

Universidad Siglo 21

Licenciatura en Administración Agraria

Trabajo Final de Grado



**“Incorporación de tecnologías de Agricultura de Precisión que aporten
a la rentabilidad económica y sustentabilidad ambiental”**

Torasso, Roxana Florencia

DNI: 32.542.905

Legajo: VAAG02553

Tutor: Hoyos Hernán Carlos

2021

Resumen

El presente trabajo final de grado se centra sobre una empresa agrícola dedicada a la producción y comercialización de productos primarios ubicada en Departamento Tercero Arriba, Provincia de Córdoba. A través del mismo se analiza incursionar en una nueva forma de producción que contribuya a la rentabilidad económica-financiera y a la sustentabilidad ambiental del establecimiento. Se propone llegar a este objetivo por medio de la incorporación de tecnologías de Agricultura de Precisión que brinden herramientas innovadoras para la optimización del uso de los recursos disponibles. Se expone la situación actual de la empresa, su estructura productiva y el contexto en el cual se llevará a cabo la implementación de las mismas. Se hace énfasis en el proceso productivo, las herramientas tecnológicas a emplear y los pasos e indicaciones de aplicación para su incorporación. Finalmente, se efectuará un análisis económico-financiero y operacional de los resultados de la integración, dejando expreso además las conclusiones y recomendaciones que surgieron de la elaboración de este reporte de caso.

Palabras claves: agricultura - innovación - procesos - rentabilidad - sustentabilidad

Abstract

This final degree project focuses on an agricultural company dedicated to the production and commercialization of primary products located in the Tercero Arriba Department, Province of Córdoba. The aim of the project is to explore a new form of production that will contribute to the economic-financial profitability and environmental sustainability of the establishment. The aim is to achieve this objective through the incorporation of Precision Agriculture technologies that provide innovative tools for the optimization of the use of available resources. The current situation of the company, its productive structure and the context in which the implementation of these will be carried out are presented. Emphasis is placed on the production process, the technological tools to be used and the steps and application indications for their incorporation. Finally, an economic-financial and operational analysis of the results of the integration will be carried out, also expressing the conclusions and recommendations that emerged from the preparation of this case report.

Keywords: agriculture - innovation - processes - profitability - sustainability

Índice

Introducción.....	4
Marco de referencia institucional	6
Análisis Situacional	7
Análisis de Contexto.....	8
Diagnóstico Organizacional	9
Marco Teórico	12
Justificación	16
Plan de implementación.....	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos.....	16
Alcance	17
Recursos y acciones.....	19
Presupuesto Inversión inicial.....	25
Diagrama de Gantt.....	28
Medición y control	28
Conclusiones y Recomendaciones	31
Referencias	33
Anexos	36
Anexo I.....	36
Anexo II.....	36
Anexo III	37

Introducción

El presente trabajo final de grado tiene como objetivo evaluar la incorporación de nuevas herramientas tecnológicas a la producción agrícola en campos que se encuentran ubicados en departamento Tercero Arriba, en la Provincia de Córdoba. La empresa se dedica básicamente a la producción de commodities concretamente soja, maíz y maní y en ocasiones al cultivo de trigo. La finalidad de la misma es la búsqueda de una mayor rentabilidad económica y sustentabilidad ambiental.

El planteo se orienta a la implementación de nuevas formas de producción superando al modelo de agricultura tradicional que permitan ser un instrumento de innovación en dicha empresa ya que actualmente no posee un paquete tecnológico definido en su proceso productivo. Lo antes expuesto imposibilita efectuar un análisis detallado y preciso de cada uno de los lotes explotados, teniendo en cuenta sus verdaderos requerimientos según sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Esta situación conlleva a que se generalicen las necesidades de los mismos en grandes porciones de tierra ocasionando altos costos de producción y degradación ambiental.

Se puede mencionar como un dato importante, para justificar los efectos de la degradación, que se estima que la actividad humana es responsable de la pérdida de 26 mil millones de toneladas de la capa superficial del suelo por año, lo cual es, 2.6 veces la tasa natural de degradación del suelo, causando daños por USD \$44 mil millones al año en suelos, masas de agua, infraestructura y salud. Los rendimientos de los cultivos en EE.UU. se considera caerán 8% por año si los agricultores no pueden reemplazar la pérdida de nutrientes y el agua. (Verhulst; François & Govaerts 2015).

En lo que va del nuevo milenio ha emergido en la Argentina un conjunto de empresas dedicadas al desarrollo de tecnologías para la agricultura a partir del uso de innovaciones asociadas a la electrónica, así como también otras -más novedosas- ligadas a las tecnologías de la información y la comunicación (TICs.). Este proceso se asocia al surgimiento de la llamada “Agricultura de Precisión”, la cual se basa en un conjunto de herramientas -tanto físicas como digitales- dirigidas a implementar esquemas de producción “sitio-específicos” con la finalidad de recopilación de información para optimizar la gestión de un lote o parcela. (Scaramuzza et al., 2014; Faulkner and Cebul, 2014).

Desde la mirada de un profesional de la Administración Agraria, y por los aspectos antes mencionados, se presenta como propuesta a la empresa agrícola, efectuar la implementación de tecnologías actuales que aporten al buen manejo de los recursos disponibles y al cuidado del medio ambiente a través de la “Agricultura de Precisión” para lograr la maximización de los rendimientos, minimización de los costos, optimización de los tiempos de planificación y reducción del impacto ambiental.

Por lo antes expuesto, es oportuno mencionar como antecedente, investigaciones efectuadas en otras partes del mundo reafirmando la necesidad a escala mundial de incorporar nuevas herramientas en el proceso productivo.

Carpio Santos (2018), a través de su investigación, pretende dar a conocer la evolución que ha tenido la agricultura en la utilización de herramientas tecnológicas, el principal objetivo fue explorar como la aplicación de tecnologías pueden ayudar a mejorar la producción de la agricultura y aumentar la seguridad alimentaria. Para la obtención de la información concerniente al tema de investigación utilizó con un lado la metodología de investigación cualitativa, a través de la observación directa de investigación documental, (libro, artículos y tesis) y por otro lado la investigación a campo con la aplicación de la encuesta, como técnica investigativa, a productores agropecuarios del sector de Quinsaloma de la Provincia de Los Ríos (Ecuador). Dicha investigación documental permitió determinar que existe una constante demanda de producción agroalimentaria debido al crecimiento de la población mundial, por lo que cada vez existe mayores exigencias en la productividad agrícola, concluyendo que el uso de la tecnología en la agricultura es una tarea pendiente de muchos países de América del sur, entre ellos el Ecuador, lo que no les permite convertirse en potencias agrícolas a pesar de contar con suelos muy fértiles.

El análisis de este caso servirá de precedente para que esta empresa, a partir de las conclusiones y recomendaciones plasmadas en el informe final de auditoría, pueda tomar a futuro otra decisión estratégica. Esta vez, para implementar un sistema de gestión ambiental partiendo de la recopilación de antecedentes normativos que quedarán establecidos en dicho informe. Un enfoque sistemático de la gestión ambiental, conjuntamente con el enfoque actual basado en procesos, proporcionará información a la alta dirección para generar éxito a largo plazo y crear opciones para contribuir, no solo a la mejora en la calidad de sus productos, sino también al desarrollo sostenible.

Marco de referencia institucional

La empresa agrícola fue creada en el año 2004 con la finalidad de efectuar la explotación agropecuaria de campos propios y de terceros en búsqueda de la obtención de la mayor rentabilidad económica posible, acompañada de la sustentabilidad ambiental, para el desarrollo de un crecimiento sostenible en el largo plazo. Con la idea de anteponer la ejecución de negocios dentro del rubro agropecuario pero abierto a la posibilidad de incursionar en otras actividades dentro del mismo sector y desarrollar vínculos con otras organizaciones siempre bajo principios éticos y profesionales que posibiliten un crecimiento conjunto. Forman parte de la empresa tres hermanos que llevan adelante sus actividades particulares en la Ciudad de Buenos Aires y un cuarto socio de profesión Contador que desarrolla su actividad profesional parcialmente en la Provincia de Córdoba. Este último socio es el que está a cargo de la administración de dicha organización.

La empresa cuenta con la explotación “base” de 552 has, procurando ampliar la superficie explotada campaña tras campaña según la disponibilidad de tierras en arrendamiento. La localización de los principales campos se encuentra ubicada en el departamento Tercero Arriba, Provincia de Córdoba. La actividad principal desarrollada es la explotación agrícola primaria de los cultivos de soja, maíz, maní y en ocasiones como cultivo invernal, el cultivo de trigo. Las labores de siembra, pulverización, fertilización y cosecha son contratadas ya que la empresa no cuenta con maquinaria propia apta para efectuar los trabajos. Se efectúan reuniones con los proveedores para pactar la ejecución de las tareas.

El ciclo productivo se inicia con la elección de los lotes y su destino a los distintos cultivos, llevada a cabo por el asesoramiento de un Ingeniero Agrónomo, regida por una política de rotación entre los cultivos de soja y maíz básicamente, en búsqueda de la mayor sustentabilidad económica y agronómica en el largo plazo. Además, dicho profesional planifica las fechas de siembra, aplicación de fertilizantes, herbicidas, fungicidas y todas las aplicaciones que requiera la producción. La implantación de dichos cultivos se efectúa en los meses de Octubre y Diciembre preferentemente, con esas fechas, la cosecha se ubica entre los meses de Marzo y Junio del año siguiente.

El presupuesto anual depende de las hectáreas sembradas, en la última campaña fue de USD 1.100.000,00. Dicho esto, cabe mencionar que las principales inversiones

que ha efectuado la empresa son; una planta de silos mecanizada con una capacidad de 1500 toneladas de granos; una balanza para pesar camiones; galpones para guardar maquinaria; semillas y agroquímicos; maquinarias agrícolas como tractores, tolvas, pulverizador y herramientas menores.

