cereal.

El servicio de cosecha mecánica, es un servicio que se brinda a campos vecinos, dio como resultado que tiene una participación muy baja en las campañas, por lo que no es considerado para el análisis de este trabajo, además de no contar con la información necesaria para realizar un análisis.

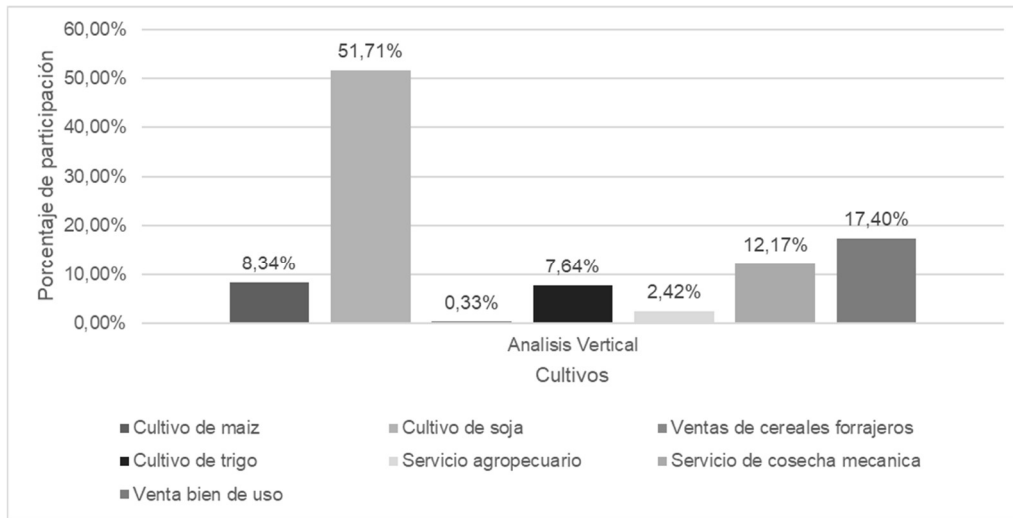
Cabe aclarar que existe una participación alta de ingresos en la venta de bienes de uso, los mismos no fueron contemplados dado que no corresponden a la actividad de la empresa y son una de las consecuencias de la problemática de la capacidad ociosa.

Tabla 1: Análisis vertical de ingresos.

Ingresos	Análisis Vertical					Total %
	2016	2017	2018	2019	2020	
Cultivo de maíz	2,61%	-0,01%		8,82%	14,26%	8,34%
Cultivo de soja	66,04%	44,50%	67,71%	74,46%	34,25%	51,71%
Ventas de cereales orrajeros					0,76%	0,33%
Cultivo de trigo					17,50%	7,64%
Servicio agropecuario	0,88%	0,70%	1,48%	7,12%	1,23%	2,42%
Servicio de cosecha mecánica	21,81%	38,20%	6,20%	6,16%	8,08%	12,17%
Venta bien de uso	8,66%	16,60%	24,62%	3,44%	23,93%	17,40%
Totales	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1: Porcentaje de participación por cultivo en el nivel de ingresos total.



Fuente: Elaboración propia.

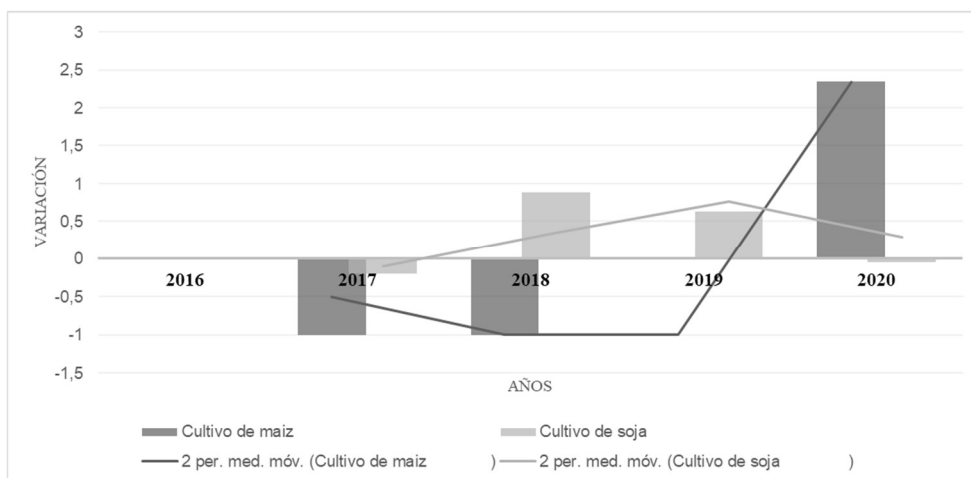
Análisis horizontal de los ingresos

Tabla 2: Análisis horizontal de ingresos.

Ingresos	Análisis de tendencia				
	2016	2017	2018	2019	2020
Cultivo de maíz	-	-100,27%	-100,00%		234,43%
Cultivo de soja	-	-19,41%	88,72%	63,62%	-4,90%
Ventas de cereales orrajeros	-				
Cultivo de trigo	-				
Servicio agropecuario	-	-5,28%	163,18%	616,68%	-64,25%
Servicio de cosecha mecanica	-	109,50%	-79,88%	47,84%	171,20%
Venta bien de uso	-	129,23%	83,94%	-79,21%	1338,45%
Totales	Base	19,59%	24,04%	48,78%	106,77%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Análisis de tendencia de los ingresos de los principales cultivos (maíz y soja).



Fuente: Elaboración propia.

En los análisis de tendencia horizontal se evaluó el comportamiento de los ingresos en cultivos año a año, pudiendo analizar su variación y descifrar el comportamiento de las campañas. Cabe señalar que la producción de maíz y soja fue afectada por la ocurrencia de fenómenos climáticos regionales.

