

**UNIVERSIDAD EMPRESARIAL SIGLO 21**



**Licenciatura en Administración Agraria**

***“Análisis financiero y agronómico de implementación de la dosificación variable en un establecimiento agrícola”***

**Autor: Amillano, Gino**

**Año: 2011**



***Análisis financiero y agronómico de  
implementación de la dosificación variable en un  
establecimiento agrícola***



**Autor: Amillano, Gino**

## **Resumen**

El presente proyecto se focalizó en la importancia que cobraron las herramientas de la agricultura de precisión para solucionar diferentes problemáticas en la producción de granos en la actividad agrícola. Las primordialmente visualizadas, fueron las fuertes sequías atravesadas y la búsqueda en disminuir los costos a bases de un eficiente manejo y racionalización de recursos productivos. Por esto, el principal objetivo fue evaluar la factibilidad agronómica-financiera de la implementación de la dosificación variable en un establecimiento agrícola ganadero ubicado en Reducción, departamento Juárez Celman, provincia de Córdoba.

Para ello, se recopilaron todos los datos necesarios mediante visitas y entrevistas en el establecimiento, como también consultas a diferentes agentes, productores y entidades relacionadas al sector. Sintetizada dicha información en términos agronómicos, productivos y monetarios, se realizó un mapa de ambientación reflejando los diferentes ambientes, caracterizándolos por su composición, estructura y rendimiento. Luego se construyó un flujo de caja para evaluar el proyecto.

En función del comportamiento de las variables pronosticadas, y siguiendo la teoría de los criterios de aceptación o rechazo de un proyecto, la conclusión arribada fue que la inversión debería aceptarse, ya que la incorporación de la herramienta de dosificación variable era muy útil para el establecimiento, proporcionando beneficios financieros, agronómicos y ambientales.



## **Abstract**

The present project focused on the importance that claimed precision farming tools to solve various problems in the grain production in the agricultural activity. The main problems observed were serious drought and search in lower costs in order to become more efficient in the management and rationalization of productive resources. Because of this, the main objective was to evaluate the financial and agronomy feasibility of the implementation of variable dosing in a farm located in Reduction, province of Córdoba.

To this end, were collected all the necessary data through visits and interviews in the establishment, as also queries to different agents, producers and entities related to the sector. Synthesized that information in agronomic, productive and monetary terms was a map of ambience reflecting the different environments, characterized by its composition, yield and structure, and then built a cash flow to evaluate the project.

Depending on the behavior of the predicted variables and following the criteria for acceptance or rejection of a proposed theory, we got to the conclusion that investment should accept, since the incorporation of variable dosing tool was very useful for the establishment, providing economic, environmental and agronomic benefits.



## Índice

Introducción .....	6
Planteamiento del problema y justificación.....	7
Objetivos.....	8
Presentación de la empresa.....	9
Análisis FODA.....	13
Marco Teórico .....	16
Impacto ambiental de la dosificación Variable .....	21
Evolución de las herramientas de la agricultura de precisión.....	23
Herramientas de la agricultura de precisión.....	24
Importancia de la variabilidad y cómo manejarla .....	26
Etapas de la aplicación de la agricultura de precisión.....	32
Dosificación Variable .....	33
Marco Financiero.....	35
Metodología .....	39
Desarrollo .....	41
Modulo Agronómico.....	44
Modulo Financiero .....	59
Conclusión .....	69
Bibliografía .....	71
Anexos.....	73
Anexo 1 “Establecimiento Los Trece .....	74
Anexo 2 “Establecimiento Las Rosas” .....	76
Anexo 3 “Establecimiento San José” .....	78



## **Introducción**

En el marco del Trabajo Final de Graduación de la Licenciatura en Administración Agraria se presenta la siguiente tesis en que se pretende realizar un análisis de conveniencia agronómica y financiera acerca de la implementación de la dosificación variable en el establecimiento agrícola ganadero llamado “San Antonio de los Trece S.A.”

La dosificación variable permite efficientizar el uso de los factores productivos mediante la utilización de equipos y maquinarias fáciles de usar, depositando el insumo, semilla o fertilizante, en el lugar adecuado y la cantidad adecuada, logrando la eficiencia del sistema productivo, optimizando rendimiento y disminuyendo los costos. Cabe destacar que dicha herramienta va en pos de un mejor sistema de producción, focalizándose en un eficiente manejo de las prácticas de producción de cultivos, encaminando las mismas hacia una agricultura sustentable.

## **Planteamiento del problema y justificación**

Ante el crecimiento exponencial de la población mundial como así también de la demanda de alimentos, el mundo se ve inmerso en la problemática de satisfacer la necesidad creciente de alimentos pero con insuficientes recursos; recursos que con el transcurso del tiempo están siendo mal utilizados derivando a una escasez.

Con la introducción de la agricultura de precisión en el año 93, los modelos de producción comenzaron a modificarse y adaptarse a un nuevo paradigma de producción de alimentos, basado en el manejo preciso de insumos y factores de producción que permitieron hoy en día el uso más eficiente de recursos, logrando disminuir la problemática antes mencionada.

Actualmente la agricultura de precisión nos brinda una amplia gama de herramientas que van desde software, equipos y métodos hasta maquinas que nos permiten, entre otras, obtener mayor precisión en la disposición de insumos logrando ser eficientes en el uso de los mismos. La problemática a tratar en este trabajo final recae en lograr mejorar la eficiencia en la utilización de insumos de siembra, ya sea semilla o fertilizante, en un establecimiento agrícola ganadero, utilizando la dosificación variable.

Cabe destacar que dicho establecimiento se encuentra actualmente superando una fase de decaimiento provocada por la escasez de lluvia, la volatilidad de los mercados y por los altos precios de los insumos agropecuarios, resumido en malas cosechas. Es por ello que se opta por la dosificación variable como una herramienta primordial para afrontar tal problemática con el fin de reducir costos y maximizar la producción, de modo de garantizar el uso del insumo de manera y en cantidad adecuada. Actualmente; son utilizados de manera uniforme y no se focalizan en lo que verdaderamente cada sitio del lote precisa, dejando de lado la eficiencia productiva.

### **Objetivo General**

- Analizar y evaluar la factibilidad financiera y agronómica de la implementación de un paquete tecnológico basado en herramientas de la agricultura de precisión, que le permitan al productor lograr la eficiencia en los procesos y tomar mejores decisiones.