Análisis Situacional

Para poder evaluar la propuesta de manera precisa se efectuará un análisis de situación, una evaluación integral de los factores que pueden afectar directa e indirectamente al sistema de producción a implementar.

Las labores de siembra, pulverización, fertilización y cosecha son contratadas, ya que la empresa no cuenta con maquinaria propia para efectuar los trabajos, ante esta situación surge la problemática de necesitar de una planificación detallada y precisa que permita contar con la maquinaria según los requerimientos del campo en el momento oportuno. Con el plantel de contratistas se efectúan reuniones para planificar las fechas ideales para la ejecución de las tareas, lo que se debería ajustar a nuevas necesidades ya que para llevar a cabo la incorporación de tecnologías de Agricultura de Precisión necesitara contar con contratistas que posean la tecnología necesaria en sus equipos.

Ante esta situación, se necesita un plantel con tecnología de aplicación variable en sembradora y fertilizadora, aplicación selectiva en pulverizadora y mapeo de rendimiento en el caso de las cosechadoras. Resuelta un beneficio para la empresa ya que para llevar adelante la incorporación de dicha tecnología no deberá efectuar una gran inversión con grandes desembolsos de dinero y el avance de la tecnificación ha impulsado a que los contratistas adquieran nuevas maquinarias agrícolas modernas. Además, se debe tener en cuenta que inicialmente para analizar las indicaciones que se impartirán a los contratistas se deberá encargar el Ingeniero Agrónomo de efectuar la evaluación de los suelos a través de imágenes satelitales, muestreo de suelos, entre otras herramientas. Se convierte en una oportunidad de optimizar operativamente el proceso sin altos riesgos ni una gran inversión de capital. De esta manera, podrá a futuro contar con datos e información que permitan medir la gestión de procesos año tras año pudiendo evaluar objetivamente el desempeño.

La actividad principal de la empresa es la producción de soja, maíz y maní y en ocasiones trigo, dichos cultivos se utilizan como materia prima para la elaboración de alimentos, combustibles, cosméticos, entre otros productos. Por tal motivo poseen una

alta demanda mundialmente lo que obliga a la empresa a centrar la atención en un eficiente manejo del suelo ante la necesidad de ir en búsqueda de alternativas que disminuyan el impacto del agotamiento de este recurso sin afectar la economía y financiamiento del establecimiento. Asimismo, para afianzar el objetivo de sustentabilidad ambiental, a través de los datos que se analizan, se logrará disminuir el uso de semillas, fertilizantes, herbicidas y todo insumo agroquímico aplicado de manera ineficiente ambientalmente disminuyendo el impacto ecológico en pos de conservar, proteger y mejorar los recursos naturales. Para ejemplificar el potencial de los suelos en Argentina, Córdoba en la campaña 18/19 logró una cosecha agrícola récord que contribuyó a ubicar a la provincia como la que más granos por habitante produce a nivel nacional. Con estas cifras, dicha provincia se posicionó como la primera a nivel nacional en la producción de soja y de maíz, por encima de las provincias de Buenos Aires y de Santa Fe. (La Voz, 2019).

Es de importancia mencionar que la empresa cuando planifica su plan productivo tiene en cuenta además del destino de cada uno de los lotes, el resarcimiento económico que percibirá de esa producción, que puede proyectar a través de la confección de márgenes lo que le permitirá a la empresa tomar las decisiones que le posibilite hacer frente a sus compromisos. Este punto es de relevante interés, ya que la información que se obtenga será la que definirá las decisiones a tomar para concretar los objetivos.

Análisis de Contexto

El despliegue de la revolución tecnológica y digital ofrece nuevas herramientas que incorporándolas a la gestión de procesos permiten generar datos e información relevante para el sistema. "Ser pioneros en la adopción de la siembra directa, en la incorporación de genética en los cultivos y desarrollo de maquinaria agrícola por parte de fabricantes nacionales, hace que la tecnificación e incorporación de sistemas de agricultura de precisión se de en constante crecimiento y asimilación por el agricultor argentino" .Guía automática, precisión en la siembra, monitoreo de rendimiento, sensores para aplicación selectiva en el control de malezas y telemetría en las labores de la maquinaria son los principales rubros tecnológicos que han crecido sostenidamente en los últimos 10 años. (Agrofy News, 2021).

Es por ello que, a través de la Agricultura de Precisión se aborda el concepto de innovación que implica poner a trabajar a la tecnología actual para aplicarlas en nuevos contextos para que produzcan mejoras en la productividad o la calidad, para ello, el conocimiento debe ser generado, sistematizado, compartido y mejorado. Es un proceso intensivo de generación de ideas que permitan encontrar nuevas y mejores soluciones a las ya existentes. (Morales; Reyes y Montealegre, 2015)

Asimismo, en la actualidad, la incorporación de nuevas tecnologías procura la búsqueda de la sustentabilidad ambiental como uno de sus pilares, entendida como una condición de coexistencia armónica de la sociedad y su ambiente, donde la población actual puede satisfacer sus necesidades y mejorar su bienestar usando los recursos naturales disponibles, pero sin comprometer la calidad de vida de las generaciones venideras ni de las especies que habitan el planeta, es uno de los tres ejes fundamentales del concepto de desarrollo sustentable, no sólo contempla el progreso económico y material, sino que se plantea en armonía con el bienestar social y el aprovechamiento responsable de los recursos naturales, tal como se definió en el Informe Brundtland (1987) que fue elaborado para la ONU por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Los otros dos ejes fundamentales del desarrollo sustentable son: la sustentabilidad económica, entendida como una serie de prácticas económicamente rentables y éticamente justas, regida por criterios de responsabilidad social y ambiental; y la sustentabilidad social, que persigue la equidad, lo que significa eliminación de la pobreza y que todos los estratos sociales se beneficien con el crecimiento económico. Se trata, pues, de alcanzar un bienestar social que brinde a toda la población la posibilidad de acceder a un buen nivel de vida y a las mismas oportunidades. (Salcido, 2017).

Diagnóstico Organizacional

Con la finalidad de identificar las características internas y situación externa en la que está inmersa la empresa, se efectúa un Análisis FODA (ver Ilustración 1) y Matriz DAFO (ver Ilustración 2). Este análisis posibilita tener una visión más clara y precisa del establecimiento, logrando poder identificar sus puntos fuertes y débiles, lo que estratégicamente servirá de apoyo en la toma de decisiones.

Ilustración 1 Análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Visión, misión y políticas claras. • Campo propio. • Planificación productiva de cultivos. • Rotación de cultivos. • Asesoría en Agronomía y Contaduría. • Muy buena aptitud de suelos. • Fuerte vínculo con contratistas y proveedores de la zona. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rindes superiores • Disminución de costos • Alquilar mayor superficie agrícola. • Posibilidad de diversificación productiva. • Innovación tecnológica y productiva. • Asesoramiento sobre problemáticas ambientales. • Posibilidad de incorporación de nuevos socios. • Créditos productivos en el sector.
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Producción de productos primarios sin valor agregado. • Tomador de precios. • Falta de planificación tecnológica en Agricultura de precisión. • No cuenta con maquinaria propia. • No se producen cultivos de cobertura. • No diversifica las actividades. • Nula capacitación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo Climático. • Insumos cotizados en dólares. • Inestabilidad económica nivel país. • Aparición de pools de siembra. • Precios volátiles.

Fuente: Elaboración Propia (2021)

Ilustración 2 Matriz DAFO

<p>Empresa Agrícola (Matriz DAFO)</p>	<p>Fortalezas –F</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Visión, Misión y Políticas claras. 2. Campo Propio. 3. Planificación productiva de cultivos. 4. Rotación de Cultivos. 5. Asesoría en Agronomía y Contaduría. 6. Muy buena aptitud de suelos. 7. Fuerte vínculo con Contratistas y proveedores. 	<p>Debilidades – D</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Producción de productos primarios sin valor agregado. 2. Tomador de precios. 3. Falta de planificación tecnológica en Agricultura de Precisión. 4. No cuenta con maquinaria propia. 5. No se producen cultivos de cobertura. 6. No diversifica actividades. 7. Nula Capacitación.
<p>Oportunidades – O</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rindes superiores. 2. Disminución de costos. 3. Alquilar mayor superficie agrícola. 4. Posibilidad de diversificación productiva. 5. Innovación tecnológica y productiva. 6. Asesoramiento sobre problemáticas ambientales. 7. Posibilidad de incorporación de nuevos socios. 8. Créditos productivos en el sector. 	<p>Estrategia – FO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proponer el alquiler de campos con un manejo que ofrece mayor rentabilidad y cuidado ambiental para hacer frente a los grandes arrendadores de tierras. 	<p>Estrategia – DO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementar un sistema de Agricultura de Precisión.
<p>Amenazas – A</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Riesgo Climático 2. Insumos cotizados en dólares. 3. Inestabilidad económica nivel país. 4. Aparición de pools de siembra. 5. Precios volátiles. 	<p>Estrategia – FA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprovechar la buena aptitud de los suelos buscando maximizar los rendimientos para hacer frente a la inestabilidad económica. 	<p>Estrategia – DA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proyectar la compra de los insumos detalladamente cuando los precios son más bajos para evitar comprar productos por fuera del presupuesto a mayor costo.

Fuente: Elaboración Propia (2021)

Teniendo en cuenta la realidad de la empresa y en búsqueda de la mejor estrategia para desarrollar la propuesta, es adecuado hacer mención que la misma posee un plan productivo en cada uno de los lotes donde el proceso comienza con la elección y destino a los distintos cultivos. Esta condición posibilita efectuar la incorporación de tecnologías de Agricultura de Precisión en la producción, que permitan automatizar el proceso, mejorar el rendimiento de los cultivos por hectárea y conjuntamente preservar el medio ambiente a través de la optimización en el manejo de los suelos.