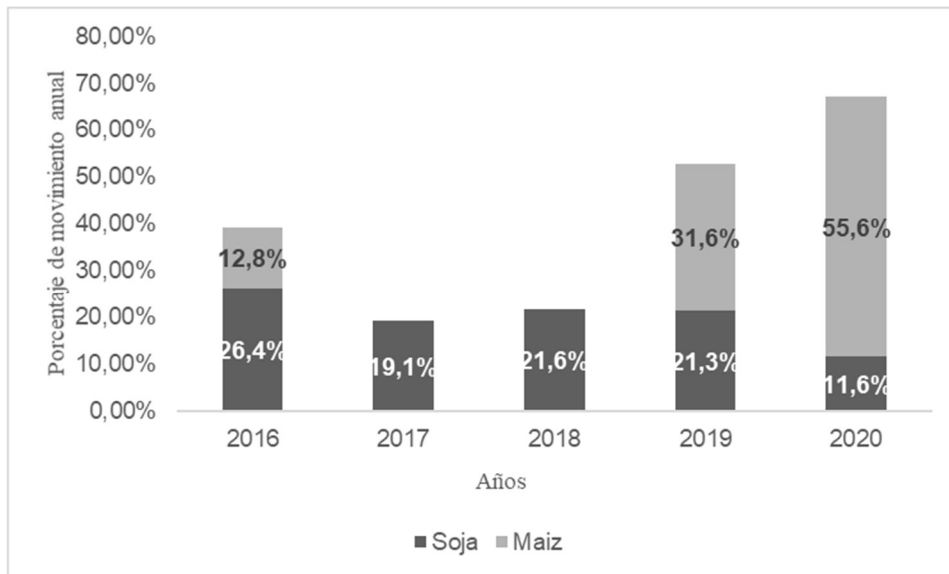
En la siguiente tabla se muestra la proporción de ventas en cantidades de los años 2016 a 2020 de los diferentes cultivos. Cabe destacar, que los cereales forrajeros y trigo solamente se produjeron en el último año por lo cual no es un ingreso relevante a graficar.

Tabla 3: Movimientos de stock total por cultivo.

Cultivo	2016	2017	2018	2019	2020
Soja	26,36%	19,10%	21,63%	21,29%	11,62%
Maiz	12,81%			31,61%	55,58%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3: Movimientos de stock anuales de los principales cultivos (maíz y soja).



Fuente: Elaboración propia.

Análisis vertical de los Egresos

Tabla 4: Análisis vertical de egresos.

Egresos	Análisis Vertical					Total %
	2016	2017	2018	2019	2020	
Agroquímicos y fertilizantes	13,22%	9,53%	13,82%	33,37%	18,67%	18,79%
Arrendamiento	16,47%	-0,81%	1,09%	2,54%	1,33%	2,54%
Compras de bienes de uso	24,08%	55,40%	51,75%	12,16%	44,31%	39,37%
Gastos ravados	0,94%	0,39%	3,02%	1,61%	2,05%	1,82%
Costo de mercadería p/campamento	0,58%	0,39%	0,29%	0,36%	0,10%	0,27%
Compras gravadas mercadería	0,00%	0,02%	0,04%	1,38%	0,01%	0,28%
Combustibles	7,22%	4,85%	3,99%	14,31%	7,40%	7,70%
Cosecha	0,00%	0,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%
Electricidad y agua corriente	0,18%	0,19%	0,22%	0,29%	0,14%	0,20%
Envíos y fletes	0,00%	0,00%	0,06%	0,26%	1,84%	0,79%
Gastos administrativos	0,36%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,04%
Comercial. de Cereal	6,88%	1,10%	2,27%	1,44%	5,26%	3,53%
Gastos financieros	2,72%	6,26%	4,56%	1,88%	1,17%	2,79%
Honorarios profesionales	1,48%	1,08%	1,22%	1,53%	1,56%	1,41%
Labranza y fumigación	0,13%	0,93%	1,50%	0,72%	0,49%	0,75%
Rep. de edificios y/o mejoras	1,69%	0,93%	0,05%	0,08%	0,19%	0,38%
Repuestos y reparaciones	15,12%	10,37%	7,08%	7,57%	4,57%	7,36%
Seguros	1,15%	0,95%	1,78%	5,21%	3,62%	2,98%
Compra de semillas	1,15%	2,88%	4,81%	9,14%	2,21%	4,02%
Siembra	0,00%	0,00%	0,05%	0,00%	0,00%	0,01%
Silo bolsa	1,02%	0,00%	1,27%	0,28%	0,67%	0,64%
Telefonía	0,18%	0,16%	0,18%	0,21%	0,13%	0,16%
Transporte de mercaderías	2,08%	3,59%	0,12%	0,56%	1,63%	1,46%
No gravado en compras	3,33%	1,46%	0,84%	2,47%	0,14%	1,18%
Peajes	0,04%	0,01%	0,00%	0,00%	2,47%	0,98%
Compra de insumos	0,00%	0,00%	0,00%	2,62%	0,00%	0,50%
Totales	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a costos, se calcula que participación tiene cada ítem en la estructura de costos. Como conclusión para nuestro análisis, y para determinar las variables que son relevantes, siguiendo la visión económico-financiera, se tomaron los de mayor participación y se excluyeron los demás ya que no son significativos al tema principal de agricultura de precisión.

Del análisis se concluyó que el 70% de los costos se concentran en cuatro ítems. Primeramente, se encuentra la compra de bienes de uso, como se mencionó anteriormente no corresponde a la actividad de la empresa y no está bajo análisis.

En segunda instancia se encuentra Agroquímicos y Fertilizantes, significando un porcentaje importante dentro de la estructura de costos un 19% y una variable que puede mejorar considerablemente con la propuesta de AP, además tiene una relación directamente proporcional ante el proyecto incremental que se propone.

Posteriormente, las restantes variables corresponden a combustibles, lubricantes y reparaciones que no serán impactados por la aplicación de siembra de precisión por lo que no serán tenidos en cuenta para el presente trabajo.