### **Objetivos Específicos**

- Plantear la incorporación de las nuevas herramientas de la agricultura de precisión en cada fase del proceso productivo (siembra, pulverización y cosecha) a un establecimiento agrícola situado en la localidad de Reducción, departamento Juárez Celman.
- Analizar el uso de insumos agropecuarios en forma precisa durante la siembra para impactar en la disminución de costos y favorecer al uso racional de los insumos agrícolas, incluso en épocas desfavorables.
- Proponer el desarrollo de una agricultura sustentable, basado en prácticas agrícolas amigables al medio ambiente, disminuyendo la contaminación de los suelos.



## **Presentación de la empresa**

San Antonio de los 13 es una empresa agropecuaria familiar de origen Francés, instalada en la Argentina desde 1950, situada en pleno centro geográfico del país. Desde estos años se encuentra produciendo desde las pampas hacia el mundo, abasteciendo de granos, cereales, carnes y alimentos. San Antonio de los 13 posee bajo explotación, además de las tierras que arrienda, tres estancias propias ubicadas en plena zona central de la Argentina, a 15 km de reducción y 65 Km de Río Cuarto, provincia de Córdoba, ellas son:

- Establecimiento “Los Trece”
- Establecimiento “Las Rosas”
- Establecimiento “ San José”

En lo que respecta a la estancia “Los Trece”, la misma posee una extensión de 2373,53 hectáreas de las cuales 1904 hectáreas son laborables. En dicho establecimiento se lleva a cabo la producción de cereales, principalmente maíz y trigo y oleaginosas tomando mayor preponderancia la soja. En cuanto a ganadería, San Antonio de Los Trece posee un plantel de 1647 animales de raza Charolais, de los cuales 668 son vacas, 472 terneros, 137 toros, 101 novillos y 269 vaquillonas, de muy buen prestigio y excelente pedigree que atesoran los mejores reconocimientos por autoridades e instituciones agrícola-ganaderas. Por último las actividades de gestión y administración de la firma son realizadas en la dicha estancia. (Ver anexo 1)

Establecimiento “Las Rosas” cuenta con una superficie total de 1540 hectáreas de las cuales 1468 hectáreas son laborables, en las mismas se encuentran bajo producción los cultivos de garbanzo, en invierno, y soja y maíz en verano, de las cuales en parte se utiliza riego complementario para complementar las exigencias de los cultivos. (Ver anexo 2)

Por último, el Establecimiento San José cuenta con una extensión de 883 hectáreas de las cuales 838 hectáreas se encuentran bajo producción de los cultivos de maní, maíz pisingallo y soja en periodos estivales y trigo, principalmente, en épocas invernales. (Ver anexo 3)

Cabe destacar que la empresa se focaliza en la producción de cultivos estivales (soja, maíz, maní), es por ello que destina la mayor parte de su superficie al desarrollo de dichos cultivos, sin embargo, San Antonio de Los Trece no niega los beneficios concernientes a la rotación de cultivos, por lo cual alterna los diferentes cultivos con gramíneas anuales de buen aporte de carbono tales como el trigo, logrando de esta manera enfocarse hacia una agricultura sustentable.

En el plano de la ciencia de la administración y dirección, San Antonio de Los Trece cuenta con cinco unidades estratégicas de negocio que complementan la explotación agropecuaria. Basadas en el principio de diversificar el riesgo e incrementar el valor agregado, la firma propuso la creación de las siguientes unidades estratégicas de negocios (UEN):



- **Reliance Export:** Reliance fue creada en el año 2000 como una compañía agrícola de exportación para establecer el vínculo comercial entre Estancia “los 13” y sus clientes. Reliance comercia y exporta productos (maní alto oleico, maíz pisingallo, garbanzos) originados en sus propios campos, ofreciendo la garantía de trazabilidad requerida por sus clientes, entre ellos, países de la unión europea.



- **Cabaña Mendikoa:** Cabaña ganadera con más de 1000 animales de raza blonde d'aquitaine, raza de origen Francés. Desde sus inicios utiliza semen de origen canadiense para mejorar las características originales de la raza, en cuanto a rusticidad, facilidad al parto y longevidad. Dentro de los principales productos se encuentran semen congelado, vaquillonas, embriones y toros puros controlados y de pedigree.



- **Cabaña La Roselina:** Cabaña ganadera que se dedica desde hace más de cuarenta años a la crianza de reproductores de raza Charolais. Entre sus principales productos se encuentra el semen congelado, embriones y toros de puros y pedigree para reproducción.



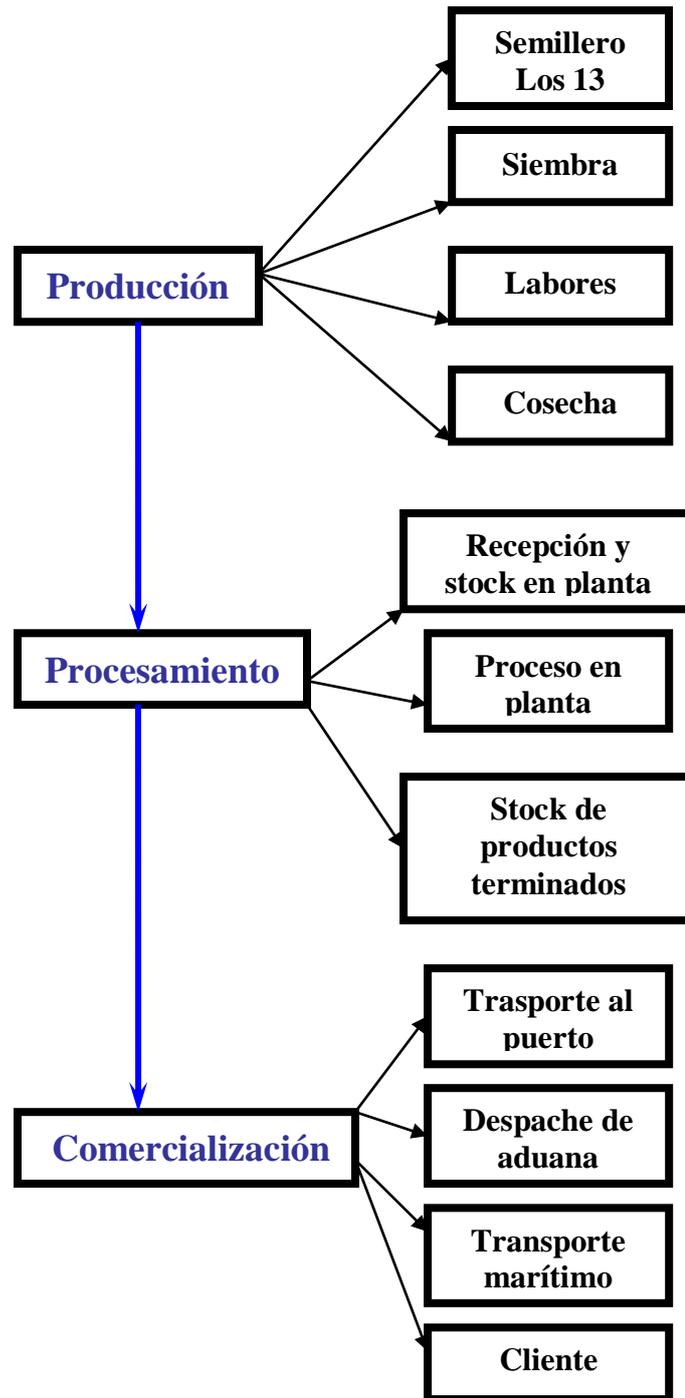
- **Semillero “Los 13”:** Semillero “Los 13” se encuentra produciendo desde los 80 semillas de maní Runner en colaboración con el criadero “el Carmen”, esta asociación le permite optimizar los rindes, garantizar a los productores una alta pureza para sus semillas y dar mayor seguridad de no contaminación ya que los Semillero “Los 13” produce dos variedades: maní tegua y maní alto oleico ambos de 1era y 2da multiplicación.