Lo antes expuesto permitirá hacer frente a los altos índices de inflación sumado a la volatilidad del dólar y de los precios agropecuarios, intentando compensar la inestabilidad en el país, ya que este tipo de actividad debe buscar alternativas de optimización en reducción de costos, entre otras opciones. Este planteo se refiere a que la producción de productos primarios agropecuarios específicamente los commodities son cultivos tomadores de precios y no hay influencia del productor en la formación de la cotización de los mismos, ya que el valor se define en relación a la oferta y demanda entre grandes productores de granos y otras variables macroeconómicas. De esta situación la empresa aborda la metodología de efectuar las ventas de la producción a medida que necesita de los fondos para cubrir sus compromisos, buscando el mejor momento para efectuarlas en función de los momentos donde los precios de los insumos agrícolas son más bajos además de evaluar la evolución de distintos mercados de cultivos a futuro para asegurar un piso de rentabilidad adecuado que le convenga a la empresa. Actualmente el maní y la soja resultan ser los procesos más rentables debido a que la empresa podrá vender a mejor precio estos tipos de productos.

Cabe mencionar que al ser propietarios de la tierra posiciona a la empresa con una ventaja, aunque en relación a la producción de maní, cultivo que proporciona una buena rentabilidad como se mencionó anteriormente, la opción o alternativa del arrendamiento para su producción se encuentra limitada. Esta situación se origina ya que está condicionada según surjan hectáreas para arrendar. La aparición de pools de siembras tiende a desplazar a los pequeños y medianos productores ya que la actividad no posee altas barreras de entrada. Lo que consecuentemente provoca una puja por el valor del arrendamiento.

Marco Teórico

Desde el comienzo del concepto de Agricultura de Precisión hasta la actualidad, distintos autores a nivel mundial han plasmado en sus investigaciones diversas opiniones, aportes, ideas y enfoques sobre la temática desarrollada. Lo que permite constatar los efectos positivos de la misma y demostrar la importancia económica, social y ambiental de su implementación.

La Agricultura de Precisión surgió en Estados Unidos como un ciclo de realimentación anual donde se obtenían resultados relacionados con aplicación de insumos en función de las necesidades específicas del terreno. Con el paso del tiempo, se empezaron a utilizar las TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación) para perfeccionar el manejo de suelos y cultivos; como resultado, las aplicaciones de Agricultura de Precisión se extendieron y adaptaron a diferentes labranzas, productos y países. Por lo anteriormente expuesto, se define como un conjunto de procedimientos y procesos que buscan optimizar espacial y temporalmente el ciclo de vida de diferentes cultivos a través de tecnologías, elementos y estudios de manera amigable con el medio ambiente. (Orozco y Ramírez, 2016).

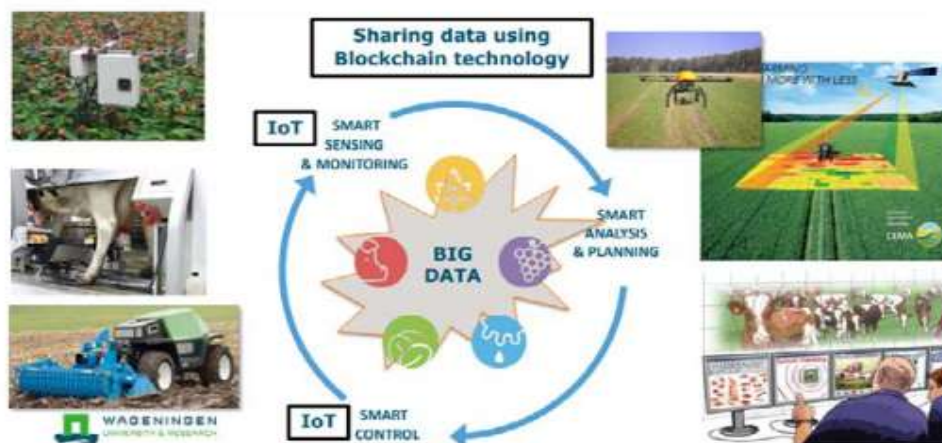
Para poder llevar adelante este reto se presenta la oportunidad cabal de mejorar la eficiencia de la agroindustria, automatizarla y dejar atrás el lápiz y el papel, para digitalizarla con aplicaciones móviles. Desde de perspectiva de Jeffrey Orrey, presidente y CEO de "Geovisual Analytics" afirma que los últimos 8 o 10 años, desde que se habla de AgTech (Agricultural technology), se entiende que "la tecnología debemos usarla para obtener retornos económicos" y afirma que la integración de imágenes, junto a las de índice verde o condiciones de suelo, hacen a la cantidad de datos necesarios para formar redes neuronales de información técnica donde los dispositivos de Agricultura de Precisión son cada vez más útiles; siendo oportunidades interesantes que deben usarse para casos que generen un retorno económico utilizable. (Revista Chacra, 2020). Esa rentabilidad económica será la que se podrá medir por medio de los indicadores financieros para corroborar el resultado de esta inversión.

Para demostrar la efectividad de la incorporación de Agricultura de Precisión técnicos del INTA Manfredi en un ensayo sobre control de malezas, demostraron que, combinando el uso de aplicación selectiva y cultivos de cobertura, se puede ahorrar hasta un 60% de herbicidas y con un control de yuyo colorado que alcanza el 80%. Las nuevas tecnologías en conjunto con las Buenas Prácticas Agrícolas permiten vislumbrar alternativas de manejo eficaces con el foco puesto en la sustentabilidad ambiental. En este marco, a nivel global ya se evalúan estrategias que permiten producir, usando cada

vez menos herbicidas y con la posibilidad de llegar en un futuro a prescindir totalmente de ellos. La robotización y la inteligencia artificial aplicados al agro son resultados de esa tendencia mundial. (Inta, 2018). Esto deja en descubierto la posibilidad de reducir el costo de producción al disminuir significativamente las cantidades de insumos a emplear además de menguar considerablemente el impacto en el medio ambiente. En este marco cobra relevancia sin lugar a dudas la tecnificación y automatización en el agro para superar los nuevos desafíos globales frente a la necesidad de producir mayor cantidad de alimentos y de la mejor calidad procurando minimizar los impactos negativos en el medio ambiente por el agotamiento de los recursos naturales.

En la actualidad, según (León-Pérez, J.C. ,2019) las tecnologías disruptivas, como big data (BD), internet de las cosas (IoT), inteligencia artificial (IA) y computación en la nube, tienen un gran impacto en la industria, las finanzas, la medicina y la agricultura. La percepción remota no es ajena a ellas. En consecuencia, las características de big data de las imágenes (volumen, variedad y velocidad); la integración de los sensores remotos, con los sensores cercanos y embebidos, vía internet, configurando el internet de las cosas en percepción remota, y el impacto de la inteligencia artificial, que con sus componentes como las redes neuronales artificiales y los software inteligentes, permiten analizar las imágenes, conocer de manera automática su contenido de nubes, y diseñar naves espaciales autónomas que envían a la Tierra solo información relevante. Se concluye que el mayor potencial de ellas se manifiesta cuando actúan de manera integrada, como en el caso de la agricultura inteligente de la cual forma parte la Agricultura de Precisión. (Ver Ilustración 3)

Ilustración 3 Componentes de una Agricultura Inteligente



Kruize (2017)

Acompañando la revolución digital, el avance de la electrónica respalda la construcción de equipamientos y maquinarias agrícolas capaces de poder adaptar estas nuevas tecnologías, razón por la cual, de lo contrario no hubiera sido posible poder llevar a cabo esta transformación.

Frente a este cambio en el manejo productivo, un ejemplo actual es la plataforma de agricultura digital Auravant, lanzó una nueva funcionalidad que permite importar imágenes de alta resolución, de manera ágil y rápida, captadas por drones. Así lo que anteriormente se dificultaba manipular y editar con fines agronómicos, pueden incorporarse con facilidad a la plataforma para ser comparadas con otras capas -como mapas de rendimiento y altimetrías- y generar ambientaciones. Las imágenes de alta calidad obtenidas mediante el uso de drones permiten visualizar los cultivos con mayor resolución que las imágenes satelitales. De esta manera, se convierten en un aliado ideal para el monitoreo de cultivos extensivos. (Infocampo, 2020)

Como ya se ha manifestado con anterioridad, la empresa agrícola actualmente no cuenta con un plan productivo eficiente en el uso de sus recursos ni amigable con el medio ambiente. La finalidad de la incorporación de tecnologías de Agricultura de Precisión se basa en mejorar el ciclo del producto al agregar al sistema herramientas tecnológicas innovadoras que permitan perfeccionar el proceso de producción optimizando el uso de los recursos disponibles permitiendo reducir el costo de producción y el impacto ambiental. De esta manera y consecuentemente se verán reflejados los beneficios en los resultados económicos y financieros, en la rentabilidad de la empresa, a través de un mayor margen de ganancias. A la vez que se podrá sostener en el tiempo dichos réditos al afrontar la problemática ambiental con una visión de sostenibilidad en el largo plazo.

Este objetivo no solo se respalda en una necesidad a nivel empresa de producir utilidades. En el contexto actual en el cual está inserto la empresa la necesidad de producción de mayor cantidad de alimentos y de una mejor calidad conlleva a la búsqueda de nuevas formas de producción que permitan cubrir con los requerimientos mundiales, entre ellos erradicar la pobreza. Además, el cambio climático, el efecto invernadero, la degradación de los suelos necesitan de un abordaje urgente con nuevas formas de producir que permitan disminuir esa repercusión por el mal uso de los recursos naturales evitando su agotamiento.

El avance de la tecnología ha contribuido significativamente en este sentido. En un mundo marcado por la globalización, se tiene la posibilidad de acceder a estas

nuevas alternativas que empleándolas adecuadamente permitirán producir más, mejor y a un menor costo.