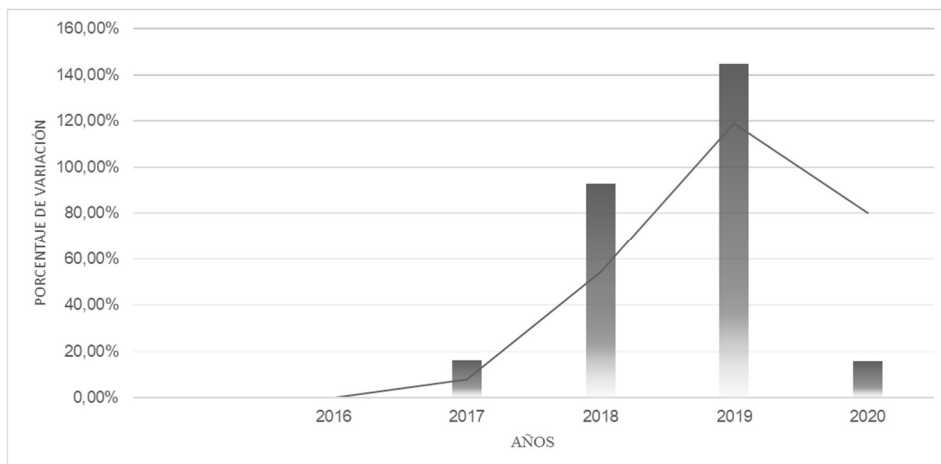
Análisis horizontal de los Egresos

Tabla 5: Análisis horizontal de egresos.

Egresos	Análisis de tendencia				
	2016	2017	2018	2019	2020
Agroquímicos y fertilizantes	-	15,91%	92,88%	144,93%	15,56%
Arrendamiento	-	-107,91%	-278,33%	137,71%	7,87%
Compras de bienes de uso	-	269,76%	24,25%	-76,15%	652,30%
Gastos ravados	-	-33,63%	929,06%	-45,65%	162,18%
Costo de mercadería p/campamento	-	7,98%	-0,43%	26,37%	-41,84%
Compras gravadas mercadería	-		166,84%	3581,99%	-98,55%
Combustibles	-	8,03%	9,46%	263,59%	6,83%
Cosecha	-		-100,00%		
Electricidad y agua corriente	-	74,39%	50,75%	37,12%	1,60%
Envíos y fletes	-	1373,33%	1547,42%	322,43%	1393,39%
Gastos administrativos	-	-100,00%			
Comercial. de Cereal	-	-74,39%	175,13%	-35,56%	654,36%
Gastos financieros	-	269,77%	-3,17%	-58,09%	28,04%
Honorarios profesionales	-	16,92%	50,45%	27,02%	110,98%
Labranza y fumigación	-	1088,19%	114,16%	-51,35%	40,29%
Rep. de edificios y/o mejoras	-	-11,73%	-92,56%	47,79%	415,78%
Repuestos y reparaciones	-	10,29%	-9,18%	8,50%	24,59%
Seguros	-	32,63%	149,18%	197,41%	43,76%
Compra de semillas	-	303,81%	121,82%	92,89%	-50,15%
Siembra	-			-100,00%	
Silo bolsa	-	-100,00%		-77,29%	385,05%
Telefonía	-	44,90%	47,15%	19,38%	31,22%
Transporte de mercaderías	-	177,12%	-95,54%	371,01%	501,61%
No gravado en compras	-	-29,71%	-23,41%	198,49%	-88,24%
Peajes	-	-47,50%	-93,17%	23,06%	582520,60%
Compra de insumos	-				-100,00%
Totales	Base	60,68%	33,03%	1,47%	106,53%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4: Análisis de tendencia del principal egreso (Fertilizantes y Agroquímicos).



Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, con el análisis histórico se selecciona como variables relevantes los ingresos de la Siembra de Soja y Maíz y en costos Agroquímicos y Fertilizantes, siendo las variables que se verán afectadas en el proyecto incremental que se realizará a posteriori.

A continuación, se exponen los resultados obtenidos del análisis de AP, detallando la dosificación variable y el proyecto incremental. Se encontraron modificaciones en el uso de los insumos que se consumen en las diferentes etapas del proceso productivo al aplicar dosificación variable, las etapas son: Barbecho, Funguicida, Post- emergente, Pre- emergente, Repaso y Siembra.

En la etapa de barbecho se utilizan el aditivos y herbicidas, se deja la tierra reposar varios ciclos vegetativos con el fin de conservar las humedades y cualidades del suelo, con la aplicación de AP se realiza un correcto control de malezas presentes en el lote, monitoreo de humedad y estado de materia orgánica. Lo que conlleva a disminución de aditivos por la dosificación variable respecto a los terrenos, por la humedad, tensión superficial y pendiente. Es así que, el monitoreo facilita la detección de las malezas, un correcto control de las mismas en el lote mejora el desarrollo del nuevo cultivo, dado que dichas malezas consumen agua y nutrientes.

En la etapa funguicida con el monitoreo de la AP se pueden detectar la presencia de hongos y enfermedades y aplicar dosificación variable del funguicida, previamente teniendo en cuenta el mapeo donde se determinan zonas proclives a contener dichas enfermedades, disminuyendo así el uso del funguicida.

En la etapa Post Emergente y Pre Emergente donde los herbicidas deben aplicarse con un tiempo de consideración para que puedan actuar sobre las malezas y estas lo absorban, las herramientas de AP permite detectar la aparición temprana de malezas evitando así la competencia con el cultivo por los nutrientes, incrementado la producción en la primera etapa de germinación de las semillas cultivadas, el control químico permite a los cultivos desarrollarse sin competencia desde los primeros estadios de desarrollo.

En la última instancia la etapa de siembra la AP previamente analiza las características del suelo pudiendo segmentar los lotes en categorías de alto, bajo y medio rendimiento lo cual diferencia la cantidad de fertilizante a colocar en cada categoría.

