

Universidad Empresarial Siglo 21
Licenciatura en Administración Agraria



**“Plan de implementación de Agricultura de Precisión
para un futuro de desarrollo sostenible”**

Duranti Luciano
DNI: 39.051.714
Legajo: VAAG02992

2021

Resumen

El siguiente proyecto, enmarcado como Trabajo Final de Grado correspondiente a la carrera de Licenciatura en Administración Agraria de la Universidad Siglo XXI, tiene como objeto de estudio la sociedad Empresa Agrícola, radicada en el Departamento de Tercero Arriba, provincia de Córdoba, Argentina. Se trata de una pyme dedicada al cultivo y comercialización de granos que fue establecida en el año 2004 y ha demostrado un constante crecimiento hasta la actualidad. La organización ha delineado correctamente su misión, visión y política, sin embargo, su planeamiento estratégico carece de objetivos concretos, así como de medios para alcanzarlos. El análisis realizado concluyó en la necesidad de elaborar una planificación estratégica acorde a las expectativas de desarrollo planteadas. Este trabajo se ha determinado a elaborar un plan de implementación, con la finalidad de incorporar paulatinamente técnicas de agricultura de precisión, que le permitirán a la organización alcanzar sus metas siguiendo criterios de sustentabilidad económica y agronómica en el largo plazo.

Palabras clave: planificación estratégica, agricultura de precisión, sustentabilidad.

Abstract

The following work, framed as Final Degree Project corresponding to the course of studies called Degree in Agricultural Administration at Universidad Siglo XXI, has as subject of study the enterprise Empresa Agrícola (Agricultural Company, in English), based in the Tercero Arriba department, Córdoba province, Argentina. Established in 2004, it is a S&ME dedicated to grain cultivation and origination, and it has shown constant growth to date. Its mission, vision, and politics have been correctly determined. However, its strategic planning lacks clear objectives, as well as the means to achieve them. The conducted study concluded in the need for elaboration of a suitable strategic planning for the raised development expectations. This work has been determined to elaborate an implementation plan, aiming at gradually incorporating PA techniques, which will enable the organization to reach their goals following economic and agronomic sustainability criteria in the long term.

Key words: strategic planning, PA (precision agriculture), sustainability.

Introducción

Muchas de las prácticas comunes hasta hoy en la agricultura buscan incrementar la producción y la rentabilidad a corto plazo simplificando el manejo, desconociendo los procesos inherentes a cada sistema de producción e ignorando los posibles efectos negativos sobre el ambiente y los servicios eco sistémicos (Domínguez, G., et al., 2005; Hatfield, J. y Sauer, T., 2011; INTA, 2011; Jaime, S., et al., 2013; Leonardi, C., et al., 2015).

En este contexto, surgen nuevos desafíos para la agricultura argentina, principalmente respecto al concepto de sustentabilidad ambiental y económica del proceso de producción (Bongiovanni, R., et al. 2006). Hoy, nuestra capacidad creativa e innovadora se deberá concentrar en transformar la forma en la que producimos para satisfacer las crecientes demandas y revertir la extralimitación en el uso de los recursos.

En consecuencia, los mayores esfuerzos para incrementar la producción deben enfocarse en la intensificación del uso de la tierra, aunque esta vez, sin basarse primariamente en un mayor uso de insumos como sucedió en el pasado. Por el contrario, deben centrarse en tecnologías de procesos y de conocimientos (Satorre, E., 2004) que permitan detener o revertir el deterioro de los suelos y la contaminación química y hacer un uso más racional y eficiente de los recursos e insumos.

Siguiendo esta línea, es que se plantea la implementación de Agricultura de Precisión (AP). Se trata de un concepto agronómico de gestión, basado en la variabilidad espacial y temporal del suelo y de los factores que afectan a los cultivos. Estos aspectos, ya conocidos en la historia de la agricultura bajo el nombre de Manejo Sitio Específico (MSE), se fundamentan en aplicar la cantidad correcta de insumos, en el momento adecuado y en el lugar exacto. La AP proporciona una forma de automatizar el MSE mediante el uso de la informática; tecnologías de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), sensores, satélites e imágenes aéreas junto con Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se trata de usar la tecnología de la información para adecuar el manejo de suelos y cultivos a la variabilidad presente dentro de un lote, y de esta manera darle a un antiguo concepto una aplicación práctica (Marote, M., 2010).

Se pueden mencionar como antecedentes dentro de esta temática un seminario realizado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2016), donde se

destacó el impacto positivo que puede tener la agricultura de precisión en el sector agrícola de América Latina y el Caribe.

Mediante el aporte de numerosos expertos y a través de la presentación de casos exitosos, se expusieron recomendaciones para promover el desarrollo y aplicación de estas tecnologías, con énfasis en el proceso de adopción que deben tener los productores de pequeña escala. Sostienen que este tipo de agricultura permite tomar mejores decisiones por el productor, mejorando la rentabilidad y contribuyendo a la sostenibilidad de los recursos naturales.

En este marco, oradores de Argentina y Chile compartieron experiencias acerca de la utilización de agricultura de precisión en la producción de cereales, oleaginosas y cultivos tropicales, acordando en todos los casos que ha sido de gran ayuda para tomar decisiones productivas, incrementando los rendimientos y la rentabilidad en el campo, probando también tener utilidad como herramienta de evaluación.

También se puede rescatar un trabajo realizado por profesionales del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay (INIA, 2015). El objetivo del mismo fue desarrollar una metodología para el procesamiento de información de una chacra de arroz generada con monitores de rendimiento; y su posterior utilización como punto de partida a un manejo sitio específico.

Destacaron que las tecnologías asociadas a la agricultura de precisión permitieron el estudio de la variabilidad espacial del rendimiento en una chacra que a simple viste parecía uniforme. Mediante este análisis de variabilidad espacial y el agrupamiento de los sectores con similares características, se pudieron identificar zonas que se verían potencialmente beneficiadas con un posible manejo sitio-específico. Concluyeron que un análisis económico sencillo, con mapas de ingreso neto por zonas, permitió poner en práctica el uso de información que brindan los monitores de rendimiento como una herramienta más para toma de decisiones a nivel predial.

Marco de Referencia Institucional

La organización referida, está ubicada en el Departamento de Tercero Arriba, provincia de Córdoba. Fue creada en el año 2004, con el objeto de realizar la actividad agrícola primaria sobre campos de terceros. Su estructura organizacional se compone de cuatro socios administradores, tres de ellos hermanos siendo el cuarto un contador. Estos cuentan con un encargado de mantenimiento y cuidado de los campos y reciben asesoría de un ingeniero agrónomo. Para el desarrollo de las actividades se contratan los servicios de siembra, cosecha y fumigación, contando con un plantel estable de proveedores de los mismos.

Los cultivos principales son soja, maíz, maní y ocasionalmente trigo. La empresa cuenta con una explotación base de 552 hectáreas pertenecientes a la propiedad de sus socios. A las mismas, se suman año tras año una cantidad variable de hectáreas de acuerdo a lo que se consiga arrendar.

El objetivo del presente trabajo es evaluar la implementación de Agricultura de Precisión como alternativa para un futuro de desarrollo sostenible, con hincapié en las áreas productiva, administrativa y ambiental de la empresa agrícola en cuestión.

Análisis de Situación

La empresa, creada con el objeto de realizar la actividad agrícola primaria sobre campos de terceros, está compuesta por cuatro socios. Tres de ellos hermanos, radicados en Buenos Aires, que en su momento heredaron campos de aptitud agrícola en el departamento de Tercero Arriba, Provincia de Córdoba. Durante varios años dichos inmuebles fueron arrendados a terceros, desde 2004 junto a este cuarto socio, un contador que desarrolla su actividad en Córdoba, se encargan de la administración de la empresa. Se destaca dentro de su organigrama (Figura 1) una persona encargada de los campos, así como los servicios de un ingeniero agrónomo que brinda asesoría en todo el proceso de planificación y ejecución de las actividades. Siendo estas últimas realizadas por un plantel estable de contratistas.

Figura 1

Organigrama



Tomado de Empresa Agrícola – Departamento de Tercero Arriba, Córdoba, 2018.