Justificación

La integración de herramientas de Agricultura de Precisión será una propuesta que contribuirá a la sustentabilidad económica y ambiental de la empresa agrícola. Pudiendo de esta manera generar beneficios económicos, sociales y ambientales simultáneamente. Actualmente existen en el mercado un sinnúmero de herramientas tecnológicas que actúan de soporte al proceso productivo. A través de este reporte de caso se evaluará cuáles serán las indicadas y factibles para poder llevar a cabo progresivamente la evolución de la propuesta a la largo de tiempo.

Plan de implementación

A continuación, se plantearán los objetivos a desarrollar, los cuales permitirán establecer las pautas y lineamientos necesarios para llevar adelante la ejecución de la propuesta planteada para la empresa.

Objetivo general

- Maximizar la rentabilidad de la empresa agrícola a través de la incorporación de tecnologías de Agricultura de Precisión que permitan reducir los costos de producción y el impacto ambiental para el periodo 07/2021-06/2024.

Objetivos específicos

- Efectuar la ambientación de los lotes midiendo la variabilidad presente en los suelos y emitir prescripciones de labores.
- Planificar las labores de los cultivos con maquinaria de aplicación variable- selectiva y monitor de rendimiento sobre cultivos de soja, maíz, maní y trigo.
- Evaluar la rentabilidad económica y financiera de la propuesta a través de los indicadores VAN, TIR y PRI.

Alcance

La propuesta se aplicará inicialmente sobre la superficie propia de la empresa y tiene un horizonte de trabajo desde 07/2021 hasta 06/2024. En este lapso de tiempo se buscará optimizar con el nuevo plan de producción el uso de los recursos disponibles sobre los cultivos de soja, maíz, maní y trigo para el logro de una mayor rentabilidad y sustentabilidad ambiental. Se llevará a cabo este proceso a través de la incorporación de un Software y herramientas tecnológicas integradas en las maquinarias agrícolas contratadas que permitan aplicar la cantidad adecuada de insumos, en el momento adecuado y en el lugar exacto. Se propone disponer de este período de tiempo para permitir al capital humano adaptarse a la nueva metodología de trabajo y obtener información histórica que posibilite retroalimentar y perfeccionar el proceso.

Es oportuno efectuar un análisis de la viabilidad del proyecto para asegurar la puesta en marcha de la propuesta.

Viabilidad Técnica: Como se especificó anteriormente, la incorporación de tecnologías de Agricultura de Precisión se llevará a cabo sobre una superficie de 552 hectáreas (Ver Ilustración 4), estas son propias de la empresa, con suelos aptos para el desarrollo de la agricultura. La ubicación de las mismas posibilita el desarrollo de la actividad y comercialización de la producción sin inconvenientes. Inicialmente con este nuevo plan productivo se cultivará Soja, Maíz, Maní y Trigo, no requiriendo de inversión en infraestructura ni en maquinaria agrícola, concluyendo que posee actualmente la capacidad operativa para llevar adelante el proyecto.

Ilustración 4 Localización de los campos



Fuente: Google Maps (2021)

Viabilidad Legal e Impositivo: Dentro del marco legal, la empresa agrícola se encuentra dentro de las denominadas Sociedades de Hecho, está constituida por 4 (cuatro) socios y pertenece al tipo de sociedad irregular o no regulada por el Régimen de Sociedades Comerciales. Impositivamente es una persona jurídica en condición de responsable Inscripto ante IVA, Ingresos Brutos e Impuestos a las Ganancias. No existe impedimento alguno que imposibilite poder llevar adelante su actividad.

Viabilidad Social: En relación a la mano de obra directa la empresa cuenta con el personal idóneo para desarrollarla, además la mano de obra indirecta y los insumos necesarios para llevar adelante la producción se obtendrán de la zona de desarrollo de la empresa de esta manera la actividad permite beneficiar a toda la sociedad en su conjunto.

Viabilidad Económica: Desde el punto de vista de la rentabilidad económica, la optimización de la misma se verá reflejada a través de la reducción de costos y mayores rendimientos en los cultivos al utilizar de manera más eficiente los recursos. Si no se deseara implementar la propuesta con capital propio, existen en el mercado, regulados por el Estado, líneas de créditos para Pymes que actúan a modo de incentivos para la modernización de los sistemas de producción, por lo que ante la decisión de modernizar el sistema se debe tener presente como una posibilidad.

Viabilidad Política: Es oportuno mencionar que en el año 2018 se llevó a cabo un encuentro, del que participaron representantes de empresas de tecnología y organismos públicos, se abordó la importancia de conformar una entidad entre los representantes de las empresas para afianzar el trabajo conjunto con todos los actores que hacen a la producción de nuevas tecnologías e innovaciones para una agricultura sostenible, con el objetivo de desarrollar distintas acciones desde el ámbito público y privado (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca , 2018).

Viabilidad Ambiental: En lo referido al aspecto ambiental se debería efectuar una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) procedimiento que permite identificar, predecir, evaluar y mitigar los potenciales impactos que un proyecto de obra o actividad puede causar al ambiente en el corto, mediano y largo plazo; siendo un instrumento que se aplica previamente a la toma de decisión sobre la ejecución de un proyecto. Se trata

de un procedimiento técnico-administrativo con carácter preventivo, previsto en la Ley n. ° 25675 —la Ley General del Ambiente—, que permite una toma de decisión informada por parte de la autoridad ambiental competente respecto de la viabilidad ambiental de un proyecto y su gestión ambiental. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021). La empresa no presenta impedimento alguno para llevar adelante la propuesta, todo lo contrario, el ambiente se verá beneficiado al incorporar el nuevo plan de producción en búsqueda de ser más amigable con el medio ambiente y efectuar la administración de los recursos de manera eficaz y eficientemente.

Recursos y acciones

Los recursos y acciones posteriormente detallados se encuentran en directa relación con los objetivos definidos para llevar adelante la propuesta sugerida.

Efectuar la ambientación de los lotes midiendo la variabilidad presente en los suelos para emitir prescripciones de labores.

Para llevar adelante este propósito se procede a la contratación del servicio de imágenes satelitales históricas que cuente con imágenes desde 5 años anteriores a la actualidad. Algunas de las empresas que brindan este servicio son Auravant¹ o Taranis² entre otras, acompañando además en todo el proceso de análisis de imágenes. A partir de este punto se procederá con la capacitación del Ingeniero Agrónomo con el que cuenta la empresa agrícola para efectuar la lectura y procesamiento de las imágenes satelitales de lo que resultará la definición de la ambientación de los lotes y posteriormente la elaboración de prescripciones. Efectuando una visión integrada de los datos suministrados por las imágenes actuales e históricas en conjunción con muestras de suelos de distintos puntos de los lotes, el análisis de cartas de suelos de la zona y la observación a campo, se logrará definir la variabilidad sitio-específico de los mismos cotejando siempre con la información preexistente y el estudio a campo.

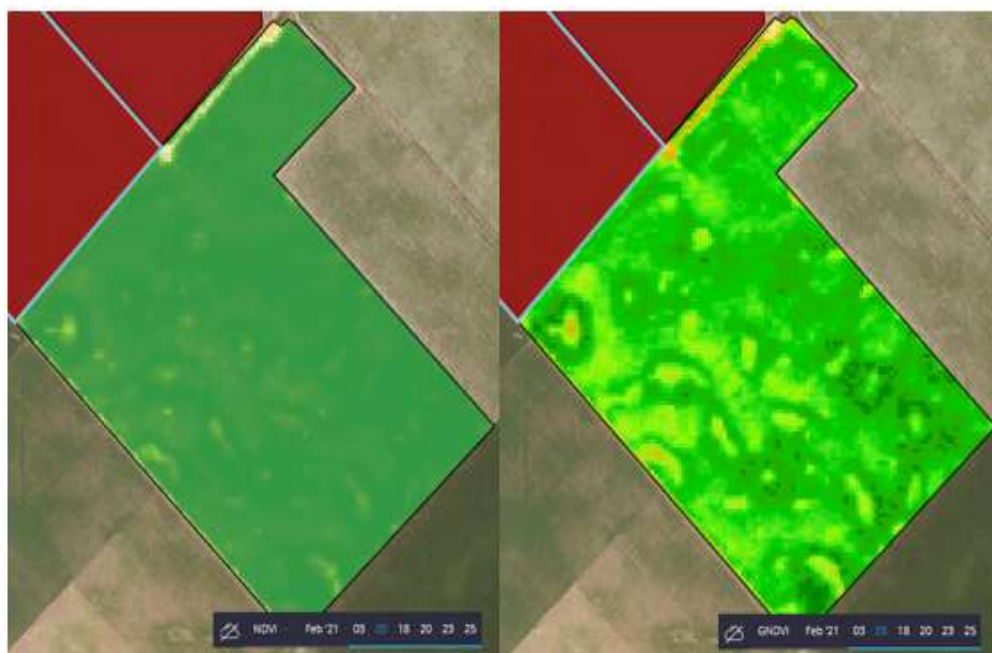
La ambientación permite clasificar el lote en diferentes ambientes productivos. Los ambientes quedaran definidos según el grado de altimetrías, conductividad eléctrica, nutrientes, tipos de suelos (tpto, tosca, etc.), por el tipo de manejo recibido

¹ <https://www.auravant.com/>

² <https://taranis.ag/es/>

históricamente, entre otras variables del medio. Un dato relevante a mencionar es el criterio agronómico del Ingeniero Agrónomo para definir a través del Software y las capas de información, la ambientación. Las capas se superponen y de esta manera se logra obtener una visión más acertada de la variabilidad buscada. Existen distintas capas que se pueden emplear ayudando a definir los ambientes, se recomienda emplear aquellas en la que se manifieste la variabilidad del lote (ej. periodo crítico), y otras contribuyen en el monitoreo y seguimiento del cultivo a lo largo de su estado fenológico. Se recomienda emplear inicialmente, ya que es una de las más significativas, la NDVI esta representa el Índice verde del cultivo, es decir la biomasa, a mayor biomasa mayor rendimiento o GNDVI más sensible a la variación de la clorofila. (Ver Ilustración 5)

Ilustración 5 Comparación NDVI y GNDVI



Fuente: Elaboración propia (2021) en base a Auravant (2021).