- **Agribusiness Consulting:** con más de 40 años de experiencia en el sector agrícola ganadero en Argentina y un equipo de trabajo de profesionales franco-argentinos, el grupo empresario desarrolla una actividad de consejo en inversiones en agro negocios en Argentina. El grupo asesora especialmente en: compra de campos para inversores europeos en la Argentina, consultoría en implantación local de filiales de empresas extranjeras del sector de agro negocios, servicios de Management de estancias y otros emprendimientos agrícolas, fondos anuales de inversión (participación en fideicomisos, pools de siembra, etc.)

De esta manera, San Antonio de Los 13 participa en cada etapa de la cadena agroalimentaria, desde la producción, procesamiento hasta la comercialización, realizando integraciones verticales que le permiten logra una reducción de los costos de transacción, ya que se evitan las transacciones

comerciales con otras empresas, se asegura de la oferta de un insumo fundamental.



## **Análisis FODA**

Es un método de análisis de la organización tanto en su aspecto interno, debilidades y fortalezas, como externo, oportunidades y amenazas que permite conformar un cuadro de la situación actual de la empresa u organización, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permita en función de ello tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas establecidos.

### **Fortalezas**

- Posee un adecuado plan de producción agrícola, en lo que respecta a siembra, aprovisionamiento de insumos y logística.
- Coordinación de la cadena de valor, agregando valor a lo largo de la misma a través de las diferentes unidades estratégicas de negocios que participan en cada etapa de la misma.
- Adecuada programación de las actividades de siembra y laboreo.
- Planificación de siembra. Se planifica y estudia con antelación los materiales a utilizar en cada lote como también los labores a realizar.
- Campos con excelente aptitud agrícola gracias a un adecuado manejo durante años basado en rotación de cultivos, aumentando la relación C/N.
- Equipos y materiales de alta tecnología.
- Unidades estratégicas de negocio que diversifican el riesgo. El conjunto de unidades estratégicas de negocios de la firma permite diversificar los riesgos provenientes de cambios climáticos, políticas agropecuarias o volatilización de los mercados.
- Posee una amplia trayectoria lo cual le permite contar con vasta experiencia en el rubro, proporcionando confianza y conocimiento en su campo de acción.

### **Oportunidades**

- Aprovechar los nichos de mercado con productos no tradicionales tales como garbanzo y maíz pisingallo, innovando y siendo líderes en el mercado.
- Llenar el espacio del mercado perdido por productores y chacareros por causa de malas cosechas. Como consecuencia de la irregularidad de lluvias causando un preponderante déficit hídrico, la volatilización de los mercados y el aumento de los principales insumos agrícolas, varios productores tuvieron que reducir su área de producción, focalizándose en subsistir y lograr permanecer en el mercado.
- Posibilidad de hacer Trading pisingallo.
- Aumentar la exportación.
- Incrementar la producción y ser eficiente en la utilización de recursos, a través de la implementación de nuevas prácticas de producción proveniente de la agricultura de precisión.
- Disminuir costos, reducir el uso de insumos, lograr una agricultura sustentable; focalizándose en el uso racional de los agroquímicos siendo cada practica amigable con el medio ambiente.

### **Debilidades**

- Poca experiencia en la exportación. Si bien es una firma ya asentada en su actividad posee escasa experiencia en la exportación derivando en negocios con dificultades y de baja rentabilidad.
- Tercerización de las actividades de monitoreo de cultivos. Los seguimientos de cultivos son llevados a cabo por terceros, se contrata una empresa para desempeñar tal actividad, respetando sus decisiones en cuanto a dosis y productos a utilizar. Las visitas son quincenales pudiendo dentro de estos días presentarse un foco de ataque o infección en el cultivo.
- Escasa capacitación del personal en software administrativo y en sistemas de información geográfica. Hay tecnología de punta en el

establecimiento que no es aprovechada y ni explotada en su totalidad, pudiendo tomar mejores decisiones si se capacita al personal.

- Poco conocimiento del personal administrativo de las actividades llevadas a campo. No se realizan visitas a los lotes, ni reuniones semanales sobre las tareas y labores desarrolladas en el establecimiento.
- Escasa aplicación y conocimiento de herramientas de agricultura de precisión.

### **Amenazas**

- Incertidumbre de políticas agropecuarias.
- Riesgo climático, que comprende escases de lluvias, vientos y granizo.
- Volatilidad de los mercados. Altibajos en el precio de la materia prima
- Devaluación del peso argentino, que encarece productos importados. La mayoría de los insumos agropecuarios son establecidos en precio dólar.

## Marco Teórico

La Agricultura de Precisión es un conjunto de actividades que incluyen la recolección y análisis de datos, lo que permite tomar decisiones económicas y ambientales apropiadas para la producción de cultivos. Es una tecnología de información basada en el posicionamiento satelital; consiste en obtener datos geo referenciados de los lotes para un mejor conocimiento de la variabilidad de rendimiento expresada por los cultivos en los diferentes sitios del mismo<sup>1</sup>. Estos sitios pueden presentar distintos tipos de variabilidad: por topográfica, por génesis de suelo, por distinto tipo de manejo, etc. Mientras más diferencias de potenciales de rendimiento tengan esos sitios, existe mayor posibilidad que la aplicación variable de insumos (fertilizantes, semillas, agroquímicos, etc.) obtenga éxitos en los resultados buscados.