Para llevar a cabo la actividad, la organización planteó correctamente su misión, visión y política. Como parte de la primera se propone la consolidación y la expansión de la empresa en el largo plazo, bajo un criterio de sustentabilidad económica y agronómica. Su visión responde a un perfil dinámico, apuntando a un crecimiento permanente dentro del negocio, con una base sólida, ampliando la superficie explotada y desarrollando asociaciones con terceros. La política,

desde sus comienzos, se ha basado en desarrollar un negocio bajo principios éticos y profesionales, donde el desarrollo de la propia empresa acompañe el de sus empleados, proveedores y sus mismos socios. Estos lineamientos, centrados en la relación de la organización y el entorno, le permitirán a la empresa ajustarse a entornos dinámicos.

El objetivo de la empresa es la “explotación agrícola sobre campos de terceros buscando la mayor rentabilidad económica, bajo un escenario de sustentabilidad agronómica, con crecimiento permanente”. Este objetivo general, vagamente definido, carece de orden y prioridad. Este punto es fundamental dentro del desarrollo del planeamiento estratégico ya que de esa manera se establecen las metas a largo plazo y se desprenden los planes de acción para alcanzarlas.

En relación a la actividad principal, la explotación agrícola, los principales cultivos que se realizan son maíz, soja y maní, sembrando ocasionalmente trigo como cultivo invernal. Como se indicó, la explotación “base” es de 552 has., dichos inmuebles vienen siendo sembrados ininterrumpidamente desde el año 2004. Asimismo, y de acuerdo a su visión y objetivos, la empresa año tras año intenta aumentar la cantidad de hectáreas trabajadas, arrendando campos a terceros. Un punto a resaltar desde la logística es la localización de estos campos, tanto los propios como los que forman parte de la administración, todos ubicados en el departamento de Tercero Arriba.

La explotación de los distintos lotes se corresponde a una planificación previa, en la cual se anticipa la asignación del cultivo a implantar. De este modo se mantiene una política de rotación que garantiza mayor sustentabilidad económica y agronómica para el mediano y largo plazo (Figura 2). Se advierte que en ocasiones se arriendan campos por una sola campaña agrícola para la siembra de maní.

Una vez definidos los lotes, adquiridos los insumos y contratados los servicios involucrados en la explotación, se procede a acordar con el asesor fechas ideales para la implantación de los cultivos, variedades de semillas, esquemas de fertilización y aplicaciones de herbicidas y fungicidas correspondientes en cada ciclo. Las fechas de siembra se ubican entre los meses de octubre y diciembre, de acuerdo al tipo de cultivo, régimen de lluvias, precios y otros factores. Dependiendo de cuál sea la fecha de implantación se tendrá la fecha de cosecha, siempre ubicada entre los meses de marzo y junio del año siguiente.

Figura 2

Ciclo del cultivo



Tomado de Empresa Agrícola – Departamento de Tercero Arriba, provincia de Córdoba.

La empresa no cuenta con maquinaria agrícola para la realización de las actividades de siembra, cosecha o fertilización y aunque si posee un pulverizador, no se utiliza para realizar las aplicaciones. Para el desarrollo de todas las actividades se contratan los servicios de empresas de la zona, logrando desarrollar a través de los años un plantel estable con el cuál se mantienen reuniones regulares para planificar las fechas en las que se realizarán las tareas en cada lote.

Los productos obtenidos son los denominados commodities agrícolas, cuyo destino final puede ser el mercado interno y externo.

- **Maíz:** Se destina a ambos mercados; la mayor parte se vende a exportadores del complejo agroindustrial de Rosario, que lo procesan para el mercado interno o la exportación. La otra parte, menor, se vende a productores ganaderos de la zona que lo utilizan como alimento para hacienda.
- **Soja:** La totalidad se vende a compradores del complejo agroindustrial de Rosario, para su procesamiento y exportación.
- **Maní:** Es vendido en su totalidad a empresas cercanas al Departamento de Tercero Arriba para su procesamiento, el destino final es el mercado externo.

Cabe resaltar, aunque esta sea ocasional, que no se tienen precisiones del destino de la producción de trigo.

Generalmente las empresas agrícolas operan con una estrategia de ventas similar, espaciando sus ventas de acuerdo a las necesidades de fondo, convirtiendo a los granos en su “moneda de ahorro”. Mantienen dicha postura a raíz de que los precios agrícolas dependen de los

mercados internacionales y están cotizados en dólares, sin embargo, existen situaciones puntuales que indican la conveniencia de vender dichos granos para colocarlos en algún otro activo, lo cual se considera en el momento. La organización sigue la estrategia descripta, buscando los mejores momentos para vender, analizando los precios de los insumos agrícolas, de las exigencias de pago de arrendamientos y observando la evolución de los distintos mercados, para que de esta manera el precio de los cultivos asegure un piso de rentabilidad adecuado. Siguiendo lo anterior, en muchas ocasiones se concretan ventas en los mercados de futuros.

En el apartado de insumos, se puede indicar en términos generales como se compone el abastecimiento para la campaña. Las semillas de soja pueden ser de producción propia, respetando las leyes de patentes y regalías, o adquiridas del semillero si las anteriores no cumplen con el poder germinativo. Por su parte, las de maíz y maní, se compran en sus respectivos semilleros.

Los agroquímicos utilizados son distintos tipos de herbicidas, insecticidas, fungicidas y adherentes. Tal como se mencionó, las aplicaciones son realizadas por empresas contratistas, que realizan la operación con un pulverizador autopropulsado comúnmente denominado “mosquito”. Las empresas contratadas cumplen con los requisitos exigidos por la Secretaría de Agricultura de la Provincia de Córdoba, y son los mismos contratistas los que se hacen cargo de los envases plásticos utilizados durante las tareas.

Los fertilizantes siguen distintas composiciones, según lo requiera cada cultivo. Se trabaja con urea, mezclas químicas, fertilizante orgánico Nurture, curasemilla e inoculante de soja Funcion Pack Nova. El fertilizante es aplicado de dos maneras, en su mayoría utilizando la sembradora a la hora de implantar el cultivo, aunque también se contratan máquinas fertilizadoras para realizar el proceso en presiembra.

En soja, se aplican 70kg. de mezcla química fertilizante durante la etapa de siembra. En maíz se aplica de ambas formas, 250kg. de mezcla química fertilizante en presiembra y entre 120/180kg. de urea en siembra. Para el maní normalmente no se fertiliza. Tal como se puede apreciar, no existe un plan de fertilización que siga la variabilidad y propiedades de los lotes, sino que se realiza la operación de manera uniforme. Se detecta a esta práctica como un desvío en el camino a una agricultura sostenible y rentable (Tabla 1).

Tabla 1*Costos de producción*

(-) Costo de Producción	Arrendamiento	Semillas	Labores	Agroquímicos	Fertilizantes	Cosecha	Otros Cs Producción
17/18	123,5%	54,2%	78,4%	85,0%	42,4%	51,0%	409,3%
16/17	33,3%	43,6%	26,8%	0,0%	2,9%	-16,8%	-10,7%
15/16	11,6%	6,9%	13,9%	28,6%	30,2%	42,1%	-5,2%
14/15	31,6%	46,0%	31,5%	23,5%	-7,1%	13,4%	17,4%
13/14	-16,6%	-25,9%	-15,7%	49,6%	-17,1%	9,8%	-0,4%
12/13	-0,6%	10,6%	7,3%	0,3%	18,9%	-12,7%	22,2%
11/12	7,7%	46,5%	7,7%	22,9%	-5,7%	13,1%	1,4%
10/11	9,6%	4,4%	59,3%	-17,4%	9,3%	-2,0%	-28,7%
09/10	9,6%	-36,2%	-24,9%	11,0%	-44,5%	-4,8%	65,5%
08/09	8,7%	73,0%	40,3%	26,5%	31,6%	20,6%	-22,0%
07/08							

Tomado de Empresa Agrícola – Departamento de Tercero Arriba, Córdoba, 2018.

El consumo de combustibles utilizado por los vehículos de transporte de la empresa es de aproximadamente 1500 litros anuales, los cuales no se almacenan en los campos, sino que se adquieren directamente en estaciones de servicio de la zona.

Todos los insumos (semillas, agroquímicos y fertilizantes) se transportan hasta los lotes mediante camiones contratados especialmente. La empresa proveedora es quien los almacena en sus instalaciones hasta la utilización de los mismos.