Además, el Software brinda otros índices y variantes de NDVI para emplear según el criterio del Ingeniero Agrónomo. (Ver Ilustración 6)

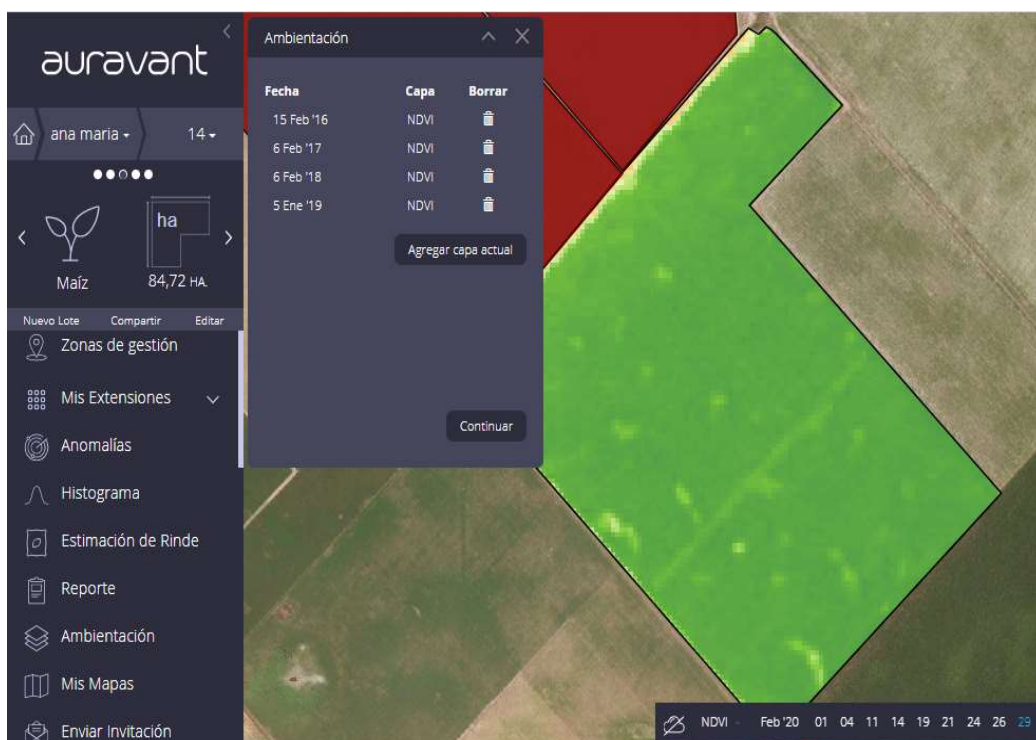
Ilustración 6 Índices y variantes de NDVI

NDVI	Índice de Vegetación Diferencial Normalizada.	Indicador del vigor de la vegetación.	Etapas iniciales del cultivo.
GNDVI	Índice de Vegetación Diferencia Normalizada Verde	Es un índice del “verdor” de la planta o actividad fotosintética.	Se emplea fundamentalmente en la etapa intermedia y final del ciclo del cultivo.
MSAVI2	Índice de Vegetación Ajustado al Suelo Modificado	Índice de vegetación que se utiliza como variante para ampliar las áreas con elevada presencia de suelo desnudo.	Se utiliza en las etapas iniciales de desarrollo del cultivo.
NDRE	Índice de Diferencia Normalizada de Borde Rojo	Este índice detecta cambios en el contenido de clorofila que es uno de los principales indicadores de nitrógeno en el interior de las hojas.	Se utiliza en las etapas avanzadas del cultivo, donde podremos generar mapas de fertilización nitrogenada en las zonas más afectadas.
NDWI	Índice Diferencial de Agua Normalizado	Se utiliza para observar el estado hídrico del cultivo.	Se utiliza en toda las etapas del cultivo.

Fuente: Elaboración propia (2021) en base a Auravant (2021).

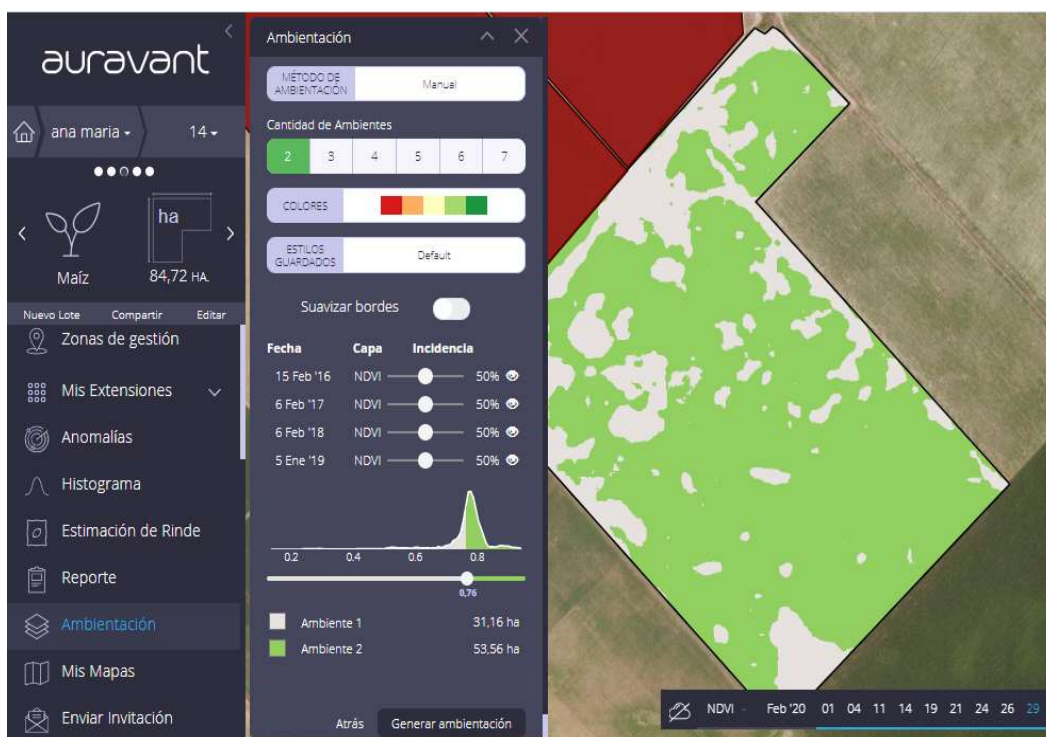
De esta forma, al tener identificados los diferentes ambientes en el campo (Ver Ilustración 7 e Ilustración 8) en la medida que se vaya requiriendo efectuar las labores, se procederá a efectuar los mapas de prescripciones (Ver Ilustración 9) con las cantidades de los insumos a aplicar en cada uno de ellos. Las mismas se generan en el Software, se cargan en un dispositivo USB y se conecta con la maquinaria a utilizar para darle las instrucciones para efectuar la labor. Por ejemplo, en los ambientes de mayor potencial de rendimiento, la densidad de siembra podrá variar en relación de los ambientes de bajo potencial, de esta forma se aumentará la productividad y se podrá reducir los costos (Auravant, 2021).

Ilustración 7 Ambientación paso 1



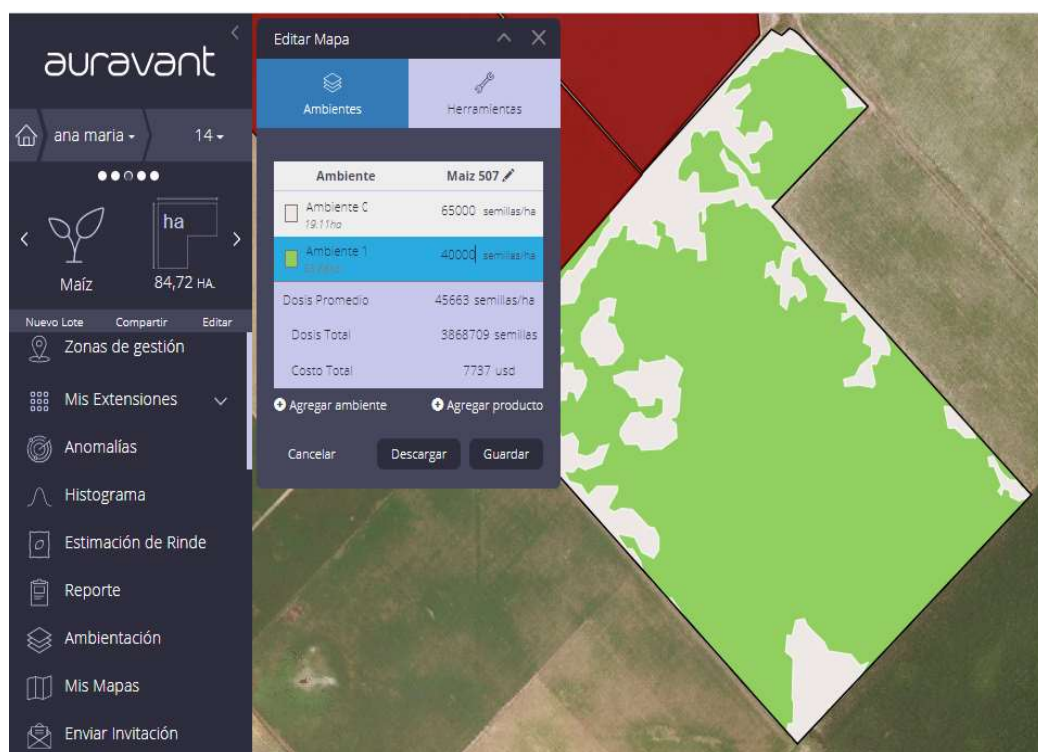
Fuente: Elaboración propia (2021) en base a Auravant (2021)

Ilustración 8 Ambientación paso 2



Fuente: Elaboración propia (2021) en base a Auravant (2021)

Ilustración 9 Mapa de Prescripción



Fuente: Elaboración propia (2021) en base a Auravant (2021)

Planificar las labores de los cultivos con maquinaria de aplicación variable – selectiva y monitor de rendimiento sobre cultivos de Soja y Maíz, Maní y Trigo.