La agricultura de precisión no consiste solamente en medir la variabilidad existente en el área, sino también en la adopción de prácticas administrativas que se realizan en función de esa variabilidad. La observación de la existencia de variabilidad en las propiedades o factores determinantes de la producción en los agro ecosistemas no es una novedad<sup>2</sup>.

Lo que es diferente, en realidad, es la posibilidad de identificar, cuantificar y mapear esa variabilidad. Más aun, es posible geo referenciar y aplicar los insumos con dosis variables en puntos o áreas de coordenadas geográficas conocidas.

Las empresas y los agentes involucrados en el desarrollo y adopción de las prácticas de agricultura de precisión suelen dividir este conjunto de tecnologías en tres etapas diferentes:

- 1) Recolección de datos.
- 2) Procesamiento e interpretación de la información.
- 3) Aplicación de insumos.

En base a esto, se establece un ciclo de prácticas agrícolas focalizado en reemplazar la aplicación o recomendación habitual de insumos de manera

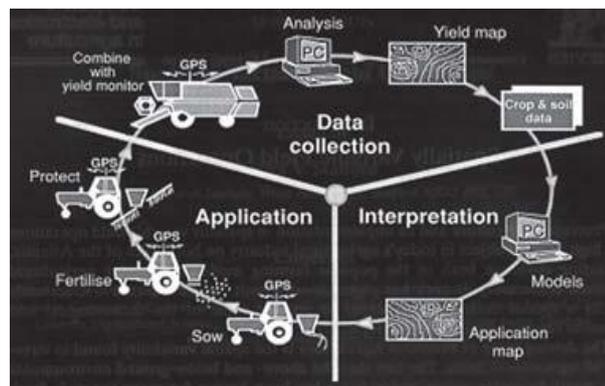
---

<sup>1</sup> Bragachini, Mario; Méndez, Andrés; Scaramuzza, Fernando. (2009). Proyecto Agricultura de Precisión. Extraído el día 8 del mes de Agosto desde [www.agriculturadeprecision.org/](http://www.agriculturadeprecision.org/)

<sup>2</sup> Trimble Precisión Ag Product Brochure. Extraído el día 21 de septiembre desde <http://www.trimble.com/agriculture.shtml>

uniforme en base a valores promedio, como ocurre en la agricultura tradicional, por una más precisa, con manejo localizado, considerando las variaciones del rendimiento en todo el lote. Es una optimización del uso de los recursos (semilla, fertilizante y agroquímicos) porque deposita en el suelo la cantidad de semilla que cada lugar soporta, la cantidad de nutrientes requerida, y además el control de malezas, plagas y enfermedades se hace solamente en los puntos que demanden tal control.

### Etapas de la agricultura de precisión



**Figura 1.1:** Las tres etapas de la Agricultura de Precisión<sup>3</sup>

Actualmente existen empresas en Argentina que basadas en el equipamiento que unos años atrás, de los cuales se importaban desde otros países como EE.UU., que ya han comenzado a desarrollar monitores, controladores y actuadores e inclusive algunos programas para el manejo de esos datos geo referenciados que fueron haciendo más simple, y más económica la adquisición de algunos de estos productos. Ejemplo de estas empresas han sido Verión/Agrometal, D&E SA, OleoHidráulica Dirocco, Yomel, Abelardo Cuffia todos en dosis variable ya sea en semilla y/o fertilizantes. También en otros rubros como lo son registradores, monitores de siembra, banderilleros hubo desarrollos nacionales de las empresas D&E SA, Landtech, Agrometal, ERCA, Sylcomp, Abelardo Cuffia, Plantium, Fushiva, Atenti, entre otros.

“En este momento en el mercado hay desarrollos nacionales que pueden realizar 3 cambios independientemente como ser en sembradoras que tengan posibilidad de doble fertilización. Los cambios serían variar el fertilizante en la

<sup>3</sup> Etapas de la agricultura de precisión. (s.f). Extraído el día 21 de septiembre desde <http://www.fieldstar.com/agco/FieldStar/FieldStarUK/System/DataCollection.htm>

línea, al costado (fertilización doble) y la densidad de siembra simultáneamente e independientemente<sup>4</sup>.

En la primera etapa de introducción a la Agricultura de Precisión en EEUU, allá por los años 1991-1993 se diseñó un esquema de utilización de las herramientas posicionadas por DGPS que terminaba indefectiblemente en una aplicación de insumos en forma variable (VRT) con DGPS como única alternativa que disponía el productor para recuperar la inversión.

En la actualidad se sabe un poco más acerca del aprovechamiento agronómico de los datos de rendimiento grabados espacialmente, conocidos como mapas de rendimiento. Anteriormente se decía que el comienzo de la Agricultura de Precisión partía del análisis de los primeros mapas de rendimiento logrados, luego de años de trabajo, evolución y experiencia se sabe que la variabilidad expresada en el rendimiento de un cultivo en forma espacial depende de una diversidad de factores y que su análisis e interpretación es una tarea compleja, resultando muy difícil extraer conclusiones directas para un manejo sitio específico de insumos.<sup>5</sup>

Actualmente se sigue avanzando en los conocimientos agronómicos, en la puesta a punto de las herramientas de cosecha de datos geo referenciados, en el diseño de los ensayos, en el desarrollo de nuevas herramientas como los sensores remotos de tiempo real, la percepción remota que aportará importantes adelantos tecnológicos en cuanto a imágenes digitalizadas geo referenciadas, también y por otro camino paralelo se están mejorando la precisión, facilidad de utilización y bajando los costos de todo el equipamiento necesario para ya en el campo y con el mapa de prescripción de aplicación de insumos realizado, equipar un tractor ya sea con una fertilizadora, sembradora o pulverizadora para realizar en forma eficiente la aplicación de insumos variable de acuerdo a la real necesidad de cada sitio del lote. La idea es relativamente simple: maximizar la producción y minimizar los costos.

---

<sup>4</sup> Bragachini, Mario. (2010). *Agricultura de precisión y gestión por ambientes*. Comunicación presentada en Simposio de Fertilidad 2010. Rosario. Santa Fe.

<sup>5</sup> Smart sprayer and variable rate. (2005). Extraído el día 22 de septiembre desde <http://ageweb.age.uiuc.edu/remote-sensing/VariableRate.html>

Argentina presenta características particulares de sistemas de producción que nos diferencian de otros países con mayores antecedentes de agricultura como lo son EEUU y muchos países europeos. En estos países y debido a los fuertes subsidios recibidos durante muchos años poseen un esquema productivo de maximización de rendimientos de los cultivos sin una relación insumo/producto lógica, por ello el productor y asesor opta por una aplicación de semillas, fertilizantes, herbicidas y pesticidas que le asegure el máximo rendimiento en kg/ha para las condiciones ideales. Utilizando ese criterio se desperdician insumos en determinadas áreas del lote que no pueden alcanzar el objetivo o que las características físicas/químicas del suelo lo impiden o por cualquier otro motivo como el relieve, infestación de malezas o enfermedades, historia del lote.