En sus instalaciones, la empresa posee una planta de silos mecanizada con capacidad para 1500 toneladas. La sociedad la utiliza para el acopio de la producción, entregando el resto a empresas de la zona como se detalló anteriormente. También cuenta con una balanza, galpones y maquinaria agrícola, como tractores, tolvas, pulverizador y otros implementos menores.

Es importante mencionar que la empresa cuenta con línea de energía eléctrica provista por la Cooperativa de Servicios del Departamento de Tercero Arriba, así como también con agua subterránea obtenida mediante molinos y bombas, para cubrir las necesidades de los empleados y las actividades agrícolas.

En el siguiente apartado, se realizará un análisis FODA (Tabla 2) con el objeto de ayudar a la empresa a encontrar factores estratégicos críticos que permitan una vez identificados, usarlos y apoyar en ellos la estrategia organizacional.

Análisis FODA

Sus siglas hacen referencia a Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas y se basa en dos pilares básicos: el análisis interno y el análisis externo de la organización.

Una vez identificados los factores internos (fortalezas y debilidades) y externos (oportunidades y amenazas), se procede a realizar cruzamientos entre los mismos para obtener así pares de éxito, riesgo, adaptación y reacción, los cuáles indicarán distintos tipos de estrategia empresarial.

Tabla 2

Matriz FODA

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Campo propio	Ordenamiento administrativo	Socios radicados en otra provincia	Incertidumbre a nivel país
Misión, visión, política y objetivos definidos	Disminución de costos, aumento de rendimientos; Mayor rentabilidad	Contrata servicios; dependencia.	Contexto pandémico
Localización	Ventajas comparativas	Capacitación del personal	Riesgo climático
Contrata servicios; flexibilidad.	Reducción de impacto ambiental	Tecnologías disponibles	Riesgo precio
Inversiones	Transparencia y trazabilidad	Explotación agrícola como segundo negocio	

Fuente: Elaboración propia.

Alternativas estratégicas derivadas de la Matriz FODA:

- Pares de éxito (Fortalezas + Oportunidades): Aprovechar oportunidades apoyándose en fortalezas. La empresa puede hacer un óptimo uso de sus fortalezas subcontratando empresas especializadas en servicios agrícolas, que cuenten con operarios capacitados y maquinaria de alta tecnología. Sería una respuesta más que inteligente, ya

que no solo se evita la inversión requerida en maquinaria, equipos, insumos y personal, sino que es posible aumentar la rentabilidad, haciendo más eficiente toda la actividad.

- Pares de adaptación (Debilidades + Oportunidades): Incapacidad de aprovechar una oportunidad por la existencia de una debilidad. Se puede observar que cada socio tiene su actividad, no siguen de cerca el día a día de la empresa y carecen de medios adecuados para administrar a distancia. Por otro lado, contratar servicios agrícolas tiene aspectos negativos, si no se planifica correctamente o no se llega a un buen acuerdo, se pueden sufrir pérdidas de rendimientos por alejarse de las ventanas óptimas de siembra y cosecha, así como también por retrasos en las aplicaciones. A su vez, no se conoce en detalle si el plantel actual de contratistas cuenta con los paquetes tecnológicos y la capacitación apropiada para brindar un servicio que se adecúe a los objetivos de la empresa.

- Pares de riesgo (Debilidades + Amenazas): Existencia de una amenaza que puede apoyarse en una debilidad manifiesta. El contexto pandémico puede generar problemas para los socios radicados en otra provincia debido a la incertidumbre y las restricciones presentes. Además, las dificultades que pueda presentar el mismo contexto para desarrollar normalmente reuniones de planificación con el encargado, asesor o contratistas. Por otra parte, debido a la incertidumbre a nivel país y las dificultades económicas que este atraviesa, no existen condiciones ideales para invertir o adquirir maquinaria por lo menos en un futuro inmediato, lo que desemboca en el último punto, seguir contratando todos los servicios con los aspectos negativos que esto pueda tener para la consecución de los objetivos como se ha detallado anteriormente.

- Pares de reacción (Fortalezas + Amenazas): Apoyarse en una fortaleza para reducir una amenaza. Los dos principales riesgos a los que se enfrenta la actividad agrícola son el riesgo precio y el riesgo climático. Se puede disminuir el riesgo precio mediante herramientas como los futuros y las opciones. Mediante una correcta operatoria, se puede evitar la magnitud de las pérdidas que pueda generar una caída en el precio de los granos.

En cuanto al riesgo climático existen dos instrumentos principales, contratar seguros o diversificar. La diversificación puede ser intrarregional, de esta manera se sembrarían dos cultivos diferentes en la misma zona agroecológica, en este caso, el

Departamento de Tercero Arriba. Llegado el caso, si uno de los cultivos sufre algún siniestro, puede que el otro compense las pérdidas. La otra opción es diversificar de forma interregional, se puede buscar arrendar campos en distintas zonas agroecológicas, de este modo si los cultivos de una zona se arruinan por razones climáticas, los de la otra zona pueden compensar las pérdidas.

Análisis de Contexto

Los constantes cambios en el entorno internacional, y las diferentes reglas de juego que rigen en las economías regionales, han hecho de la competitividad una condición de permanencia de las pequeñas y medianas empresas agropecuarias en el circuito productivo. A la luz de los resultados económico-financieros de la última década, aparece con fuerza la necesidad de repensar los efectos de la globalización de los mercados y su incidencia sobre un proceso de modernización rápida de las pequeñas y medianas empresas agrícolas para adaptarse a las reglas del nuevo contexto. Así, el cambio tecnológico, incluyendo especialmente la gestión (organización), como los emprendimientos que integren las distintas etapas de la cadena de producción hasta el consumidor final, comienzan a visualizarse como herramientas claves para evitar la desaparición de las pymes (Fernández Alsina et al., 2000).

Desde el punto de vista de la empresa agrícola, la Agricultura de Precisión pretende cubrir tres áreas principales: producción, administración y medio ambiente. En concordancia con el presente ensayo, se trabajará en el diseño de un plan estratégico que permita una progresiva y correcta implementación de esta herramienta, adecuándola a las expectativas de la empresa.

En tal sentido, si analizamos la parte económica puede ser aplicada para, por ejemplo, buscar eficiencia técnica y económica (rentabilidad), control de calidad, trazabilidad de la producción, control de plagas y enfermedades, fertilización con dosis variable (DV), etc.

También puede ser adoptada como una herramienta de gestión a fin de registrar datos, supervisar empleados, controlar actividades, controlar contratistas, capacitar operarios, etc.

Por último, pero no menos importante, es una herramienta útil para proteger al medioambiente y contribuir a la sustentabilidad de la agricultura. (Bongiovanni, R. y Lowenberg-DeBoer, J., 2004).

Marco Teórico

En este apartado se enunciarán, a partir de referentes en la materia, los supuestos teóricos y nociones conceptuales necesarias para llevar a cabo el abordaje de la problemática.

La agricultura tiene una importancia estratégica en la economía argentina. La creciente demanda de productos agropecuarios constituye una gran oportunidad para el desarrollo equitativo de los territorios del país a través de la producción primaria y, principalmente, del agregado de valor y la agroindustria. Sin embargo, ubicarse entre los países con mayor potencial productivo de alimentos conlleva una gran responsabilidad en la futura seguridad alimentaria. La degradación de suelos, la deforestación, la contaminación con agroquímicos, la pérdida de biodiversidad y las emisiones de gases de efecto invernadero son algunos de los disparadores que nos impulsaron a repensar la forma en la que producimos. En consecuencia, se plantea como desafío para nuestra agricultura¹ analizar los nuevos avances y estrategias productivas para asegurar un desarrollo sostenible.

En la actualidad, la comunicación e interdependencia entre los distintos países incluye componentes ambientales, tecnológicos, geopolíticos, económicos, culturales e institucionales (Andrade, F., 2016). Las nuevas generaciones traen consigo nuevos hábitos de consumo y una mirada crítica a los efectos de la agricultura en el ambiente, lo que da pauta de la necesidad de contar con un enfoque alineado a este nuevo contexto.

En el plano empresario, las últimas décadas se vieron marcadas por decisiones técnicas de manejo de los cultivos buscando el aumento de los rendimientos. Esta mayor productividad de los recursos es necesaria para sostener o aumentar la rentabilidad de las explotaciones y diluir los costos fijos en una mayor producción por unidad de superficie. Siembra directa, ingeniería genética, rotaciones de cultivos, fertilizantes y el último gran cambio tecnológico, la agricultura de precisión, han sido instrumentos claves para el logro de esos objetivos.