Una vez definido el plan productivo para la campaña vigente y determinado la fecha de siembra de los cultivos y material genético a utilizar, se procederá a la búsqueda de los contratistas que posean en sus equipos de trabajo los siguientes requerimientos: la sembradora debe poseer densidad variable, monitor de siembra, fertilización simple y variable además de corte por sección, la fertilizadora aplicación variable y corte por sección, la pulverizadora corte por sección y aplicación selectiva Weed Seeker y la cosechadora mapa de rendimiento, todas con GPS y piloto automático. El corte por sección reduce la sobre-aplicación de los insumos no volviendo a pasar sobre zonas ya trabajadas. Además, en relación a la pulverización la aplicación selectiva Weed Seeker de herbicidas es una tecnología cada vez más difundida entre los productores. A través de distintos mecanismos permite la aplicación del producto únicamente en aquellos puntos del lote donde se detecte la presencia de malezas. Esto se traduce en ahorros significativos de producto traducido en menores costos y en un menor impacto ambiental (Aapresid, 2020).

De forma evolutiva se emitirán las prescripciones de siembra, fertilización y pulverización según los requerimientos y necesidades del cultivo. Una tarea relevante es la calibración de la maquinaria al ingresar al lote para efectuar la labor, de la que deberá prestar total atención el proveedor contratado y el Ingeniero Agrónomo. Por tal motivo, éste deberá efectuar un seguimiento, monitoreo y revisión de las actividades y de la evolución de cultivos en conjunción con las imágenes satelitales para detectar posibles deficiencias de manera remota y simultáneamente corroborar a campo.

Los insumos que se buscará optimizar con la implementación de estas herramientas dependerán estrictamente del cultivo a producir, dicho esto se procede a especificar los puntos a mejorar según cada uno de ellos:

- Soja: Perfeccionar el uso de fertilizante y uso de agroquímicos.
- Maíz: Perfeccionar densidad de siembra, fertilización y uso de agroquímicos.
- Maní: Perfeccionar uso de agroquímicos.
- Trigo: Perfeccionar fertilización y uso de agroquímicos.

Es en este punto donde se pondrá en juego claramente la reducción de costos, la posibilidad de percibir mayor rendimiento por hectárea y simultáneamente la disminución del impacto ambiental.

El valor de las labores no representa en el contratista un ingreso extra por contar con la tecnología, actualmente lo posiciona en un lugar de prioridad y competitividad sobre el resto de los proveedores de similares servicios, por consiguiente, el costo de las labores para el productor no tendría un precio mayor al de un servicio sin estas herramientas. Dicho esto, dependerá del criterio del productor reconocer al contratista la utilización de las mismas a través de una retribución económica en el precio de la tarifa. La maquinaria es la que posee la tecnología que brindará datos e información a analizar luego por el profesional agronómico junto a los dueños de la empresa agrícola. Los sensores son los que servirán para determinar, en cada momento la posición de la máquina, su velocidad de avance, la temperatura en un determinado lugar, el estado de cualquiera de sus mecanismos o también la cantidad de grano instantáneamente cosechado, la fertilidad del suelo en esa zona, el nivel de vegetación del cultivo (García y Flego, 2015). Utilizando un dispositivo de almacenamiento USB se procederá a

recopilar los datos brindados por la sembradora, fertilizadora, pulverizadora y cosechadora.

Evaluar la rentabilidad económica y financiera de la propuesta a través de los indicadores VAN, TIR y PRI.

En esta instancia se procederá a analizar si el proyecto propuesto es factible para la empresa. En el corto y mediano plazo se evaluará la rentabilidad económica y financiera y en relación a la sustentabilidad ambiental la evaluación es a largo plazo.

Presupuesto Inversión inicial

Los importes utilizados en el presupuesto de la inversión inicial son valores estimativos del mercado expresados en Dólares U.S.A. Banco de La Nación Argentina Cotización Billeto Venta del día 20 de Septiembre de 2021, a un tipo de cambio de \$103.75 /U\$. (Ver Ilustración 10)

Ilustración 10 Inversión

PRESUPUESTO	U\$S/ UNITARIO		INVERSION ANUAL EN U\$S	AÑOS DE DESARROLLO	TOTAL U\$S FINAL INVERSION
Software de imágenes satelitales y Capacitación	1,800.00	anuales	1,800.00	3.00	5,400.00
Notebook con procesador I5 - Memoria RAM 8GB	1,497.87		1,497.87	3.00	1,497.87
Intalacion servicio de Internet	48.19		48.19	3.00	48.19
Servicio de Internet	17.35	mensuales	208.19	3.00	624.58
Impresora a color	722.89		722.89	3.00	722.89
Insumos de librería	28.92	mensuales	346.99	3.00	1,040.96
Honorarios Ingeniero Agrónomo	771.08	mensuales	9,253.01	3.00	27,759.04
Honorarios Licenciado en Administración	1,104.00	mensuales	13,248.00	3.00	39,744.00
TOTAL INVERSION					76,837.53

Fuente: Elaboración propia (2021)

Para medir el plan de inversión se realiza el flujo de fondos, que luego será analizado por medio de los indicadores VAN, TIR y PRI.

Para el desarrollo del mismo, por una parte, se estimaron los ingresos calculando un rinde promedio de los últimos 5 años de cada uno de los cultivos, con la información brindada por la empresa y utilizando los precios futuros en Dólares U.S.A. de los Cereales y Oleaginosas. Estos valores fueron recuperados de MaTba Rofex³ para los cultivos de Soja, Maíz y Trigo y en relación a Maní se utilizó el precio actual brindado por la Bolsa de Cereales de Córdoba⁴. Definiendo además como momento de venta de la producción en los meses de Mayo para Soja, Julio para Maíz, Diciembre para Trigo y Septiembre para Maní. Todos los valores anteriormente mencionados se ajustaron al 20 de septiembre de 2021 a una cotización del Dólar U.S.A. Banco Nación Compra Divisa de U\$S/98.16, tipo de cambio al cual se liquida la mercadería en el mercado actualmente.

En referencia a los costos de producción, con el asesoramiento de un Ingeniero Agrónomo, se estimaron los requerimientos de insumos y labores del ciclo completo de cada uno de los cultivos para la zona donde se desarrolla la empresa, con datos actualizados a valores del mercado considerados también en Dólares U.S.A. Adicionalmente se completó la información necesaria para la confección del Flujo de Fondos por medio de la memoria contable de la Campaña 2017/2018. Todos los valores se ajustaron al 20 de Septiembre de 2021 a cotización Dólar U.S.A. Banco Nación Venta Billeto de U\$S/103.75.

A través de estos datos se permite efectuar la proyección del plan productivo por los tres años que propone la inversión. Se llevó a cabo la planificación sobre las “552 has” propias del campo que serán las vinculadas a la implementación de las herramientas tecnológicas. Estas estimaciones quedan sujetas a cuestiones productivas y climáticas de las cuales no se posee la información detallada y precisa, por lo que se pondera con los valores obtenidos de la estimación por cada cultivo. Por tal motivo, se realizan unas series de supuestos que se detallan en la ilustración 11.

Resulta relevante aclarar, que el desarrollo del flujo de fondos se basa y confecciona desde la perspectiva del proyecto, lo cual deriva en un beneficio económico que se traduce en el ahorro de costos y mayor rendimiento por hectárea.

³ <https://www.matbarofex.com.ar/>

⁴ <https://www.bccba.org.ar/>

Por tal motivo, se expone en principio el flujo de fondos proyectado sin los beneficios de la implementación de la propuesta⁵. Por el contrario, y con la finalidad de efectuar una comparación en el uso de la tecnología sugerida se manifiesta el flujo de fondos con el beneficio generado por la implementación de las herramientas de Agricultura de Precisión⁶.

Como se observa, el proyecto de inversión es viable económica y financieramente como se detalla en la Ilustración 12. El cálculo de los indicadores arroja un VAN positivo e igual a U\$S 7918.58, en relación a la TIR es superior a la tasa de referencia utilizada, entregando una TIR igual al 57% para un periodo de 3 años. Por último, el PRI es igual a 1.31 años. (Ver Ilustración 13)

Ilustración 11 Datos técnicos y supuestos para el desarrollo del flujo de fondos

PLAN PRODUCTIVO PROYECTADO	1	2	3
SOJA	300.00	100.00	200.00
MAIZ	100.00	300.00	152.00
MANI	152.00	152.00	200.00
TRIGO		100.00	
TOTAL HECTAREAS	552.00	652.00	552.00

SUPUESTOS PROPUESTA	
AHORRO DE AGROQUIMICOS APLICACIÓN WEED SEEKER	15%
AHORRO DE FERTILIZANTES	10%
AHORRO DE SEMILLA	5%
AUMENTO DE RENDIMIENTO	5%
AUMENTO COSTO LABORES CON AGRICULTURA DE PRECISION	10%
INVERSION TOTAL EN U\$S	76,837.53

CULTIVOS	RENDIMIENTO PROMEDIO DE REFERENCIA TN/HA
SOJA	4.20
MAIZ	7.80
MANI	3.46
TRIGO	2.40

AMBIENTES DEFINIDOS PROPUESTA - SUELOS ARENOSOS	% SUPERFICIE
AMBIENTE 1 - MUY BUENA ACTITUD AGRICOLA	60%
AMBIENTE 2- APTITUD AGRICOLA INFERIOR A AMBIENTE 1	40%

Fuente: Elaboración propia (2021)

⁵ Ver Anexo I

⁶ Ver Anexo II

Ilustración 12 Beneficio generado por la propuesta

		1	2	3
AUMENTO DE RENDIMIENTO EN U\$S		48,881.11	48,263.72	53,080.03
AHORRO EN AGROQUIMICOS EN U\$S		14,247.30	7,432.30	11,586.54
AHORRO EN FERTILZANTES EN U\$S		3,056.00	8,652.00	3,324.16
AHORRO EN SEMILLA EN U\$S		1,880.00	5,640.00	2,857.60
AUMENTO COSTO DE LABORES EN U\$S		- 9,609.50	-10,972.90	- 10,163.91
GASTOS DE INVERSION EN U\$S	-76,837.53			
FLUJO DE FONDOS NETO EN U\$S	- 76,837.53	58,454.90	59,015.12	60,684.42
FLUJO DE FONDOS ACUMULADO EN U\$S	- 76,837.53	- 18,382.63	40,632.49	101,316.90

Fuente: Elaboración propia (2021)

Ilustración 13 Medición de rentabilidad a través del VAN, TIR y PRI

TASA DE REFERENCIA	48%
VAN (U\$S)	7,918.58
TIR	57%
PRI (AÑOS)	1.31

Fuente: Elaboración propia (2021)

Diagrama de Gantt

Para representar el lapso de tiempo que conlleva el desarrollo de la propuesta se expone en la siguiente herramienta el detalle de las tareas a efectuar para concretar dicho proyecto. Buscando la simplificación en la exposición se ejemplifica el plan para la producción de un solo cultivo en su ciclo productivo completo, lo que se repetirá similarmente en todos los cultivos por igual preservando las particularidades de cada uno en lo que dure la propuesta⁷.