A continuación se expone una tabla comparativa donde se puede visualizar primeramente la cantidad de dosis utilizada de insumos en AT en comparativa con la cantidad de insumo utilizada en AP y su respectiva variación incremental por cada tipo de insumo, luego se detalla el costo por hectárea insumido en cada agricultura con su respectiva variación incremental ya que si bien el costo unitario de compra de los insumos se los considero constantes al existir variaciones en las dosis aplicadas los costos de insumos también presentan variaciones.

Tabla 6: Variación en las dosis de insumos en proceso productivo.

	Dosis/HA AT	Dosis/HA AP	Incremental
ADITIVO	13,40	4,82	-8,58
FERTILIZANTE	1750,00	486,13	-1263,87
FUNGICIDA	0,80	0,37	-0,43
HERBICIDA	204,01	84,49	-119,51
SEMILLA	521,61	181,91	-339,70
TOTAL	2489,82	757,71	-1732,11

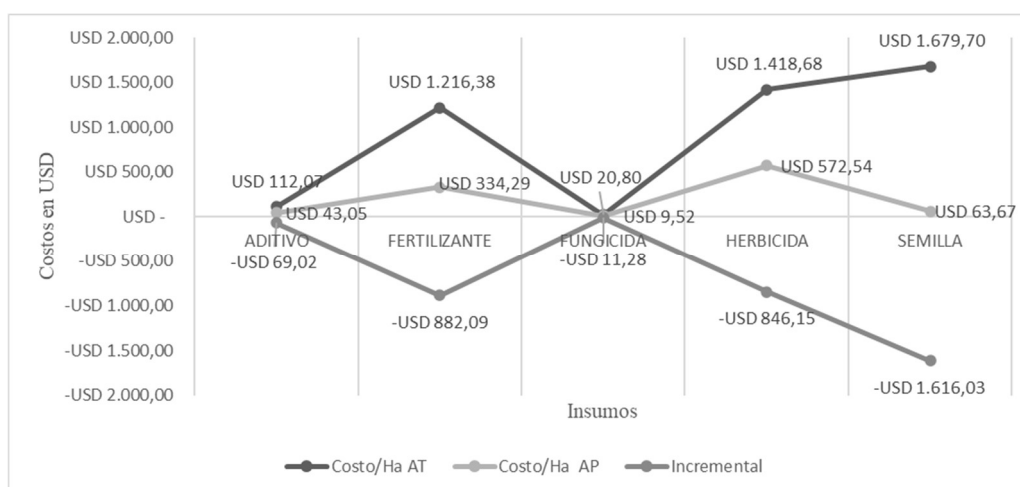
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Variación en el costo por hectárea de insumos en proceso productivo.

	Costo/Ha AT		Costo/Ha AP		Incremental	
ADITIVO	USD	112,07	USD	43,05	-USD	69,02
FERTILIZANTE	USD	1.216,38	USD	334,29	-USD	882,09
FUNGICIDA	USD	20,80	USD	9,52	-USD	11,28
HERBICIDA	USD	1.418,68	USD	572,54	-USD	846,15
SEMILLA	USD	1.679,70	USD	63,67	-USD	1.616,03
TOTAL	USD	4.447,63	USD	1.023,06	-USD	3.424,57

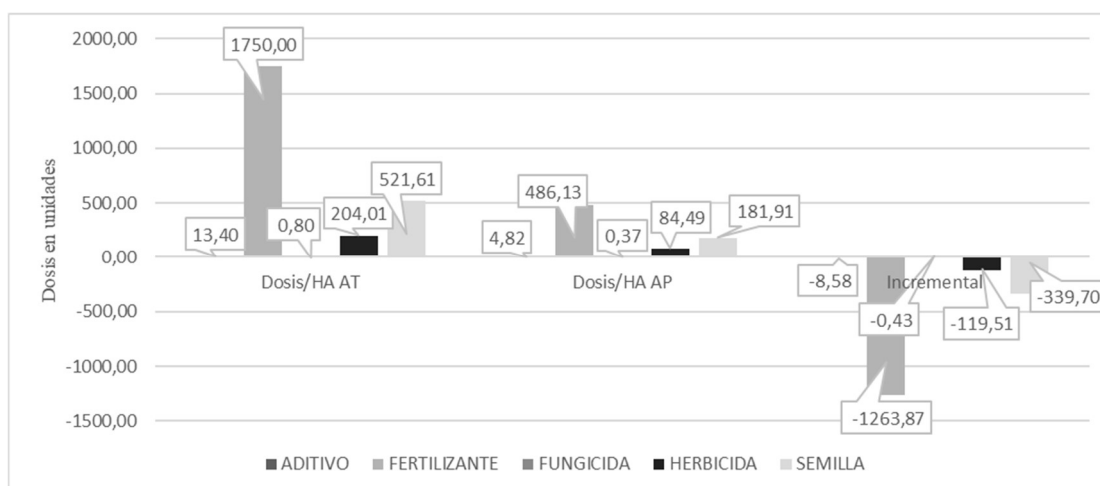
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5: Análisis incremental de los costos comparando la AT y la AP.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6: Comparativa entre la aplicación de dosis en AT y en AP incremental.



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que al aplicar agricultura de precisión las dosis de los insumos disminuyen en 1732.11 lo que equivale a una disminución de costos directos en USD 3424.57.

Una vez obtenida la información sobre las variaciones que se producen en los insumos del proceso productivo tanto en cantidades como en costos se obtuvo el estado de resultado diferencial de ambos tipos de agricultura.

Tabla 8: Estado de resultados diferencial.