Sin embargo, como se ha destacado, la transición tecnológica no ha cesado y se caracteriza ahora por el aumento de la percepción de los procesos de deterioro ambiental, una mayor conciencia de la importancia del gerenciamiento de la empresa agropecuaria, la búsqueda

¹ Ampliar en Andrade, F., ... [et al.]; compilado por Andrade, F. (2017). Los desafíos de la agricultura argentina. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA.

de diferenciación de productos y la búsqueda de la integración de la producción en una cadena agroindustrial y comercial. (Satorre, E., 2005).

Hill C. y Jones G. (2009), dentro de su libro *Administración Estratégica*, sostienen que una estrategia es un conjunto de acciones estructuradas que los administradores adoptan para mejorar el desempeño de su compañía. De esta manera, si las mismas dan como resultado un rendimiento superior al de sus competidores, se dice que la organización tiene una ventaja competitiva. La clave para esto es saber crear actividades que en conjunto se adecuen a fin de que la compañía sea única o diferente de sus rivales. (Hill, C., Jones, G., 2009).

Los últimos años, la moderna tecnología agropecuaria se caracteriza por una mayor participación de la ciencia y por la incorporación de tecnologías de información a las más conocidas de insumos y procesos que dominaron en el agro argentino desde los años 60. (Satorre, E., 2005).

La irrupción de la Agricultura de Precisión (AP)² se puede decir que generó el último gran cambio tecnológico en las formas de producción. Este término global, se presenta como una alternativa viable para cubrir las demandas futuras de alimentos, sin descuidar el plano ambiental. Corresponde a un método de administración, el cual utiliza tecnología de la información y las comunicaciones para recolectar datos útiles desde distintas fuentes con el fin de apoyar decisiones asociadas a la producción de cultivos. (García, E. y Flego, F., 2015).

Como se indicó al inicio del trabajo, existe otro concepto que se debe tener en cuenta para comprender la temática, el Manejo Sitio-Específico (MSE). Esta noción plantea la existencia de una variabilidad espacial de las propiedades de suelo y de los rendimientos de los cultivos. En virtud, se dice que un Manejo Sitio-Específico consiste básicamente en realizar la gestión correcta, en el lugar indicado y en el momento oportuno. En el pasado reciente, los productores no disponían de las herramientas necesarias para medir efectivamente la variabilidad espacial o localizar sectores con problemas de productividad dentro del potrero. En nuestros tiempos, la Agricultura de Precisión es la forma moderna de automatizar el antiguo concepto de Manejo Sitio-Específico.

² Ampliar en Bongiovanni, R., Chartuni Mantovani, E., Best, S. y Roel, A. (2006). *Agricultura de precisión: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable*. Montevideo: PROCISUR/IICA.

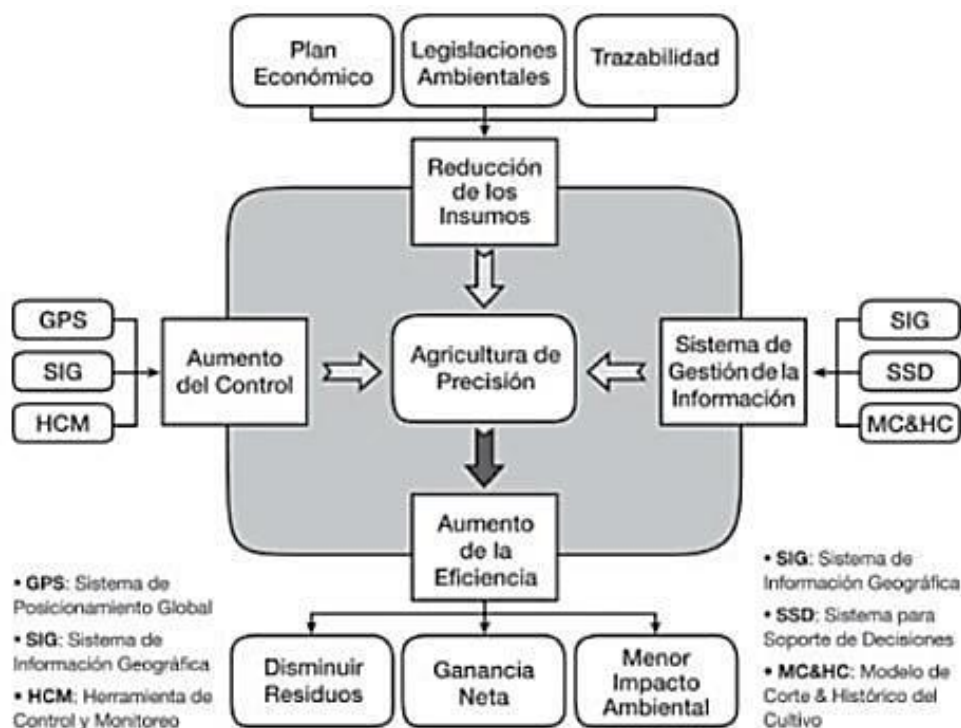
El grupo de tecnologías que componen la AP permiten medir y manejar esta variabilidad espacial para, potencialmente, aumentar la eficiencia productiva y disminuir el impacto ambiental (Figura 3). (Ortega, R., Pérez, C., Flores, L., Díaz, K., Claret, M., 1999).

En ese sentido, profesionales dedicados al análisis de la rentabilidad de estas técnicas concluyeron que la implementación debe ser analizada para las necesidades de cada establecimiento en particular. Recalaron que un balance económico entre costos y beneficios puede resultar una manera sencilla de evaluación a la hora de tomar una decisión, pero advirtieron que a pesar de las consideraciones estrictamente financieras hay otros aspectos que, aunque sean más difíciles de evaluar a largo plazo, también son muy importantes para la sustentabilidad de las empresas agrícolas. Estos impactos positivos involucran al medio ambiente, la eficiencia operacional, la calidad de vida de los agricultores, etc. En materia productiva destacaron, entre otras cosas, que la superposición de aplicaciones y zonas no tratadas en un lote, algo común utilizando técnicas convencionales, alcanza valores del 10% dentro del terreno. En forma comparativa, utilizando sistemas de navegación se puede reducir esta cifra hasta el 1%. Otro ejemplo al que refieren involucra el uso de tecnologías de aplicación de tasa variable (VRT) basadas en mapas para aplicaciones de pesticidas. Utilizando herramientas adecuadas para el escaneo del terreno y delimitando sólo dos zonas (alto y bajo) según índices de área foliar (IAF) han logrado realizar un ajuste óptimo de las dosis, asignarlas convenientemente y generar un 15% de ahorro en pesticidas. Análogamente, la aplicación de herbicidas confiere otra área de interés ya que por lo general las malezas sólo están presentes en un 15-20% del terreno. Estudios sobre aplicaciones específicas de herbicidas mediante sensores apuntan a reducciones de hasta un 80% en este insumo (Satorra, A., Martínez Casasnovas, J., Escolà, J. A., Alexandre, A., 2018). Los mismos resultados se replican en el uso de fertilizantes, semillas, combustibles y demás insumos involucrados en la producción agrícola, por lo que se recomienda ahondar en la eficiencia y ahorros³ derivados de la aplicación de técnicas de Agricultura de Precisión.

³ Ampliar en Navas Gracia, L. M., ... [et al.]; coordinados por Valero Ubierna, C. (2010). Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura. IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid, España.

Figura 3

Interacción de los componentes que integran la Agricultura de Precisión



Tomado de Marote, M. (2010). *Agricultura de Precisión*. Ciencia y Tecnología. Facultad de Ingeniería, Universidad de Palermo.

La Agricultura de Precisión que conocemos hoy está lejos de aquel concepto agronómico de manejo variable de insumos por ambientes. En el trayecto, se le fueron adaptando distintas tecnologías con el fin de recabar información cada vez más precisa y valiosa, donde los administradores puedan apoyar sus decisiones y así optimizar la práctica. En líneas generales, la Argentina cuenta con un alto índice de adopción de herramientas como monitores de siembra, monitores de rendimiento, sensores, equipos de dosificación variable, banderilleros satelitales y pilotos automáticos. Sin embargo, se avizora una nueva revolución para el campo, compuesta por drones, robotización, automatismo de maquinaria agrícola, nanotecnología, inteligencia artificial, sofisticados equipamientos para procesamiento de información y comunicaciones, big data, etc. (Andrade, F. et al., 2017).