La idea fundamental en que se basa la Agricultura de Precisión es que se debe aplicar los insumos en cantidades que se puedan aprovechar en su totalidad, y que cada área del lote exprese el máximo potencial económicamente posible. Logrando así ahorrar insumos en las áreas de bajo rendimiento potencial sin disminuir el rendimiento (que era bajo), para trasladarlo a las áreas con mayor potencialidad, que si puede aumentar la producción aprovechando los insumos correctamente.

Las herramientas tecnológicas que aporta la agricultura de precisión a la cosecha de datos, facilita la cuantificación de la variabilidad natural de un lote, además mediante ensayos en el cultivo nos aporta datos de respuesta variable a la aplicación de insumos. Si esos datos son debidamente interpretados y apoyados por un muestreo de suelo por sitios homogéneos guiado y debidamente posicionado, aportarán claridad en la toma de decisiones a la aplicación variable de insumos.

Como en toda nueva tecnología es conveniente quemar etapas para avanzar con mayor solidez. No todos los campos argentinos poseen la misma posibilidad de éxito frente a la tecnología de aplicación de insumos variable. Algunos campos con grandes posibilidades de obtener respuesta económica a la utilización de la tecnología VRT son aquellos que, debido a una nueva sistematización de los lotes, engloban sitios de diferentes potencialidades de

rendimiento por una historia de agricultura totalmente distinta que dejó la impronta por muchos años. Este es el caso de muchos círculos de riego que por un mejor aprovechamiento logístico, los equipos de riego abarcan antiguos potreros que anteriormente estaban delimitados por alambrados y tenían distintos usos agronómicos, lo que aumenta la variabilidad natural de fertilidad dentro del círculo<sup>6</sup>.

La Agricultura de Precisión se concibió desde EE.UU. como un círculo que se retroalimentaba año a año y donde el único objetivo culminaba con la realización de dosis variable de insumos. O sea, que se incorporó la idea de utilizar la tecnología de información para adecuar el manejo de suelos y cultivos a la variabilidad natural y/o inducida presente dentro del lote.

Beneficios de la agricultura de precisión:

- Obtención de información más precisa y de trazabilidad.
- Menor impacto medio ambiental
- Gestión optimizada de las explotaciones
- Reducción de la aplicación de pesticidas y fertilizantes
- Manejo eficiente de recursos
- Reducción de costos
- Agricultura sustentable

Dentro de esta tecnología se cuenta con herramientas claves dentro del sistema, como lo son el GPS y la electrónica, medios para recopilar datos en tiempo real sobre lo que sucede o sucedió en un cultivo.

El desarrollo de monitores de rendimiento todavía es un tema pendiente en nuestro país. Además de ser una tecnología útil para el control, es muy importante a la hora de recopilar datos para una futura toma de decisiones, como pueden ser la elección de variedades y/o híbridos, dosis de fertilización en cultivos como el maíz y el trigo, distanciamiento entre hileras en siembra en

---

<sup>6</sup> Bongiovanni, Rodolfo, Montovani, Evandro C., Best, Stanley y Roel, Álvaro. (2006). *Agricultura de precisión: integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable*. Montevideo: Procisur.

soja y trigo, calidad del grano en lo que respecta a aceite, grasa y proteína en trigo, control de malezas y enfermedades, etc.

Dentro de las herramientas de Agricultura de Precisión, los mayores desarrollos se vieron en los monitores para dosis variable, y en especial, en la realización de un monitor navegador y actuador de dosis variable que permite cambiar hasta tres productos independientemente durante la siembra, sobre una recomendación que se carga previamente desde la computadora. También existen monitores de industria nacional que pueden obtener un resultado similar en pulverizadoras, variando el fertilizante líquido según prescripción.

A continuación se verán algunas de las herramientas que posee la Agricultura de Precisión, aunque vale la pena destacar que Argentina dispone de todas las herramientas que se encuentran disponibles en el resto del mundo: los software, sensores remotos (fotografía aérea, imágenes satelitales, etc.), sistemas de guía (como lo son el autoguía y el hidráulico), sensores en tiempo real de proteína en grano, Green Seeker entre otros. Estas herramientas, pueden llegar a ser algunas más costosas que otras y con mayor o menor aplicación que otras a campo, considerando el costo de la inversión más la información base que se posee en nuestro país.

### **Impacto Ambiental de la dosificación variable**

Agricultura sustentable, es aquella en la que el sistema mismo genera los recursos necesarios para mantenerse a largo plazo. En otras palabras, es la actividad que permite tener una producción de alimentos y de fibras vegetales, sin poner en riesgo la conservación de recursos naturales ni la diversidad biológica y cultural para las futuras generaciones.

Una agricultura sustentable es aquella que, en el largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y los recursos base de los cuales depende la agricultura; “provee las fibras y alimentos necesarios para el ser humano; es

económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y la sociedad en su conjunto”<sup>7</sup>.

Con la generación de mapas de productividad espacial el objetivo es conocer la capacidad productiva de cada punto de la parcela. Por lógica, cada uno de esos puntos precisará distintas dosis de insumos (semilla y fertilizante, principalmente). Si nos fijamos en el fertilizante, y en que con este sistema de dosificación variable se va a poder aplicar exactamente en cada punto lo que la planta vaya a asimilar, así estaremos evitando un exceso que, por lavado, pueda ir a parar a las capas freáticas del subsuelo y en conjunto estaremos evadiendo la fitotoxicidad en los cultivos por exceso de fertilizante dispuestos al momento de la siembra. Cabe destacar que una disposición excesiva de fertilizante puede afectar a los dos factores más importantes que inciden en el proceso de interferencia del fertilizante con la emergencia y desarrollo de las plántulas, los cuales son: el efecto salino que deriva en un stress hídrico debido a la competencia por el agua del suelo entre el fertilizante y la semilla. Y en situaciones de buena provisión hídrica este efecto tiene menor relevancia y en el caso de los fertilizantes amoniacales, la liberación de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) a niveles tóxicos, altos niveles de amoníaco disipa los gradientes de protones en las membranas celulares, alterando el metabolismo general de la planta, dañando la semilla o inhibiendo la germinación de la misma. De esta manera la agricultura de precisión, en especial la dosificación variable, permite evitar la fitotoxicidad en los cultivos, ya que dispone el insumo en su manera y dosis adecuada de acuerdo a la exigencia de la planta e impide la contaminación de las napas, producto de la excesiva disposición de nutrientes, en fertilización nitrogenada, “los nitratos que se lixivian a través del suelo generalmente terminan en la napas, el mismo recurso que provee agua potable a más del 80 % de los pobladores rurales”<sup>8</sup>, de esta manera con la utilización de la dosis variable se pretende disponer la cantidad de nutriente que la planta necesita, evitando la sobredosificación y la contaminación de las napas producto de la