Medición y control

En el transcurso de la implementación se deberá efectuar la recopilación de los datos aportados por las imágenes satelitales y por la maquinaria agrícola, para luego evaluar los resultados obtenidos con lo planificado en el plan productivo y finalmente integrar la información de cada una de las etapas del proceso de manera global. Esta

⁷ Ver Anexo III

etapa es de suma importancia ya que a través de la información generada se podrá deducir si existe algún desvío en la planificación inicial mencionada y efectuar los ajustes necesarios para comenzar una nueva campaña. Es importante aclarar que todos los datos recopilados serán almacenados de tal manera de tener la información disponible cuando fuese necesario.

Para realizar la supervisión del proyecto, se diseñan parámetros para el control operativo de la propuesta sobre el uso de agroquímicos, fertilizantes y semillas. Además, se define efectuar una comparación entre el resultado económico proyectado y el resultado económico real obtenido en el transcurso del desarrollo de la propuesta. Por lo tanto, se propone los siguientes indicadores de control. (Ver Ilustración 14)

Ilustración 14 Evaluación y seguimiento

EVALUACION	PARAMETRO	PERIODICIDAD
Capacitación Ingeniero Agrónomo definición de ambientes	Lotes evaluados/ ambientes definidos	Anual
Siembra	Prescripciones emitidas de siembra variable/ Prescripciones efectuadas	Mensual
Fertilización	Prescripciones emitidas de fertilización variable/ Prescripciones efectuadas	Mensual
Pulverización	Prescripciones emitidas aplicación Weed Seeker / Prescripciones efectuadas	Semanal
Cosecha	Lotes Cosechados/Mapas de Rendimiento obtenidos	Mensual
Resultados Económicos	Margen Bruto Planificado versus Margen Bruto Real	Anual

Fuente: Elaboración propia (2021)

En relación a la evaluación de sustentabilidad, se propone llevarla a cabo a través de los indicadores de medición ambiental. (Ver Ilustración 15)

Ilustración 15 Indicadores y atributos de sustentabilidad en predios agrícolas

Cuadro 2

Relación entre grupos de indicadores y atributos de la sustentabilidad en predios agrícolas

Indicadores clave	Principales atributos			
Ingreso neto de la unidad de producción	Ingreso neto	Productividad	Terminos de intercambio	Superficie de suelo usado para la agricultura
Calidad del suelo y agua	Eficiencia de uso del agua	Balance de nutrientes	Superficie de vegetación nativa	Grado de fragmentación de la vegetación
Capacitación en el manejo de unidades de producción	Nivel educacional de agricultores	Índice de capacitación	Índice de actitud de conservación	Capacidad de plantación agrícola
Impactos ambientales fuera de la parcela	Nivel de contaminación química de alimentos	Turbulencia de agua	Frecuencia de tormentas de polvo	Superficie de zonas de contacto

Fuente: Smith y McDonald, 1998.

Fuente: Torres Lima, Rodríguez Sanchez & Sanchez (2004)

Conclusiones y Recomendaciones

La propuesta desarrollada en este reporte de caso busca dar una alternativa de producción a lo vigente en la empresa actualmente desde una mirada de innovación continua, y lo logra, pensando en un mundo que demanda mayores requerimientos de producción y materias primas de mejor calidad, lo que exige a la empresa a tomar otra postura en su producción. En el contexto de revolución digital y robótica que se percibe actualmente, conforme a lo manifestado en el párrafo 2 de la página 14, las tecnologías elegidas son las adecuadas en esta empresa para iniciar el recorrido en la implementación de herramientas innovadoras. Lo importante, además, es recalcar, que los dueños de la maquinaria agrícola desean incursionar en el uso de las mismas y consecuentemente la adquisición de maquinaria idónea para efectuar la aplicación variable –selectiva de insumos y de monitores de rendimiento se encuentra en constante crecimiento. Se debe efectuar un aumento en el precio de las labores con dichas tecnologías contribuyendo a la adquisición de estas por parte de los Contratistas ya que lo primordial recae en poder reclutar la maquinaria que tenga la tecnología disponible y el capital humano capacitado para evitar la pérdida de información, la cual es relevante para la empresa y sería un impedimento en el desarrollo del proyecto.

Es significativo mencionar que de las tecnologías elegidas gran parte no genera un costo extra que represente un alto riesgo financiero para la empresa, el mayor desembolso se origina para efectuar el seguimiento y monitoreo de la implementación, reflejado en el Presupuesto de Inversión. A través de los resultados arrojados por los indicadores VAN de U\$S 7918.58, TIR de 57% y PRI de 1.31 años se deja plasmado que dicha inversión resulta ser favorable para la empresa.

Sin dejar de lado la finalidad económica, esta iniciativa incorpora en el proceso productivo una mirada más inclusiva de gestión ambiental en las actividades humanas, que impacten lo menos posible sobre el medio ambiente y permitan su preservación.

Por último, este reporte de caso recomienda a la empresa analizar la implementación de la propuesta planteada ya que se encuentra en concordancia con su objetivo principal. La misma centra sus pilares en generar una mayor rentabilidad económica y sustentabilidad ambiental. Inicialmente se sugiere tener en cuenta la suscripción a las BPAs. (Buenas Prácticas Agrícolas) de Córdoba, lo que permitirá capacitarse sobre la temática y obtener un beneficio económico por formar parte del

programa, cumpliendo con los requisitos establecidos. A lo planteado y en pos de tomar decisiones administrativas inteligentes para acompañar el desarrollo sostenible, se presentan algunas opciones a tener presentes y que pueden servir de soporte a corto plazo en el manejo de los suelos de manera satisfactoria, en conjunto con las herramientas propuestas.

Sería beneficioso, ya que el campo es netamente agrícola, retirar todos los alambrados internos del campo para agilizar y optimizar la realización de labores, además se podrían efectuar ensayos sobre una misma superficie que permitan obtener una comparación del manejo de los suelos con distintos tratamientos, como otra alternativa planificar la combinación de las herramientas de Agricultura de Precisión con Cultivos de Cobertura o llamados Cultivos de Servicio contribuyendo a evitar la erosión de los suelos entre otras particularidades. Conjuntamente a lo antes expuesto, de las herramientas propuestas, existen más opciones tecnologías a implementar, las mismas se podrán tener en cuenta e ir incorporando a medida que se considere oportuno y necesario.

También sería interesante analizar la posibilidad de incorporar las hectáreas arrendadas al proceso y asociarse con productores de la zona en la implementación de estas herramientas, proponiendo un paquete de hectáreas a producir para abaratar costos de producción. Ambientalmente lo acertado recaería en efectuar la contratación de un Licenciado en Gestión Ambiental que efectúe un análisis exhaustivo de este aspecto. Finalizando, es oportuno hacer mención que la implementación de cualquier herramienta tendrá sus aciertos y desaciertos en el camino. Se trata de un proceso evolutivo que necesita de esas circunstancias para poder adecuarse a lo que el productor busca alcanzar.

Referencias

- Aapresid (2020). Aplicaciones selectivas como aliadas de la Agricultura Siempre Verde. Recuperado de: <https://www.aapresid.org.ar/blog/aplicaciones-selectivas-como-aliadas-de-la-agricultura-siempre-verde/>
- Agrofy News (2021). Agricultura de precisión: qué tecnologías se están aplicando en Argentina y cuál es la tendencia para los próximos años. Recuperado de: <https://news.agrofy.com.ar/noticia/192484/agricultura-precision-que-tecnologias-se-estan-aplicando-argentina-y-cual-es#:~:text=Gu%C3%ADa%20autom%C3%A1tica%2C%20precisi%C3%B3n%20en%20la,en%20los%20%C3%BAltimos%2010%20a%C3%B1os.>
- Auravant (2021). Ambientación por capas. Recuperado de: <https://help.auravant.com/es/articles/3636768-ambientacion-por-capas>
- Auravant (2021). Imágenes, índices y capas. Recuperado de: <https://help.auravant.com/es/collections/2456609-imagenes-indices-y-capas>
- Alejandro Salcido (2017). Sustentabilidad Ambiental. Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias. Programa de Sustentabilidad Ambiental Reforma 113, México. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Alejandro-Salcido-2/publication/312196158_Sustentabilidad_Ambiental/links/5875b97b08ae8fce4928270a/Sustentabilidad-Ambiental.pdf
- Arley Orozco, Óscar; Llano Ramírez, Gonzalo (2016). Sistemas de información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 15, núm. 28, enero-junio, 2016, pp. 103- 124 Universidad de Medellín, Colombia. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/750/75047635007.pdf>.
- Emiliano Garcia y Fernando Flego (2015). Agricultura de Precisión. Recuperado de: <https://www.maquinac.com/wp-content/uploads/2015/07/Agricultura-de-Precision-Universidad-de-Palermo.pdf>
- Google Maps (2021). Localización de los campos. Recuperado de: <https://www.google.com/maps/@-32.3868912,63.7226269,40297m/data=!3m1!1e3>