Síntesis

Volviendo al caso particular de la sociedad, esta plantea como objetivo explotar campos de terceros, apuntando a un crecimiento permanente dentro del rubro. En un negocio maduro y complejo como el agrícola, solo desarrollando una ventaja competitiva sostenida, la empresa ganará participación de mercado de sus rivales.

En la misma medida, deberá desarrollar y alinear estrategias que le permitan insertarse en la agricultura del futuro. El nuevo contexto, exige a los administradores a ser abiertos para encontrar las formas adecuadas de generar un sistema que le agregue valor a la producción.

Lo expuesto, no hace más que reafirmar el hecho de que nadie que pretenda ser eficiente y competitivo, pueda manejar su campo con datos promedios. En adelante, los productores que hagan uso de la tecnología de aplicación de insumos por ambiente serán los que se queden con la renta de la agricultura argentina.

Justificación del abordaje de la problemática

Luego de analizar la situación de la organización y su entorno, profundizar en el contexto y los escenarios futuros e indagar en bibliografía de referentes de la materia, se observa que la problemática corresponde a una ausencia de estrategias. Estas le garantizarían a la empresa integrar adecuadamente los procesos productivos y administrativos a las expectativas de desarrollo que plantea.

Por ende, se cree que la delineación y aplicación de una planificación estratégica, con objeto de incorporar paulatinamente técnicas de agricultura de precisión, le permitirán adoptar una posición de ventaja ante sus competidores en el rubro y que a su vez sea generadora de oportunidades a futuro.

En efecto, resulta imprescindible el acuerdo con empresas de servicios agrícolas que cuenten con personal y tecnologías adecuadas a las necesidades de la organización. Al mismo tiempo, se deben interiorizar y preparar en el tema los integrantes de la sociedad. De esta forma, se podrá pensar en la consolidación y expansión de la empresa en el largo plazo, siguiendo criterios de sustentabilidad económica y agronómica.

Plan de implementación

Objetivos

Objetivo general

Eficientizar el proceso productivo del establecimiento Empresa Agrícola, a través de la implementación de técnicas de Agricultura de Precisión, con miras a un desarrollo sostenible tanto económica como ambientalmente a partir del período 06/2022.

Objetivos específicos:

- Realizar una ponderación económica del soporte necesario para integrar técnicas de Agricultura de Precisión.
- Diagramar la caracterización de la variabilidad espacial del rendimiento en los lotes a fin de elaborar un plan de prescripción y aplicación de insumos óptimo para cada subzona.
- Evaluar en forma dinámica la implementación siguiendo criterios económicos y agronómicos.

Alcances

La presente propuesta, tiene como objeto elaborar un plan de implementación que responda a las expectativas de crecimiento de la sociedad Empresa Agrícola, radicada en el Departamento de Tercero Arriba, provincia de Córdoba. Dicho plan, está principalmente dirigido a los socios administradores de la organización, siendo también inherente a empleados, asesores y demás afines al proceso productivo de la misma. Se desarrollará, en líneas generales, la planificación de una campaña agrícola para los principales cultivos que realiza la empresa, soja y maíz, integrando técnicas de Agricultura de Precisión. Su inicio está estipulado en el mes de junio, correspondiente a fines de la campaña 2021/2022, y se conviene para el proyecto una extensión de 5 campañas agrícolas.

Limitaciones

- Escasa diferenciación en la potencialidad de rendimiento del suelo que justifique agronómica y económicamente la aplicación de insumos en forma variable.
- Dificultades en la adopción de nuevos métodos y tecnologías por parte de la organización.
- Oferta de contratistas agrícolas especializados que cuenten con la tecnología requerida.

Recursos y metodologías

El plan de integración de las nuevas técnicas se desarrollará en distintas etapas, a saber, *Contratación, Diseño, Planificación, Implementación y Retroalimentación* (Tabla 3).

La primera de ellas involucrará una ponderación económica de los recursos y servicios necesarios para llevar a cabo la propuesta. Los datos expuestos fueron consultados a representantes de las firmas FieldView⁴ y EasyAgro⁵.

FieldView es una plataforma de agricultura digital que ayuda a administrar las labores durante toda la campaña a través de servicios y soluciones basadas en la ciencia de la información, proporcionando datos agronómicos y asistiendo en la toma de decisiones de gestión.

Por su parte, la firma EasyAgro, es prestadora de servicios de caracterización de suelos. Actualmente, cuenta con una novedosa herramienta -EasyScann- que trabaja examinando la totalidad de la superficie bajo análisis a través de inducción electromagnética, lo que permite conocer la variación del suelo en diferentes profundidades.

A partir de esa información, se realiza una ambientación de diferentes potenciales productivos que servirá para poder realizar muestreos de suelos geo-referenciados con el objeto de medir la compactación de suelo, humedad, propiedades químicas de macro y micronutrientes.

Luego, las muestras se llevan al laboratorio de la firma donde se les realiza un análisis de fertilidad completo. Los resultados ayudarán a entender cuáles son los factores que alteran los

⁴ Ampliar en <https://climatefieldview.com.ar>

⁵ Ampliar en <https://easyagro.com.ar>

ambientes y permitirán representar cada nutriente en el lote. De esta manera, se podrá conocer las deficiencias, limitantes y calidad que hay en el lote, realizar las labranzas y correcciones que el suelo demanden y se estará en posición de realizar recomendaciones agronómicas en sitios específicos.

Estos presupuestos se presentan como alternativas, se recomienda a los administradores analizar las distintas opciones de mercado (Anexo A).

Complementando la adquisición de los recursos que actuarán de soporte en la propuesta, se deberá gestionar la contratación de los distintos servicios agrícolas. En este caso se contactó tanto a la Federación Argentina de Contratistas de Maquinarias Agrícolas (FACMA) como a la Asociación de Trilladores de la Provincia de Córdoba (ATCPC) en busca de precios orientativos respecto a servicios especializados en agricultura de precisión. Dichas entidades no contemplan las tecnologías de AP dentro de su marco regulatorio y aseguran que los precios de estos servicios adicionales normalmente se pactan entre partes. Al no poder contar con precisiones se decidió evitar incorporar estos adicionales al presupuesto económico del proyecto para evitar distorsiones en los resultados.

Como se fue especificando, los contratistas deberán contar con paquetes tecnológicos acordes a las expectativas productivas de la empresa.

- Sembradora: Entre otras funciones, provista de monitor de siembra, corte por secciones, dosificador variable de semillas y fertilizantes.
- Pulverizadora: Entre otras funciones, capaz de realizar el control de la pulverización, corte por secciones, dosis variable, mapas de aplicación y gerenciamiento de datos.
- Cosechadora: Entre otras funciones, equipada con sensores, funciones de mapeo y habilitada para la descarga de datos a múltiples plataformas.

Para la preparación y evaluación del proyecto será necesario desarrollar un flujo de caja que permita determinar cuáles serán los flujos de efectivo futuros. Mediante los criterios del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), se corroborará la viabilidad financiera de la adopción de esta nueva tecnología. Paralelamente, con el criterio de Período de Recuperación de la Inversión (PRI), se estimará el plazo de tiempo en el cual se recuperará el costo o inversión inicial (Anexo B).

En una segunda fase de *Diseño*, se preparará en conjunto con el asesor externo (Ing. Agr.) y la empresa de servicios de caracterización de suelos, un anteproyecto de sistema AP para la organización. El mismo deberá incluir los siguientes puntos:

- Estimación de subzonas sujetas a manejo sitio-específico. Identificación de zonas variables que pueden ser administradas mediante AP (ej. dosis de insumos, densidad de siembra, etc.) en función de la información generada por las herramientas de la consultora contratada, mapas de rendimiento de campañas anteriores, tipos de suelo obtenidos de cartas publicadas, análisis de suelo, relevamientos topográficos, fotos aéreas o satelitales, ensayos a campo, etc.
- Muestreos dirigidos. Este tipo de muestreo es sumamente representativo ya que es dirigido a puntos georreferenciados con anterioridad. Entrega información muy valiosa para la adopción de los sistemas de agricultura por sitio específico.
- Análisis de información correspondiente a cada subzona, y obtención de dosis óptima económica.
- Calibración del software agrícola según prescripciones.