<sup>7</sup> American Society of Agronomy. (s.f) Extraído el 29 de Marzo de 2011 desde [http://www.micromacro.tv/pdfs/saber\\_mas\\_espanol/desarrollo\\_sustentable/42definicion\\_de\\_agricultura\\_sustentable.pdf](http://www.micromacro.tv/pdfs/saber_mas_espanol/desarrollo_sustentable/42definicion_de_agricultura_sustentable.pdf)

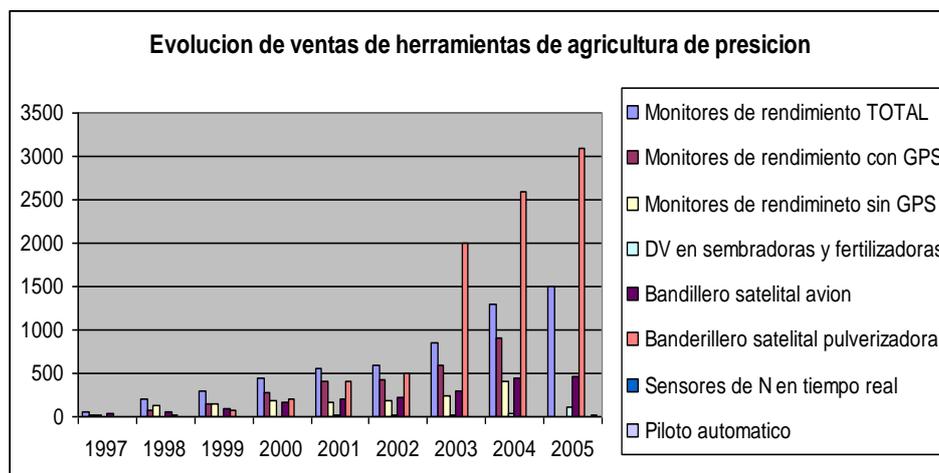
<sup>8</sup> Melchiori Ricardo. (2010). *Evaluación del número de unidades de sensado green seeker para un equipo de aplicación autopropulsado*. Extraído el día 10 de Mayo desde [www.planetasoja.com](http://www.planetasoja.com)

incorrecta aplicación de fertilizante. La dosificación contribuye a la preservación y cuidado del medio ambiente, guiando nuestras prácticas hacia una agricultura sustentable.

### Evolución de las ventas de algunas de las herramientas de Agricultura de Precisión

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005*
<b>Monitores de rendimiento TOTAL</b>	50	200	300	450	560	600	850	1300	1500
<b>Monitores de rendimiento con GPS</b>	25	75	155	270	400	420	600	900	
<b>Monitores de rendimiento sin GPS</b>	25	125	145	180	160	180	250	400	
<b>DV en sembradoras y fertilizadoras</b>	3	4	5	6	10	12	25	40	120
<b>Banderillero satelital avión</b>	35	60	100	160	200	230	300	450	470
<b>Banderillero satelital pulverizadora</b>	0	10	70	200	400	500	2000	2600	3100
<b>Sensores de N en tiempo real</b>	0	0	2	2	4	5	6	7	7
<b>Auto Pilot (piloto automático)</b>	0	0	0	0	0	0	0	3	20

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla y el grafico, la evolución de las herramientas de agricultura de precisión ha sido bastante favorable, reflejando un crecimiento exponencial de acuerdo pasan los años; el banderillero satelital

junto con el monitor de rendimiento, herramientas de mayor conocimiento y utilización por agentes y productores y de aplicación directa a las pulverizadoras y cosechadoras, toman el liderazgo; equipos que han contribuido a mejorar la eficiencia y control de los labores realizados.

### **Herramientas de Agricultura de Precisión:**

#### **a- Controladores:**

1- Monitores de siembra: Estos monitores son controladores de siembra, y mediante alarmas gráficas y sonoras, evitan fallas de siembra. Este sistema informa al tractorista sobre el funcionamiento de cada hilera de siembra, si la sembradora deposito o no semilla, y en qué porcentaje menos de semilla dosificó cada uno de los surcos. Estos monitores brindan información muy valiosa, con la cual, posibilita construir mapas de siembra que muestran lo sucedido en el campo.

2- Monitores de pulverización: utilizados principalmente en maquinas fumigadores controlando la tarea de pulverización (picos, presión, velocidad, viento, caudal, etc.)

3- Monitores registradores - controladores de siembra, pulverización y cosecha.

4- Monitores de rendimiento: podría colaborar en la recolección de datos y dar información sobre el rendimiento de los lotes y de cada ambiente dentro de cada lote; a su vez, podría estar definiendo zonas para caracterizarlas y conocer con mayor precisión las causas de la variabilidad de los rendimientos. También estos monitores tienen una función en pantalla que nos permite ver el flujo de granos, medido en toneladas hora, que ingresan a la tolva de la cosechadora, lo cual, colaboraría a reducir pérdidas de cosecha ya que cada cosechadora posee una capacidad máxima de procesado de material, y por encima de esta capacidad, la máquina comienza a ser deficiente en la trilla. El monitor también entrega información sobre ensayos comparativos de rendimiento, fertilizantes aplicados, variedades de soja utilizadas, velocidades de siembra, entre otros datos que seguramente ayudan a tomar decisiones importantes para la próxima campaña. En fin, un monitor de rendimiento es un sistema que recoge información procedente de distintos sensores y gracias a un software calcula el rendimiento de un cultivo en el tiempo y en el espacio, basándose en la información de localización de cada

parcela proporcionada por el sistema de localización por satélite GPS y el resultado se representa en un mapa grafico, que a simple lectura se aprecia su variabilidad y cuantificación.

Ventajas del monitor de rendimiento:

- Mejor administración y control de lo que está siendo cosechado
- Conocimiento exacto de que cultivo está siendo recogido por la cosechadora en el campo.
- Totalización de la cantidad recolectada en cada lote.
- Mejor uso de los recursos logrando eficiencia y eficacia.
- Conocimiento de la variabilidad del lote y su cuantificación

5- GPS, banderilleros satelitales y autoguía: el uso de los banderilleros satelitales tanto en aviones como en pulverizadoras autopropulsadas, no tiene en este momento ningún factor negativo para ser analizado. El banderillero es muy útil, ya que no dependemos del horario para aplicaciones de algunos productos químicos y/o fertilizantes, y a su vez, se evitan problemas de contaminación o intoxicaciones al evitar el trabajo con personas como marcadores de cada pasada.