- Infocampo (2020). A los satélites, ahora se suman las imágenes de drones para monitorear cultivos. Recuperado de: <https://www.infocampo.com.ar/a-los-satelites-ahora-se-suman-las-imagenes-de-drones-para-monitorear-cultivos/>.
- Inta (2018). Ensayo del INTA demostró que con agricultura de precisión y cultivo de cobertura se puede ahorrar hasta 60% de insumos y lograr un control de malezas del 80%. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/documentos/ensayo-del-inta-demostró-que-con-agricultura-de-precision-y-cultivo-de-cobertura-se-puede-ahorrar-hasta-60-de-insumos-y-lograr-un-control-de-malezas-del-80>.
- Iván Ramírez Morales; Bismark Ruilova Reyes y Javier Garzón Montealegre (2015) Innovación Tecnológica en el sector Agropecuario- Universidad Técnica de Machala. p.53. Recuperado de: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6848>.
- Jeremías Lachman y Andrés López (2018). Nuevas oportunidades y desafíos productivos en la Argentina: Resultados de la Primera Encuesta Nacional a Empresas de Agricultura y Ganadería de Precisión. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas, Instituto Interdisciplinario de Economía Política (IIEP-BAIRES). Recuperado de: <http://iiep-baires.econ.uba.ar/uploads/publicaciones/485/archivos/1.pdf>.
- La Voz (2019). Córdoba es la mayor productora de granos “per cápita” del país. Recuperado de: <https://www.lavoz.com.ar/negocios/cordoba-es-mayor-productora-de-granos-capita-del-pais/>.
- León-Pérez, J.C. (2019). Impacto de las tecnologías disruptivas en la percepción remota: big data, internet de las cosas e inteligencia artificial. UD y la Geomática, 14, 54-61. Recuperado de: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/UDGeo/article/view/15658/15296>.
- Lisi Katherine Carpio Santos. (2018). El uso de la tecnología en l agricultura. Pro-Sciences: Revista de producción, ciencias e investigación, e-issn: 2588-1000, vol. 2, n 14, septiembre 2018, pp. 25-32 Recuperado de: <http://journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/70/231>.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2018). Se reunió la Mesa de Trabajo de Agricultura de Precisión. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/se-reunio-la-mesa-de-trabajo-de-agricultura-de-precision>

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021). Evaluación de impacto ambiental. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/desarrollo-sostenible/evaluacion-ambiental/evaluacion-de-impacto-ambiental>
- Nele Verhulst; Isabelle François & Bram Govaerts (2015). Agricultura de conservación, ¿mejora la calidad del suelo a fin de obtener sistemas de producción sustentables? Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo, p.5
Recuperado de: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/4408/56985.pdf>.
- Revista Chacra (2020). Estrategias inteligentes para los esquemas productivos. Recuperado de: <https://www.revistachacra.com.ar/nota/38541-estrategias-inteligentes-para-los-esquemas-productivos/>.
- Torres Lima, Pablo, Rodríguez Sánchez, Luis, & Sánchez Jerónimo, Óscar. (2004). Evaluación de la sustentabilidad del desarrollo regional: El marco de la agricultura. *Región y sociedad*, 16(29), 109-144. Recuperado en 11 de junio de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252004000100004&lng=es&tlng=es.

Anexos

Anexo I

FLUJO DE FONDOS EMPRESA ACTUAL		1	2	3	TOTAL
INGRESOS EN US\$					
Ventas de Granos		918,895.43	985,452.81	979,586.15	2,883,934.39
TOTAL INGRESOS EN US\$		918,895.43	985,452.81	979,586.15	2,883,934.39
EGRESOS EN US\$					
Gastos de Comercialización		-95,073.51	-131,569.06	-101,216.52	-327,859.09
Costos de Producción					
Semillas		-55,229.28	-87,053.28	-70,674.00	-212,956.56
Labores		-42,864.00	-49,896.00	-45,192.00	-137,952.00
Agroquímicos		-79,369.40	-69,977.40	-79,218.64	-228,565.44
Fertilizantes		-41,240.00	-72,980.00	-40,668.80	-154,888.80
Cosecha		-49,040.00	-54,300.00	-52,329.60	-155,669.60
Seguro agrícola		-7,200.00	-7,200.00	-6,336.00	-20,736.00
Costos de Estructura y Administración		-24,288.00	-28,688.00	-25,440.00	-78,416.00
Amortizaciones		3,458.58	3,458.58	3,458.58	10,375.75
Inversión Inicial del Proyecto	-76,837.53				-76,837.53
TOTAL EGRESOS EN US\$	-76837.53	-390845.61	-498205.15	-417616.98	-1383505.27
Utilidad Antes de Impuestos		528,049.82	487,247.66	561,969.17	1,500,429.12
Impuesto a las Ganancias e Ingresos Brutos		-188,201.41	-174,253.44	-200,376.63	-562,831.49
Amortizaciones		-3,458.58	-3,458.58	-3,458.58	-10,375.75
FLUJO DE FONDOS NETOS EN US\$	-76837.53	336,389.83	309,535.64	358,133.95	927,221.88
FLUJO DE FONDOS ACUMULADO EN US\$	-76837.53	259,552.30	569,087.93	927,221.88	

Anexo II

FLUJO DE FONDOS DESARROLLO PROPUESTA		1	2	3	TOTAL
INGRESOS EN US\$					
Ventas de Granos		967,776.54	1,033,716.54	1,032,666.18	3,034,159.25
TOTAL INGRESOS EN US\$		967,776.54	1,033,716.54	1,032,666.18	3,034,159.25
EGRESOS EN US\$					
Gastos de Comercialización		- 99,415.53	- 135,932.33	- 105,681.32	- 341,029.19
Costos de Producción					
Semillas		- 53,349.28	- 81,413.28	- 67,816.40	- 202,578.96
Labores		- 47,150.40	- 54,885.60	- 49,711.20	- 151,747.20
Agroquímicos		- 65,122.11	- 62,545.11	- 67,632.11	- 195,299.32
Fertilizantes		- 38,184.00	- 64,328.00	- 37,344.64	- 139,856.64
Cosecha		- 54,363.10	- 60,283.30	- 57,974.31	- 172,620.71
Seguro agrícola		- 7,200.00	- 7,200.00	- 6,336.00	- 20,736.00
Costos de Estructura y Administración		- 13,248.00	- 15,648.00	- 13,248.00	- 42,144.00
Amortizaciones		3,458.58	3,458.58	3,458.58	10,375.75
Inversión Inicial del Proyecto	- 76,837.53				- 76,837.53
TOTAL EGRESOS EN US\$	-76837.53	-374,573.83	-478,777.03	-402,285.40	-1,332,473.79
Utilidad Antes de Impuestos		593,202.70	554,939.50	630,380.78	1,701,685.46
Impuesto a las Ganancias e Ingresos Brutos		- 211,249.32	- 198,186.90	- 224,586.10	- 634,022.33
Amortizaciones		- 3,458.58	- 3,458.58	- 3,458.58	- 10,375.75
FLUJO DE FONDOS NETOS EN US\$	-76837.53	378,494.80	353,294.02	402,336.10	1,057,287.38
FLUJO DE FONDOS ACUMULADO EN US\$	-76837.53	301,657.26	654,951.28	1,057,287.38	

Anexo III

		jul-21	ago-21			sep-21			oct-21			nov-21			dic-21			ene-22			feb-22			mar-22			abr-22			may-22			jun-22		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Objetivo específico N°1	Presentación de la propuesta a la empresa agrícola	█																																	
	Contratación de servicio de imágenes satelitales y capacitación	█																																	
	Capacitación del Ingeniero Agrónomo	█																																	
	Recopilación de datos históricos y a campo	█																																	
	Ambientación de los lotes	█																																	
	Definición del plan productivo	█																																	
	Compra de insumos	█																																	
Objetivo específico N°2	Búsqueda y contratación de maquinaria idónea	█																																	
	Monitoreo de malezas a campo	█																																	
	Prescripción de aplicación selectiva Weed Seeker de malezas	█																																	
	Aplicación Weed Seeker de malezas	█																																	
	Recopilación de datos de aplicación selectiva de malezas	█																																	
	Monitoreo aplicación a campo	█																																	
	Prescripción de siembra y fertilización simple	█																																	
	Calibración de la maquinaria	█																																	
	Siembra y fertilización con Map (Nitrógeno y Fosforo)	█																																	
	Recopilación de datos de la siembra y fertilización simple	█																																	
	Monitoreo de siembra a campo	█																																	
	Monitoreo de malezas a campo	█																																	
	Prescripción de aplicación selectiva Weed Seeker de malezas	█																																	
	Aplicación Weed Seeker de malezas	█																																	
	Recopilación de datos de aplicación selectiva de malezas	█																																	
	Monitoreo aplicación a campo	█																																	
	Prescripción de fertilización Urea (Nitrógeno)	█																																	
	Calibración de la maquinaria	█																																	
	Fertilización	█																																	
	Recopilación de datos de la fertilizadora	█																																	
	Procesamiento de la información obtenida	█																																	
	Control de Plagas	█																																	
Monitoreo fumigación a campo	█																																		
Procesamiento de la información obtenida	█																																		
Calibración de la maquinaria	█																																		
Cosecha	█																																		
Recopilación de Mapas de rendimiento.	█																																		
Objetivo específico N°3	Análisis de datos e información.	█																																	
	Cálculos de indicadores de rentabilidad	█																																	