La *Planificación* se realizará sobre la base del anteproyecto, en esta se definen las siguientes tareas:

- Determinar en conjunto con el asesor externo (Ing. Agr.) el plan de trabajo. Se definirán, siguiendo los esquemas de rotación, la cantidad de hectáreas a trabajar, los lotes destinados a cada cultivar, las variedades de semillas, fechas óptimas de implantación, etc.
- Adquisición de insumos. De acuerdo al esquema de trabajo se realizará la compra de semillas, inoculantes, fertilizantes, agroquímicos y demás insumos necesarios para llevar adelante la campaña.

La etapa de *Implementación* se basará en ejecutar y controlar cada una de las tareas previstas para la campaña, tomando acciones de corrección según lo requiera (calidad de tareas, cumplimiento de objetivos, presupuesto, plazos, etc.). El seguimiento de los servicios será realizado tanto por el encargado como por el asesor externo, acordando con los prestadores las fechas óptimas para la realización de labores.

Tanto en labor de siembra, pulverización o cosecha, se deberá poner énfasis en la calibración de las maquinarias. Sólo así se garantizará un buen desempeño de la actividad según

las prescripciones realizadas. Otro punto clave es alistar los sistemas de transferencia y recolección de información, ya que asegurar una buena calidad y cantidad de datos operativos y productivos permitirá ajustar el modelo y tomar decisiones de gestión.

La *Retroalimentación* supone la adopción de las técnicas de agricultura de precisión como parte de la operación normal de la explotación agrícola, y los datos recabados, el punto de partida para la preparación de una nueva campaña.

Tabla 3

Diagrama de Gantt

Etapas	Actividades	jun-22				jul-22				ago-22				sep-22				oct-22				nov-22				dic-22				ene-23				feb-23				mar-23				abr-23				may-23				jun-23				jul-23			
		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	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
Contratación	Análisis de alternativas en software agrícola	■	■	■	■																																																				
	Contratación de software agrícola	■	■	■	■																																																				
	Capacitación de personal	■	■	■	■																																																				
	Contratación de servicios agrícolas especializados					■	■	■	■																																																
	Acuerdo fechas de labor									■	■	■	■	■	■	■	■					■	■	■	■	■	■	■	■																												
Diseño / Retroalimentación	Recopilación de datos					■	■	■	■																																																
	Análisis de datos																																																								
	Caracterización de subzonas de manejo					■	■	■	■																																																
	Estudio de subzonas de manejo					■	■	■	■																																																
	Prescripción de manejo de diferenciado									■	■	■	■																																												
	Calibración de software agrícola																																																								
Planificación	Determinación de esquema de trabajo									■	■	■	■																																												
	Adquisición de insumos									■	■	■	■	■	■	■	■																																								
Implementación	Calibración sembradora																																																								
	Siembra									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																				
	Calibración pulverizador																					■	■	■	■	■	■	■	■																												
	Aplicaciones																					■	■	■	■	■	■	■	■																												
	Calibración cosechadora																																																								
	Cosecha																																																								

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación

Durante el transcurso de la propuesta se deberá seguir el desempeño de la organización. Una herramienta que cubre la necesidad de medición y control es el Cuadro de Mando Integral (CMI) o *Balanced Scorecard (BSC)*, (Tabla 4). La utilidad del cuadro reside en la supervisión del ejercicio a través de indicadores claves, estos advertirán la consecución o no de los objetivos trazados para las distintas áreas de la empresa.

Tabla 4

Cuadro de Mando Integral (CMI)

Perspectiva	Objetivo estratégico	Indicador		Fórmula	Unidad	Actualización
Financiera	Aumentar márgenes	Margen bruto agrícola/ha.		\sum Margen bruto por cultivo/has.	Usd/ha.	Anual
	Optimizar costos	Costos de producción/ha.		\sum Costos de producción por cultivo/has.	Usd/ha.	Anual
	Aumentar Ingresos	Ingreso neto/ha.		Total ingreso neto cultivos/has.	Usd/ha.	Anual
	Reducir el riesgo	Productivo	Seguro agrícola	(n° de has. aseguradas/n° de has. totales) * 100	%	Anual
			Diversificación de cultivos	N° de cultivos/año	N°	Anual
			Comercial	Contratos de cobertura de precios	N° de contratos/año	N°
Clientes	Producir granos de calidad	Soja	Humedad	Según humidímetro	%	Por venta realizada
			Factor 100	Según normas comerciales		
			Mermas	Según evaluación de lote		
		Maíz	Humedad	Según humidímetro	%	Por venta realizada
			Factor 100	Según normas comerciales		
			Mermas	Según evaluación de lote		
Interna	Producir eficientemente	Relación sup. cosechada vs. sup. sembrada		(sup. cosechada/sup. sembrada) * 100	%	Semestral
		Producción de granos		Tn. Cosechadas/has. efectivas sembradas	Tn./ha.	Anual

Aprendizaje y crecimiento	Capacitación	Gasto anual en capacitación	Gasto anual en capacitación/n° de participantes	Usd	Anual
		Horas anuales de capacitación	Horas/participantes	N° de horas	Anual
	Contar con asesoramiento profesional	Horas anuales de asesoramiento técnico-profesional	N° de horas anuales de asesoramiento recibido	N° de horas	Anual
	Gestionar la información	Disponibilidad de datos	Escasa / Moderada / Abundante	Escala	Anual
		Utilización de software de gestión			
Sustentabilidad Ambiental	Manejo sustentable del factor tierra	Porcentaje de materia orgánica	% Materia orgánica	%	Anual
		Balance de nutrientes	Aporte de nutrientes/ Extracción de nutrientes	Coef.	Anual
		Rotaciones	Sí/No	Escala	Anual

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla cumple una función ilustrativa, un formato de Excel sería funcional al ejercicio. En esa condición se podrá adicionar una columna de “meta prevista” y otra de “resultado real”, que será la que complete el responsable de llevar adelante el control. También se adicionará una tercera columna, al final, que sea testigo de la evolución de estos factores críticos.

La función es contrastar los valores reales obtenidos por la empresa (“resultado real”), con los parámetros de referencia previamente definidos (“meta prevista”). Se puede implementar un sistema de “semáforo” que arroje señales de normalidad, alerta y peligro mediante colores.

Este sistema implica que, si el valor real cumple con los parámetros definidos, el testigo de la última columna será color verde, indicando que se va por buen camino hacia la consecución del objetivo. Un color amarillo, indicará una situación en la que debemos poner atención para que no pase a un estado crítico y corregir para que progrese a un color verde. En cuanto un indicador esté en color rojo, significa que no cumplimos con la meta prevista y estamos en una situación de riesgo para la empresa.

El CMI debe ser dinámico, por lo que se recomienda una actualización frecuente. Con una continua revisión se podrán incorporar o suprimir indicadores de manera que la información percibida sea cada vez más precisa y útil a la hora de tomar decisiones. (Martín, J. M., 2019).

Conclusión

A lo largo de este trabajo se ha argumentado la importancia de estar preparados ante el advenimiento de un nuevo paradigma en la agricultura. Las demandas futuras de alimento a nivel mundial efectivamente requieren de creatividad, innovación y un esquema colaborativo para elevar la escala de producción y disminuir el impacto ambiental.

A nivel organizacional, pensar rentabilidad y sustentabilidad de manera complementaria será entender de que va la agricultura moderna. La necesidad de ser sustentable no es una amenaza sino una oportunidad de establecerse en el rubro. Hoy todo es medible, y si queremos mejorar nuestros procesos, debemos comenzar a hacerlo. Por lo que es imprescindible redireccionar el perfil productivo en torno a este nuevo contexto.

El plan diseñado deberá ser adoptado gradualmente de acuerdo al nivel tecnológico alcanzado, siendo el manejo de dosis variables de insumos y el uso de piloto automático objetivos alcanzables en el corto plazo. La generalidad de los casos habla de un aprovechamiento en el uso de la tierra en concepto de uso de piloto automático e importantes beneficios en el uso de insumos mediante tecnologías de aplicación de tasa variable (VRT), sean estos por una reducción en el uso de los mismos o por un aumento de producción y/o de la calidad fruto de una redistribución eficiente. Este enfoque también trae aparejados impactos positivos difíciles de cuantificar como el producido sobre el medio ambiente, aquel relacionado a la logística y la eficiencia operacional y el valor social otorgado al trabajo de los agricultores, entre otros.