		AT	AP	DIFERENCIAL	Variación
		Total de cultivos	Total de cultivos		
Hectáreas explotadas		711,00	711,00	0,00	
Rinde qq/ha *		58,09	129,09	71,00	122,22 %
Precio U\$S/ton					
Ingreso Bruto U\$S/ha	USD	13.117.160,00	29.031.097,44	15.913.937,44	
Gastos Comercialización (%)					
Gastos Comercialización U\$S		1.811.556,80	4.015.169,44	2.203.612,64	
Ingreso Neto U\$S/ha	USD	11.305.603,20	25.015.928,00	13.710.324,80	
Costos Directos * (agroquímicos)	u\$S/ha	198.587,26	40.634,83	-157.952,43	-79,54 %
Arrendamiento	u\$S/ha	90.000,00	90.000,00	0,00	
Margen bruto	u\$S/ha	11.017.015,94	24.885.293,17	13.868.277,23	125,88 %

Fuente: Elaboración propia.

Las hectáreas explotadas, es decir la superficie se consideró como constante al igual que el precio de venta de la producción, siendo el rinde el componente del ingreso bruto que presenta una variación, en este caso favorable en un 122.22%.

Para analizar los costos directos se hace mención a que el costo unitario de compra de los mismos se los consideró como constantes, por lo tanto, la disminución que figura en el análisis diferencial de casi un 80% se debe a la reducción en el uso / consumo de los mismos en el proceso productivo. Estos dos impactos positivos son la causa de que el margen bruto aumente el 125% proveniente de una amplia mejora en el proceso productivo.

Para mayor comprensión de los resultados se abrió el análisis diferencial con la elaboración de un tablero operativo diferencial desagregado por tipo de cultivo compuesto por indicadores de resultado, causa de resultados y de relación con los otros componentes de la estructura de costos, cada uno con su respectiva meta y semaforización.

Tabla 9: Tablero diferencial por tipo de cultivo.

TABLERO DIFERENCIAL POR TIPO DE CULTIVO										
Categoría	Nombre	Calculo	Interpretación	Total Maiz	Total soja	Total	Semaforizacion	Meta	Maximo	Minimo
DE RESULTADO										
PRODUCTIVIDAD AGRICOLA	Variacion Margen Bruto	$\frac{(\text{Ing. Neto-CD-A})_{AP}}{(\text{Ing. Neto-CD-A})_{AT}} - 1 \times 100$	Variación de margen bruto por la aplicación de AP	132%	124%	126%	80%	>81 verde >10;<80 amarillo <10 rojo	10%	
	Coef. Rinde monetario	$\frac{\text{Rinde monetario}_{AP}}{\text{Rinde monetario}_{AT}} \times 100$	Rendimiento diferencial en términos de ingresos obtenidos por aplicar AP	228%	204%	214%	50%	>51 verde >10;<50 amarillo <10 rojo	10%	
	Produccion	$\frac{(\text{Hect.} \cdot \text{Rinde})_{AP}}{(\text{Hect.} \cdot \text{Rinde})_{AT}} - 1 \times 100$	Variación en la producción por la aplicación de AP	127%	119%	122%	50%	>51 verde >10;<50 amarillo <10 rojo	10%	
DE CAUSA										
DESVIOS DE COSTOS DIRECTOS	Terminos fisicos	$\frac{\text{Cantidad insumo}_{AP}}{\text{Cantidad insumo}_{AT}} - 1 \times 100$	Variación de la cantidad utilizada en AP con respecto AT	-67%	-98%	-85%	21%	>21 verde >10;<20 amarillo <10 rojo	10%	
	Terminos monetarios	$\frac{\text{Costo total}_{AP}}{\text{Costo total}_{AT}} - 1 \times 100$	Variación del costo monetario utilizado en AP con respecto AT	-82%	-105%	-96%	21%	>21 verde >10;<20 amarillo <10 rojo	10%	
DE RELACION										
CON COSTOS INDIRECTOS	Gastos de Comercializacion	$\frac{\text{Costo total}_{CD,AP}}{\text{Costo total Comercio}} \times 100$	Cuanto representa el costo directo de AP en relacion a los costos indirectos (constantes)	1%	1%	1%	2%	<2 verde >1;<2 amarillo >3 rojo	3%	
	Gastos de Arrendamiento	$\frac{\text{Costo total}_{CD,AP}}{\text{Costo total Arrendamiento}} \times 100$	Cuanto representa el costo directo de AP en relacion al costo de arrendamiento (constantes)	0%	20%	20%	5%	<5 verde >1;<4 amarillo >6 rojo	6%	
CON MARGEN BRUTO	Indice de Margen Bruto	$\frac{\text{Margen Bruto}_{AP}}{\text{Costos directos}_{AP}} \cdot \frac{\text{Margen Bruto}_{AT}}{\text{Costos directos}_{AT}}$	Lo que se obtiene en margen bruto por cada peso gastado en costos directos.	14,52	9,60	11,04	5	>5 verde >2;<5 amarillo <2 rojo	2	
META										
	Punto de Equilibrio	$\frac{\text{Costo Total (CD + CI)}_{AP}}{\text{Precio - CD}}$	Cantidad mínima de toneladas que se deben producir para no entrar en perdida	5898,88	7487,30	6735,83				

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores de productividad agrícola arrojaron buenos resultados, tal como se detalla en el estado de resultados, en el tablero se corresponden los mismos valores en cuanto al aumento de la producción en un 122% y del margen bruto en 126%, posicionándose con una semaforización en verde ya que superan ampliamente la meta propuesta.

El coeficiente de rinde monetario determina el rendimiento obtenido por aplicar agricultura de precisión en términos monetarios, arrojando un impacto positivo del 214% ya que en la AP en cada lote si bien la superficie cultivada se mantiene constante no así la producción obtenida, la cual es mayor al haber sido considerados los distintos rendimientos que tiene cada lote a través del plan de dosificación variable.

La causa de estos resultados son los desvíos de los costos directos por usar AP, tanto en términos físicos como monetarios los desvíos disminuyen en promedio entre 85% y 96% posicionando a los indicadores dentro de la franja verde al superar la metas propuestas por los ingenieros expertos, quienes aseguran como mínimo una disminución del 20%; al aplicar la cantidad de insumo necesaria en cada lote dependiendo de la etapa del proceso productivo y del tipo de cultivo que se trate, el uso en cantidades de los insumos disminuyen notablemente por lo tanto el costo total de los mismos presenta el mismo comportamiento.