***b- Para obtención de datos útiles con el objeto de tomar decisiones:***

1- Monitores de rendimiento.

2- Monitores de proteína, aceite, grasa y humedad de grano.

3- Sensores en tiempo real de biomasa e índice verde del cultivo: estas herramientas poseen un gran futuro, aunque por el momento, se carecen de datos acerca de cómo responde un cultivo a las diferentes combinaciones de tipos de suelo y porcentajes de micro y macro nutrientes disponibles, como así también, a las diferentes condiciones de variabilidades existentes

4- Fotografías aéreas e imágenes satelitales para obtener índice verde: en este rubro queda mucho por trabajar; de todos modos, con los datos que se manejan hasta el momento, podrían correlacionarse grandes patrones de variabilidad como dato inicial para la caracterización de zonas de manejo y diferencias en índice verde y biomasa de los cultivos.

***c- Para análisis de datos y realización de recomendaciones (dosis variable de insumos):***

1- Software: el desarrollo de software es muy importante, dado que, mediante la potencialidad de estos programas, se pueden analizar resultados de una manera sencilla y fácil. La potencialidad de estos programas de trabajar con datos geo referenciados y asociarlos a programas estadísticos, sometiendo esos datos a análisis deseados es lo que en este momento brinda un aval de los resultados obtenidos. Esta herramienta permite que el usuario tenga a disposición una potencialidad de análisis muy certera.

2- Navegadores específicos y palm top.

3- Controladores variadores de densidades de semilla y dosis de fertilizantes: Estos productos logran distribuir, mediante una recomendación de dosis de fertilizantes y densidad de siembra, los insumos variables según la necesidad de cada sitio en particular, evitando de esta manera la sobredosificación o la sub dosificación, lo que permitiría a la vez aumentar el resultado económico en algunos casos, aumentar los rendimientos en otros, y en otros casos evitar la contaminación.

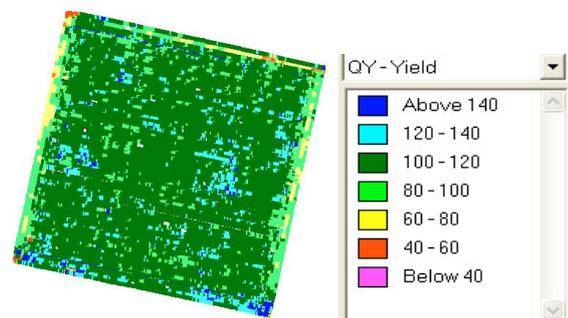
Si tenemos en cuenta la cantidad de herramientas que existen en el mercado de esta tecnología que se denomina Agricultura de Precisión, y que todas estas están destinadas a realizar un trabajo que brindará mayor calidad, control, registro de datos y mayor precisión a la hora de definir diferentes alternativas de manejo o decisiones sobre que se podrá realizar a futuro, podemos definirla como una herramienta que engloba muchas especialidades, con las cuales, haciéndolas interactuar, podría mejorarse el manejo de los cultivos, la productividad y la conservación del ambiente.

**Importancia de la variabilidad y propuestas acerca de cómo manejarla**

Respecto a las diferentes situaciones que se suelen dar a campo, pueden mencionarse diferencias a la hora de obtener información de ensayos según el grado de variabilidad que exprese un lote.

Por ejemplo, hay campos que no poseen variabilidad de suelos, relieve, ni de diferentes tipos de manejos anteriores. En estos campos, no deberíamos tener como objetivo manejarlos a futuro con insumos variables, dado que las inversiones realizadas en esa maquinaria para hacer las variaciones difícilmente se recuperen económicamente (Fig. 1). En estos casos, se podrían estar buscando resultados sobre factores de manejo e información sobre distintos tipos de ensayos en diferentes cultivos como trigo, soja, maíz, sobre distintas dosis de fertilización, diferentes velocidades de siembra, diferentes cultivares, etc. Estos ensayos mejorarían el criterio técnico para ser más eficientes en el manejo promedio tradicional, obteniendo allí, un beneficio económico concreto sin tener que llegar a la dosificación de insumos variables.

### Mapa de Rendimiento con escasa variabilidad<sup>9</sup>



**Fig. 1:** Mapa de rendimiento con escasa variabilidad como para decidir dosis variable

En caso de que el lote no presente variabilidad como para ser manejada en diferentes sitios, la utilidad de la tecnología de Agricultura de Precisión se restringe muchas veces a la recolección de datos de factores de rendimiento, y al mejoramiento de los insumos en forma tradicional; para esto, la metodología de ensayos de máquina dividida es una excelente alternativa.

El monitoreo de rendimiento incluye la medición de la porción cosechada de un cultivo en el espacio y el tiempo, y la síntesis de esas medidas en forma de mapa gráfico. El monitoreo de rendimiento abarca la adquisición, análisis y síntesis de datos de rendimiento de los cultivos y su ubicación dentro de los lotes, y ha sido posible gracias al advenimiento de sensores apropiados,

<sup>9</sup> Bragachini, Mario. (2010). *Fertilización y dosis variable*. Extraído el día 8 de Agosto desde [www.agriculturadeprecision.org](http://www.agriculturadeprecision.org)

sistemas de posicionamiento precisos, conocido como GPS, y avances en la tecnología de las computadoras.