Entre las barreras que existen de cara a la implementación del nuevo sistema de gestión, está la compatibilidad de la maquinaria, las habilidades del personal en el manejo de sistemas y la resistencia al cambio, entendida esta última tanto como la voluntad de los propietarios de invertir en capital humano como de la aceptación de la capacitación y los servicios de asesoría necesarios para adaptar las soluciones al campo.

Cualesquiera sean las técnicas adoptadas, es crucial asegurarse de que sean viables, confiables y rentables. La correcta implementación de estas tecnologías puede ayudar a los agricultores a tomar decisiones más informadas. Su objetivo será aumentar la productividad de los cultivos a través de un uso más eficiente de los recursos, para asegurar la sustentabilidad y minimizar los riesgos ambientales. De eso trata la agricultura de precisión.

Recomendaciones

Informes útiles, en tiempo y forma, marcarán la diferencia en el corto plazo en lo que respecta a la mejora en la eficiencia de trabajo. Por ello, en adelante, se deberá poner énfasis en la organización y presentación de los datos obtenidos de manera que se genere información valiosa para la gestión.

En el área productiva, de mediar buenos resultados y conformidad en los procesos, se recomienda replicar el esquema en los cultivos de maní y trigo. De esta manera, se estará trabajando bajo un único sistema de producción, íntegramente sustentable.

También puede ser conveniente un enfoque colaborativo. El productor argentino tiene a su disposición el Proyecto Agricultura de Precisión de INTA, el Movimiento CREA, además de asesores de numerosas empresas del mercado para buscar información sobre las distintas tecnologías y experiencias evaluadas. Es fundamental ser abiertos y encontrar las formas adecuadas para generar un sistema que le agregue valor a la producción.

Por último, sería preciso considerar los servicios de un asesor externo para realizar la medición de los impactos ambientales en la organización.

Referencias

Libros, Artículos, Archivos PDF

- Andrade, F. (2016). *Los desafíos de la agricultura*. Acassuso: International Plant Nutrition Institute. INTA Balcarce - Facultad de Ciencias Agrarias UNMP - CONICET.
- Andrade, F., ... [et al.]; Compilado por Andrade, F. (2017). *Los desafíos de la agricultura argentina*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Bongiovanni, R., Chartuni Mantovani, E., Best, S. y Roel, A. (2006). *Agricultura de precisión: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable*. Montevideo: PROCISUR/IICA.
- Bongiovanni, R. y Lowenberg-DeBoer, J. (2004). En: *Agricultura de precisión: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable*. Montevideo: PROCISUR/IICA, 2006.
- Bonilla, C., Terra, J., Gutiérrez, L. y Roel A. (2015). *Cosechando los beneficios de la agricultura de precisión en un cultivo de arroz en Uruguay*. Agrociencia Uruguay. INIA-ANII. Montevideo, Uruguay.
- Domínguez G., G. Studdert y H. Echeverría. (2005). *Propiedades del suelo: efectos de las prácticas de manejo*. En: Andrade, F. (ed.), *Los desafíos de la agricultura*. Buenos Aires, Argentina.
- Fernández Alsina, C., Basail, J., Caimi, R., Justo, A. y Penna, J. (2000). *Las Pyme Agropecuarias; Una propuesta de caracterización operativa y de acción institucional*. INTA.
- García, E. y Flego, F. (2015). *Agricultura de Precisión*. Ciencia y Tecnología. Facultad de Ingeniería - Universidad de Palermo.
- Hatfield, J. y Sauer, T. (eds.). (2011). *Soil management: building a stable base for agriculture*. Am. Soc. Agron., Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI, USA. En: Andrade, F. (ed.), *Los desafíos de la agricultura*. Buenos Aires, Argentina.
- Hill, C. y Jones, G. (2009). *Administración Estratégica 8va edición*. Publicado por McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- Jaime, S., Andrade, F., Bedmar, F., Borracci, S., Leonardi, C., Martens F., Quargnolo, E., Szczesny, A., Tito, G. y Vigna, M. INTA. (2013). *Criterios para la gestión de uso de los*

- agroquímicos con un marco de ordenamiento territorial*. Cerbas, Balcarce. En: Andrade, F. (ed.), *Los desafíos de la agricultura*. Buenos Aires, Argentina.
- Leonardi, C., Adlercreutz, E., Andrade, F., Aparicio, V., Bedmar, F., Camadro, E., Carmona, D.; Elverdin, J., Guido, S., Huarte, D., Krüger, H., Maceira, N., Manchado, J., Manzoni, M., Studdert, G., Szczesny, A., Tito, G., Viglianchino, L. y Villagra C. (2015). *Coloquio sobre sustentabilidad. Hacia una agricultura sustentable situada en el territorio*. INTA.
 - Marote, M. (2010). *Agricultura de Precisión*. Ciencia y Tecnología. Facultad de Ingeniería, Universidad de Palermo. Buenos Aires, Argentina.
 - Martín, J. M. (2019). *¿Qué es y para qué sirve un cuadro de mando integral o balanced scorecard?*. Universidad Internacional de La Rioja, UNIR. Logroño, España.
 - Navas Gracia, L. M., González Herrero, F., Gómez Gil, J., Ruiz Ruiz, G., Barreiro Elorza, P., Andújar Sánchez, D., Diezma Iglesias, B., Báguena Isiegas, E., Garrido Izard, M., coordinados por Valero Ubierna, C. (2010). *Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura*. IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid, España.
 - Ortega, R., Pérez, C., Flores, L., Díaz, K., Claret, M. (1999). *Introducción al manejo Sitio-Específico*. INIA Quilamapu - Cargill Chile. Chillán, Chile.
 - Satorra, A., Martínez Casasnovas, J., Escolà, J. A., Alexandre, A. (2018). *¿Es rentable la Agricultura de Precisión?*. New Ag International. Madrid, España.
 - Satorre, E. (2005). *Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual*. Facultad de Agronomía, UBA. Buenos Aires, Argentina.

Páginas Web

- Rastrosgis. (2019). *La importancia de la Agricultura de Precisión*. <http://www.rastrosgis.com/es/la-importancia-de-la-agricultura-de-precision/>

Seminarios, Congresos, Simposios o Conferencias

- García, M. (2016). *La Agricultura de Precisión tiene potencial para transformar el agro* [Discurso principal]. Seminario organizado por el Instituto Interamericano de

Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica.

<https://www.iica.int/es/prensa/noticias/la-agricultura-de-precisi%C3%B3n-tiene-potencial-para-transformar-el-agro>

- Satorre, E. (2004). *Marco conceptual de la sostenibilidad*. Seminario: Sustentabilidad de la producción agrícola. Bs As. JICA-INTA.

Material Universitario

- Hammer, M. y Champy, J. (2003). Harpers Buisnes Book. En Stabio, M. (comp.), *Negocios con Producciones Alternativas; Oportunidades de Negocios*. Universidad Empresarial Siglo 21.

Revistas

- Chiara, G. (2018). *Ser o no ser sostenible; un enfoque integral del negocio agrícola*. La sostenibilidad es un buen negocio. Revista CREA N° 455, pág. 36-38.

Anexo A

- **FieldView:**

Se puede comenzar a operar con el servicio al contratar la Licencia FieldView. Para los propósitos de la propuesta, entre los planes ofrecidos, sería conveniente el denominado Plan Plus (Tabla A1). A su vez, para monitorear en tiempo real las operaciones, es necesario obtener el dispositivo FieldView Drive. En caso de no contar con soporte para el software (notebook, tablet, smartphone, etc.) la empresa ofrece el Combo Cabina, el mismo contiene un FieldView Drive, Apple iPad de 128GB 5ta generación, funda y kit de soporte para este último.

En cualquiera de los casos la empresa proveedora capacita a los clientes en el uso del sistema, punto más que importante de cara a la implementación. En caso de necesitar asistencia se consignan videollamadas o visitas a campo. De la misma manera, al adquirir hardware, se asigna la visita de un técnico para la instalación.

Tabla A1

Presupuesto FieldView

Presupuesto FieldView		
Licencia Plan Plus	399 usd/año	399 usd/año
FieldView Drive	259 usd/unidad	-
Combo Cabina (FieldView Drive + Apple iPad)	-	1049 usd
Total	658 usd	1448 usd

Fuente: Elaboración propia.