Los indicadores de relación nos permiten tener información de los costos directos en relación con los demás costos por aplicar AP, tal así es el caso de relación con los costos de comercialización en donde si se aplica la AP los costos directos solo serian de un 1% con respecto a los mismos, en el caso del arrendamiento un 20% cuando se cultiva soja ya que para la producción de maíz solo utilizan campos propios y no arrendados.

Por último, se calculó un punto de equilibrio, es decir el volumen necesario que se necesitan producir de maíz y soja para que no produzca ni ganancia ni pérdida, en cuanto al primero se necesitan 5898 toneladas y del segundo 7487 toneladas.

Para concluir el análisis y además ampliar información elaboramos un segundo tablero operativo diferencial pero categorizado por tipo de insumo.

Tabla 10: Tablero diferencial por tipo de insumo.

TABLERO DIFERENCIAL POR TIPO DE INSUMO										
Nombre	Calculo	Interpretación	Aditivo	Fertilizante	Fungicida	Herbicida	Semilla	Total	Meta	
Variación física	$\frac{\text{Cantidad insumo AP soja} - 1}{\text{Cantidad insumo AT soja}}$	Variación de la cantidad utilizada en AP con respecto AT en soja	✓ -0,7479	✓ -0,8174	✓ -0,5423	✓ -0,5150	✓ -0,6676	✓ -0,7147	>21 verde >10;<20 amarillo <10 rojo	
	$\frac{\text{Cantidad insumo AP maiz} - 1}{\text{Cantidad insumo AT maiz}}$	Variación de la cantidad utilizada en AP con respecto AT en maiz	✓ -0,4489	✓ -0,6976		✓ -0,6886	✓ -0,6327	✓ -0,6872	>21 verde >10;<20 amarillo <10 rojo	
Variación monetaria	$\frac{\text{Costo total AP} - 1}{\text{Costo total AT}}$	Variación de la costo utilizado en AP con respecto AT Soja	✓ -0,7025	✓ -0,8161	✓ -0,5570	✓ -0,5744	✓ -0,9525	✓ -0,7006	>21 verde >10;<20 amarillo <10 rojo	
	$\frac{\text{Costo total AP} - 1}{\text{Costo total AT}}$	Variación de la costo utilizado en AP con respecto AT Maiz	✓ -0,5179	✓ -0,7081		✓ -0,6815	✓ -0,9777	✓ -0,8400	>21 verde >10;<20 amarillo <10 rojo	
Productividad del consumo	$\frac{\text{Producción AP Soja} / \text{Consumo insumo total AP Soja} - 1}{\text{Producción AT Soja} / \text{Consumo insumo total AT Soja}}$	Variación en tonelada producida por cada unidad física consumida del insumo en Soja.	✓ 6,9976	✓ 2,3147	✓ 4,4058	✓ 3,1579	✓ 5,0673	✓ 1,5503	>5 verde >2;<4 amarillo <2 rojo	
	$\frac{\text{Producción AP Maiz} / \text{Consumo insumo total AP Maiz} - 1}{\text{Producción AT Maiz} / \text{Consumo insumo total AT Maiz}}$	Variación en tonelada producida por cada unidad física consumida del insumo.	✓ 3,1509	✓ 6,5641		✓ 6,3459	✓ 5,2289	✓ 6,3140	>5 verde >2;<4 amarillo <2 rojo	
Beneficio por consumo	$\frac{\text{Margen bruto AP Soja} / \text{Consumo insumo total AP Soja} - 1}{\text{Margen bruto AT Soja} / \text{Consumo insumo total AT Soja}}$	Variación en el margen bruto por cada unidad física consumida del insumo en Soja	✓ 7,8667	✓ 11,2413	✓ 3,8845	✓ 3,6098	✓ 5,7266	✓ 6,8350	>5 verde >2;<4 amarillo <2 rojo	
	$\frac{\text{Margen bruto AP Maiz} / \text{Consumo insumo total AP Maiz} - 1}{\text{Margen bruto AT Maiz} / \text{Consumo insumo total AT Maiz}}$	Variación en el margen bruto por cada unidad física consumida del insumo en Maiz	✓ 3,2164	✓ 6,6834		✓ 7,4617	✓ 5,3271	✓ 6,4293	>5 verde >3;<4 amarillo <2 rojo	

Fuente: Elaboración propia.

El tablero refleja las variaciones incrementales en el consumo de los distintos tipos de insumos (costos directos) como aditivo, fertilizante, fungicida, herbicida y semilla considerando además el tipo de cultivo.

Los indicadores propuestos detallan la relación existente entre los componentes que hacen al margen bruto y cómo varían con la aplicación de AP. Primeramente se encuentra el resultado de la variación física en la cantidad de insumos utilizados en cada agricultura, el segundo indicador corresponde a dicha variación, pero en términos monetarios. Como anteriormente se obtuvo el resultado de que la producción de cada cultivo varía dependiendo el tipo de agricultura que se aplique, se procedió al cálculo del tercer indicador que refleja la variación en la productividad por el consumo de los insumos, es decir la variación en toneladas producidas por cada unidad física de insumo utilizado. Por último, se calculó la variación que se produce en el margen bruto por cada unidad consumida del insumo en el proceso productivo, pero en términos físicos, ya que en el tablero anterior se determinó en términos monetarios.

Los resultados obtenidos varían según el tipo de cultivo que trate, ya sea soja o maíz. En cuanto al primero la cantidad de insumos utilizados en el proceso productivo por aplicar AP se reducen en un 71%, por cada unidad de insumo utilizado se producirán 1.55 toneladas más que en AT y el beneficio por consumir esa unidad de insumo favorece el margen bruto 6 veces.