- **EasyAgro:**

La firma cuenta con variedad de alternativas en su servicio, la opción más adecuada se discutirá con el asesor externo (Ing. Agr.), (Tabla A2). Lo que no varía es la presencia de la EasyApp, una aplicación de la empresa que permite al usuario disponer en tiempo real de toda la información generada. Ofrece la posibilidad de navegar en tiempo real sobre las diferentes capas, así como disponer de imágenes de Índice Verde (NDVI) de los lotes en forma semanal.

Tabla A2*Presupuesto EasyAgro*

Presupuesto EasyAgro			
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Mapas	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de Inducción Electro Magnética (IEM) del suelo en 4 capas diferentes hasta 1.10 m de profundidad. • Mapa de volumen de agua almacenada en el perfil hasta 1.10 m de profundidad. • Mapa de compactación. • Mapa de altimetría. • Mapa de zona de muestreo de suelo, georreferenciados. • Muestreo georreferenciado: Muestreo del lote según resultados obtenidos por los mapas de IEM. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de Inducción Electro Magnética (IEM) del suelo en 4 capas diferentes hasta 1.10 m de profundidad. • Mapa de volumen de agua almacenada en el perfil hasta 1.10 m de profundidad. • Mapa de compactación. • Mapa de altimetría. • Mapa de zona de muestreo de suelo, georreferenciados. • Muestreo georreferenciado: Muestreo del lote según resultados obtenidos por los mapas de IEM. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de Inducción Electro Magnética (IEM) del suelo en 4 capas diferentes hasta 1.10 m de profundidad. • Mapa de volumen de agua almacenada en el perfil hasta 1.10 m de profundidad. • Mapa de compactación. • Mapa de altimetría. • Mapa de zona de muestreo de suelo, georreferenciados. • Muestreo georreferenciado: Muestreo del lote según resultados obtenidos por los mapas de IEM.
Muestreo	Cada 7 has.	Cada 14 has.	Por ambientes determinado
Análisis Químico	pH, Ce, Mo y P. Además, muestra compuesta por ambientes para los parámetros N-NO ₃ , S-SO ₄ , Ca, Mg, Na, K, PSI, CIC Zinc - Boro. (micronutrientes)	pH, Ce, Mo y P. Además, muestra compuesta por ambientes para los parámetros N-NO ₃ , S-SO ₄ , Ca, Mg, Na, K, PSI, CIC Zinc -Boro. (micronutrientes)	pH, Ce, Mo, P, N, y S. Además, muestra compuesta por ambientes para los parámetros Zinc -Boro. (micronutrientes)
Análisis Físico	Agua y Penetrometría	Agua y Penetrometría	Agua y Penetrometría
Otros	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de nutriente: Distribución de cada nutriente en el lote, lo que permite ver y ajustar las dosificaciones según ambientes específicos. • Prescripción de dosis variable según criterio agronómico para las próximas 4 campañas (maíz, soja, fertilización y/o re fertilización). • Prescripción (en caso de ser necesaria) para realizar labores de descompactación, ya sea en forma variable o cuadriculando el lote. • Procesamiento de mapa de rendimiento. • Entrega de los informes y recomendaciones mediante video conferencia, en formato papel y digital. • Toda la información generada es cargada a la plataforma 	<ul style="list-style-type: none"> • Prescripción de dosis variable según criterio agronómico para las próximas 2 campañas (maíz, soja, fertilización y/o re fertilización). • Prescripción (en caso de ser necesaria) para realizar labores de descompactación, ya sea en forma variable o cuadriculando el lote. • Procesamiento de mapa de rendimiento. • Entrega de los informes y recomendaciones mediante video conferencia, en formato papel y digital. • Toda la información generada es cargada a la plataforma 	<ul style="list-style-type: none"> • Prescripción de dosis variable para realizar labores de descompactación, ya sea en forma variable o cuadriculando el lote. • Procesamiento de mapa de rendimiento. • Entrega de los informes y recomendaciones mediante video conferencia, en formato papel y digital. • Toda la información generada es cargada a la plataforma
EasyApp	Sí	Sí	Sí
Precio	40 usd/ha.	34 usd/ha.	25 usd/ha.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo B

Al no disponerse de la información de los flujos futuros, se utilizó un modelo para proyectar los estados financieros y estimarlos (Tabla B1, B2). Como base, se debe saber que se incorporaron los resultados netos históricos (usd/ha.) correspondientes a los dos cultivos involucrados (soja y maíz) como parámetros de proyección.

Tabla B1

Flujo de fondos proyectado

Flujo de fondos proyectado								
Resultados (usd/ha.)								
Histórico				Proyectado		Lineal		
Fecha	Soja	Maíz	Total	Fecha	Total	Tendencia	Crecimiento	Corregido
				1/7/2016	590,3	417,8	-	590,3
				1/7/2017	594,7	421,0	1,01	594,7
1/7/2008	233,3	50,6	283,9	1/7/2018	599,1	424,1	1,01	599,1
1/7/2009	517,4	113,8	631,2	1/7/2019	603,5	427,2	1,01	603,5
1/7/2010	232,1	125,2	357,3	1/7/2020	607,9	430,3	1,01	607,9
1/7/2011	287,7	-50,8	236,9	1/7/2021	612,3	433,4	1,01	612,3
1/7/2012	498,1	98,1	596,2	1/7/2022	616,7	436,5	1,01	616,7
1/7/2013	166,7	213,9	380,6	1/7/2023	621,0	439,6	1,01	621,0
1/7/2014	399,3	-107,5	291,8	1/7/2024	625,4	442,7	1,01	625,4
1/7/2015	338,5	-58,1	280,4	1/7/2025	629,8	445,8	1,01	629,8
1/7/2016	389,3	201	590,3	1/7/2026	634,2	448,9	1,01	634,2

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados históricos corresponden al período 07/08-15/16, con ellos se realizó una estimación en forma lineal utilizando la función “tendencia” de Excel, que es una regresión univariada entre los resultados históricos como variable “y”, la fecha histórica como variable “x” y la fecha de los resultados a proyectar (15/16-25/26) como “nuevo x”. Luego, para corregir los “saltos”, se obtuvo el crecimiento pronosticado por la tendencia y se lo multiplicó por el valor previo. De esta manera se aplacó la diferencia y se mantuvo la misma pendiente de crecimiento.

Para la estimación de las hectáreas futuras se aplicó el mismo modelo de tendencia. Se utilizaron las hectáreas trabajadas históricamente como variable “y”, la fecha histórica como variable “x” y la fecha de los valores a proyectar (15/16-25/26) como “nuevo x”.

Tabla B2*Flujo del proyecto*

Flujo del proyecto						
	Años					
	0	1	2	3	4	5
Inversión Inicial	-23528,00	-	-	-	-	-
Flujo de fondos	-23528,00	510293,6	529706,4	549396,5	569256,3	589339,1
Saldo actualizado	-23528,00	411527,1	344502,1	288151,5	240780,4	201028,1
Saldo actualizado acumulado	-23528,00	387999,1	732501,2	1020652,6	1261433,0	1462461,1

Fuente: Elaboración propia.

Con los resultados se procedió a evaluar el proyecto mediante los criterios VAN, TIR y PRI suponiendo que el mismo se llevará a cabo con fondos propios (Tabla B3). Para ello, se tomaron los flujos proyectados correspondientes al horizonte temporal de análisis (21/22-25/26) y se los multiplicó por las hectáreas que se estimaron para cada campaña. Se adicionó el valor referente a las inversiones iniciales y se sometió los valores a una tasa de descuento de referencia (BNA).

Tabla B3*Datos y resultados*

	Datos				Resultados	
	Software	Servicios de Ambientación		Total	VNA	1485989,1
		usd/ha.	Total has.			
Inversión inicial	1448	40	22080	23528	VAN	1484541,1
Horizonte (años)				5	TIR	2173%
Tasa de referencia BNA				24%	PRI	0,1

Fuente: Elaboración propia.

La evaluación económica del proyecto arroja un VAN positivo, indicando que el proyecto debe ser aceptado para la organización bajo análisis. La TIR es superior al costo de oportunidad del capital, sustentando la decisión anterior. Se estima que se recuperará la inversión (PRI) en el transcurso del primer año.