En lo que respecta a la producción del maíz cabe señalar que no se utiliza el insumo fungicida, y de los resultados se puede observar que al aplicar la AP la cantidad de insumos utilizados se reducen en 68%, por cada unidad de insumo utilizado se producirán 6.31 toneladas más que en AT y el beneficio de esa unidad de insumo favorece el margen en 6.24 veces. Basándonos en estos resultados resulta que el maíz presenta un beneficio mayor en la generación de toneladas de producto con respecto a la soja, aunque ambos tipos de cultivo al ser producidos mediante las aplicaciones tecnológicas de AP logran contribuir al margen bruto en 6 veces con respecto de AT.

Los resultados obtenidos en este conjunto de indicadores superan las metas propuestas, colocándolos en la franja verde de la semaforización.

VI. Conclusiones y limitaciones

Conclusiones

Para concluir el tema de estudio del presente trabajo, se hace mención que el beneficio de aplicar o no la agricultura de precisión en la empresa está determinada por la variación del margen bruto; este indicador arroja un incremento superior a lo esperado, aumentando el beneficio en un 126% con respecto a la situación inicial.

La explicación de este aumento en los beneficios proviene de dos causantes, el primero se debe a la reducción de costos de los insumos utilizados en el proceso productivo y el segundo por aumento en la producción obtenida.

En el primer caso los costos monetarios de los insumos se reducen en promedio entre 85% y 96%, lo que proviene de la disminución en la cantidad de aditivo, fertilizante, semilla, herbicida y fungicida utilizado en conjunto ya que el costo unitario de compra se mantuvo constante, esta disminución en la cantidad de producto significa una mejora en el proceso, es decir aumento en la productividad que es la segunda causante del beneficio obtenido. Este último aumento en la productividad se refiere al mejor uso de los recursos productivos ya que al cultivar la misma superficie se logra un aumento en las toneladas obtenidas del 122%.

Por consiguiente, considerando los objetivos revelados al inicio de la intervención de incrementar la rentabilidad, se concluye que aplicar la agricultura de precisión es recomendable en la empresa bajo estudio; de dicho relevamiento y su posterior análisis se manifiesta que cuenta con los recursos y capacidad para la aplicación de la tecnología, lo que implica no realizar grandes inversiones, y aumentar los dividendos para los socios, sin necesidad de tener que expandirse.

Limitaciones

Durante el proceso de la intervención se han identificado limitaciones que deben ser consideradas para una interpretación adecuada de los resultados.

En cuanto a la información relevada sobre la empresa, la misma es de carácter confidencial por lo tanto se expuso en porcentajes, a su vez los estados de resultados de los últimos dos años no fueron obtenidos por decisión de los socios. Se menciona también, que tampoco se obtuvo la documentación referida a las campañas productivas anteriores, solo la del año inmediato anterior al del presente trabajo, imposibilitando el análisis histórico de la producción.

VII. Referencias

- Agrios, G. N. (2015). *Plant Pathology (Fifth Edition)*. Academic Press.
- Baigorria, T., Alvarez, C., Cazorla, C., Belluccini, P., Aimetta, B., Pegoraro, V. & Tuesca, D. (2019). Impacto ambiental y rolado de cultivos de cobertura en producción de soja bajo siembra directa. *Ciencia del Suelo*
- Gibson, C. H. (2019). *Informes y análisis financieros: uso de información de contabilidad financiera*. Aprendizaje Cengage.
- Hansen, D. R. y Mowen, M. M. (2019). *Contabilidad de Costos*. Aprendizaje Cengage.
- Jobbágy, E. G., Aguiar, S., Piñeiro, G., & Garibaldi, L. A. (2021). Impronta ambiental de la agricultura de granos en Argentina: revisando desafíos propios y ajenos.
- Marino Servetto, N. F., Milani, M. M., Sequeira Grassini, F. J., & Trucco, C. J. (2019) Ensayo de fertilización y densidad de siembra variable en agricultura de precisión (Bachelor's thesis).
- Muzlera, J. (2020). *Diccionario del Agro Iberoamericano – 2a ed. compendiada*.
- Parmenter, D. (2015). *Indicadores clave de rendimiento: desarrollo, implementación y uso de KPI ganadores*. John Wiley & Sons.
- Santillán, O. & Rentería, M (2018). *Agricultura de precisión*. INCyTU.
- Stickney, C. P., Brown, P. R., Wahlen, J.M. y Pfeiffer, R.J. (2019). *Informes financieros, análisis de estados financieros y valoración: una perspectiva estratégica*. Aprendizaje Cengage.
- Zimdahl, R. L. (2018). *Fundamentals of Weed Science (Fifth Edition)*. Academic Press.

VIII. Anexos

Anexo I: Guion de entrevistas

Entrevista realizada a los socios

1. ¿Cómo nació la empresa?
 2. ¿Qué productos y servicios realiza/ofrece actualmente la empresa y cómo los llevan a cabo?
(un resumen de las actividades que desempeñan, clientes y demanda)
 3. ¿Qué rol cumple usted en la empresa, es decir que actividades realiza?
 4. ¿Cómo les gustaría que su empresa sea conocida/percibida en el mercado?
 5. ¿Quiénes son sus competidores? Y ¿cómo se diferencian de ellos?
 6. ¿Cómo visualiza el futuro de la empresa? en 1 o 5 años.
 7. ¿Qué variables del entorno considera que repercuten en la empresa?
 8. ¿Cuáles son sus objetivos a corto, mediano y largo plazo?
 9. Financiera, ¿Qué resultados económicos esperan?
 10. ¿Qué tipo de financiamiento tienen?
 11. Nos podría describir el proceso productivo.
 12. ¿Cuáles son los insumos más relevantes en cuanto a cantidad y costo?
 13. ¿Cuáles son sus proveedores claves y qué relación tienen? ¿Cómo se les abona? ¿Tienen financiamiento?
 14. Según su perspectiva, ¿la maquinaria y bienes de uso existentes se corresponden a la producción actual de la empresa?
 15. Además de los registros contables ¿llevan alguna otra registración? ¿Cuál? ¿Manual?
 16. ¿Existe un presupuesto definido cuando se inicia la siembra y/o cosecha? ¿En caso de tenerlo podría describir en que consta dicho presupuesto?
 17. Actualmente, ¿qué criterios emplean para tomar decisiones?
 18. ¿Qué información cree que le sería útil para la toma de decisiones?
- ¿Usted en algún momento pensó en implementar un sistema de información? ¿cuál y por qué? ¿por qué no?

Entrevista realizada al Ing. Agrónomo de la empresa

1. Descripción de las características generales del campo (Calidad de suelo, condiciones climáticas, condiciones de la tierra).
2. ¿Cantidad de hectáreas propias de la empresa y cantidad de hectáreas de los campos que alquilan?
3. ¿Calidad de producción (alimento)? soja tipo uno o dos, soja temprana, categorías de la soja? / Cuál es el promedio de producción obtenido por hectárea? ¿Cuál es el rendimiento por semilla? ¿Cuál es el rinde?
4. Insumos sementera (detalle de qué insumos ejemplo: nitrógeno, fosfato, urea, ETC. necesitamos informes es decir cantidad que usan de estos insumos por cada hectárea, pueden ser orden de compra tmb, pero necesitamos QUE SE USO Y EN QUÉ CANTIDAD POR CADA HECTÁREA) órdenes de compra insumos sementera.
5. ¿Qué estudios del suelo realizan? ¿Cómo analizan dichos datos?
6. ¿Considera óptimo la aplicación en un futuro AP, específicamente qué piensas que mejoraría o reduciría? ¿Qué tipo de tecnología cree usted que favorece la producción o reducción de costos?

Entrevista realizada a Ing. Agrónomo externo

1. Que es un suelo HAPLUDOL
2. Que implica un RÉGIMEN DE LLUVIA 700 Y 800 MILÍMETROS ANUALES
3. Que implica un CONTENIDO DE ARENA 65%
4. Que implica una MATERIA ORGÁNICA 1.5 O 2%
5. Que implica tener FÓSFORO 8 Y 12 PPM (PARTE POR MILLÓN)
6. En conjunto todos estos datos, ¿a qué conclusión se puede llegar sobre el campo y los cultivos de dicho campo?
7. Descripción Siembra temprana y tardía
8. ¿Qué estudios de suelo tradicionales se realizan para soja y maíz?

Anexo II: Matriz de información recabada de entrevistas

	Socio 1	Socio 2	Socio 3
Misión	larga trayectoria, cumplimiento	eficacia y eficiencia en el servicio, buena calidad	experiencia y tecnología aplicada, responsabilidad
Visión	comprar hectáreas	adquirir tecnología	delegar responsabilidad
Objetivos CP	mantener capital actual de empresa	recuperar lo invertido	sembrar más hectáreas
Objetivos MP	comprar hectáreas	cambio organizacional	incrementar siembra
Objetivos LP	más hectáreas, compra maquinaria, dividir empresa y trabajar individualmente	cambio organizacional efectivo	contratar mo, delegar
Toma de decisiones	a través de experiencia, sin criterios, competencia por liderazgo y manejo de empresa	decisión de mayoría. variables que influyen: políticas de gobierno, clima, tipo de cambio, resistencia al cambio de dueños	-
Problemática financiera	esperan resultados mínimos por sequía, mantener capital de trabajo, se trabaja de contado sin financiación	ídem, trueque de cereal por químicos por ejemplo	no invertir más del 30% del valor de capital, mantener capital
Falta de información	información de balances y proyecciones se obtienen por contadora	-	-

Proceso productivo	barbecho, trilla, fumigación, siembra grano grueso, fumigación, cultivo	-	-
Proveedores	agronomías de insumos, exportadores(fertilizantes) y estaciones de servicios	ídem	Agronomías (Pelayo, fedea) que te dan asesoramiento y te proveen de semillas fertilizantes y agroquímicos.
Rendimiento			
Tecnología en maquinaria	Sobredimensionada, única maquinaria en la zona	tecnología para AP: tractores, dron, sensores, pilotos automáticos por satélite, monitor de siembra, mapeo de rendimiento, no hay sembradoras para siembra inteligente	
Insumos	Fertilizantes, semillas, glifosato, combustible Diesel, repuestos.	Gasoil en cantidad y disponibilidad, químicos, semillas y fertilizantes. Buena provisión de repuestos ya que muchos son exportados y se ven afectados por las políticas de gobierno.	Semilla acorde, fertilizantes, químicos (malezas, insectos, hongos, etc.), combustible (se logró minimizar el gasto teniendo maquinas grandes, porque abarca más terreno en poco tiempo).
Agricultura de precisión	Detección de diferentes zonas potenciales dentro de un mismo campo, permite poder georreferenciar, delimitar y medir las	La recopilación de imágenes satelitales con sus diferentes índices verdes permite encontrar aquellas partes dentro del mismo campo que en forma sistemática se comportan	tomar decisiones de manejo directamente aplicada a los cultivos

	zonas de diferentes potenciales.	homogéneamente diferentes, esto quiere decir que hay partes del campo que se comportan como de mayor potencial o de menor potencial. La potencialidad de una zona depende de la mayor concentración de biomasa (compostaje con nutrientes).	
Característica de suelo	HAPLUDOL - TIPO DE SUELO DE LA ZONA (suelo poco profundo por su escaso desarrollo pedológico, bien a algo excesivamente drenado, que se localiza en las posiciones de loma de la topo secuencia. CONTENIDO DE ARENA 65%. MATERIA ORGÁNICA 1.5 O 2%. FÓSFORO 8 Y 12 PPM (PARTE POR MILLÓN). RÉGIMEN DE LLUVIA 700 Y 800 MILÍMETROS ANUALES.		
Capacidad ociosa	Se disminuyó trabajo por problemas con sindicatos y empleados		