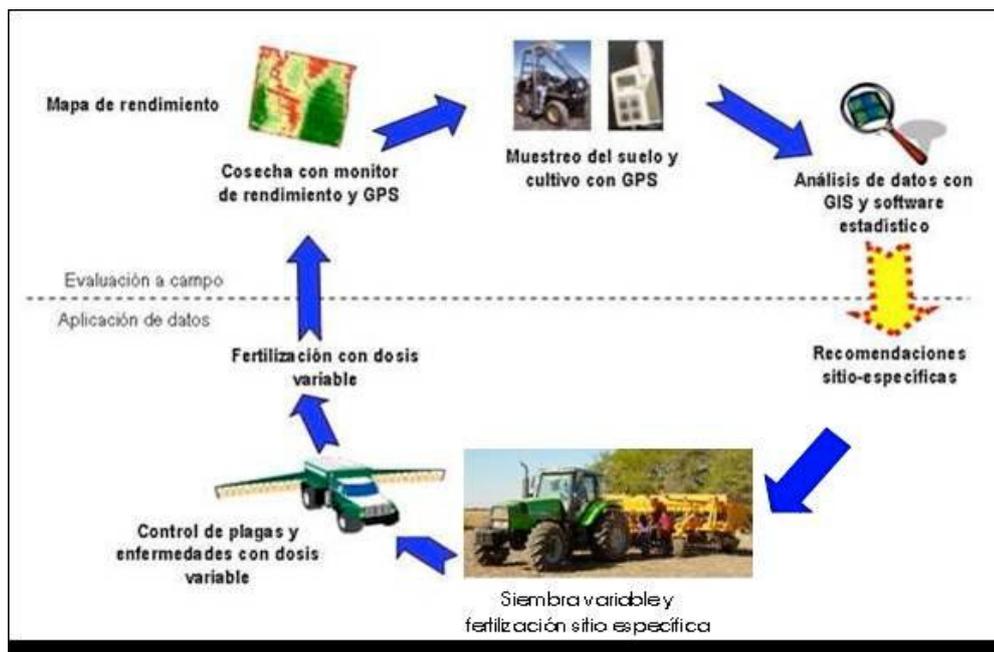
Para la elaboración de un mapa de rendimiento es necesario obtener tres cosas fundamentales: el flujo de grano a través del sistema de grano limpio de la cosechadora, la velocidad de avance de la cosechadora, y el ancho de corte del cabezal. El flujo de grano es medido en la cosechadora cerca de la tolva de grano. El flujo es medido en unidades de volumen o masa por unidad de tiempo. La velocidad de avance puede ser medida en un número diferente de maneras, y tiene unidades de distancia por unidad de tiempo<sup>10</sup>. El ancho de corte puede ser medido (en metros o número de surcos), pero es frecuentemente manejado por el operario de la cosechadora. Si la velocidad de avance y el ancho de corte son conocidos, el área cosechada por unidad de tiempo puede ser calculada. Si el peso o el volumen de grano cosechado por unidad de tiempo y el área cosechada por unidad de tiempo son conocidos, luego el rendimiento puede ser determinado. Una vez conocidos estos datos, el producto final es lo que utilizaremos como punto de partida para la elaboración de dosificación variable; el mapa de rendimiento, que se define como la representación gráfica de una serie de datos geo posicionados de rendimiento y humedad de granos obtenidos mediante una cosechadora equipada con un monitor de rendimiento y un receptor GPS. Dentro de un lote se espera tener variación de rendimiento, pero hasta el reciente desarrollo del manejo de sitio específico, los productores aceptaban esta variabilidad en vez de manejarla. Con los mapas de rendimiento es posible identificar áreas dentro de un lote donde los rendimientos pueden ser mejorados o donde es necesario ajustar los insumos para optimizar la rentabilidad, minimizar la contaminación y evitar generar ambientes resistentes a los fitosanitarios. Debido a que el rendimiento de los cultivos es la base para la recomendación de insumos y un determinante de la rentabilidad, el monitoreo de rendimiento es esencial para el éxito del manejo de sitio específico

---

<sup>10</sup> Trimble Precision Product Brochure. (2005). Extraído el día 8 de Agosto desde <http://www.trimble.com/agriculture.shtml>

En el caso de tener algún lote de escasa variabilidad, demostrada por mapas de rendimiento anteriores, se lo puede utilizar para comparar distintos factores de manejo que inciden en el rendimiento, por ejemplo fecha de siembra, espaciamiento entre hileras, densidad de siembra, híbridos o variedades, dosis de fertilizantes, tipos, localización, momentos, etc. Mediante el monitoreo de rendimiento se puede evaluar este tipo de ensayos en el gran cultivo, con la ventaja de tener resultados representativos ya que se obtienen en el mismo ambiente.

**Esquema del círculo virtuoso de la Agricultura de Precisión<sup>11</sup>**



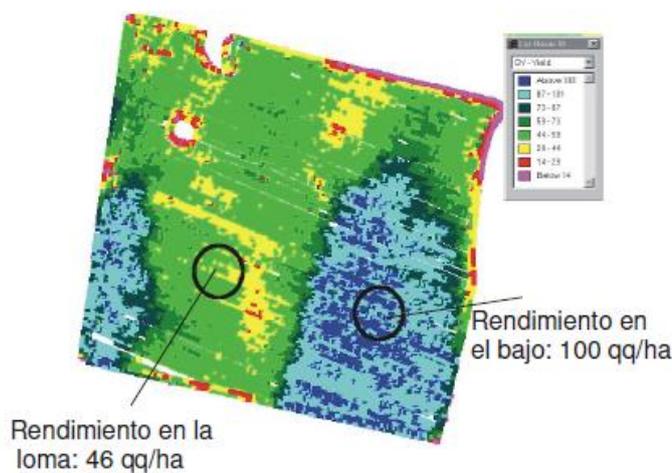
Este esquema de los pasos de la Agricultura de Precisión es el ideal para incorporar toda la tecnología a disposición, pero no quiere decir que sea el único camino para insertarse en esta tecnología. Primero habría que conocer bien los lotes con los que nosotros deseamos trabajar y la variabilidad que poseen. Si el manejo de la variabilidad justifica económicamente la inversión probablemente este círculo termine con la aplicación variable de insumos.

Cuando se presentan lotes con alta variabilidad de rendimiento, ya sea por relieve, tipo de suelos o manejo anterior, podemos estar recopilando

<sup>11</sup> Círculo virtuoso de la agricultura de precisión. (2010). Extraído el día 21 de Septiembre desde <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/agprec/AgPrecySiembraVariable.asp>

información de gran valor como en el caso del mapa anterior, aunque con mayor utilidad, dado que estos resultados se amoldarán a los diferentes sitios que presente el lote; o sea, los sitios serían las zonas a manejar como unidades diferentes. Sitios de alta potencialidad y de baja potencialidad de rendimiento, serían los extremos, y dentro de ellos habría varios sitios intermedios -siempre que sea factible su manejo diferencial.

### Mapa de rendimiento<sup>12</sup>



**Fig. 2:** Mapa de rendimiento con alta variabilidad, lo que alienta a la realización de dosis variable de insumos. Sería muy importante caracterizar los ambientes por medio de muestras de suelo, para conocer las variaciones en las aplicaciones de insumos.

En lotes como el de la Fig. 2, podemos observar que la variabilidad está presente de manera muy importante, y que podrían determinarse 2 sitios claramente definidos a los que pueden caracterizarse por medio de muestreos de suelo dirigidos, y así, poder realizar un manejo diferencial de insumos, variedades, híbridos, dosis de fertilización, distanciamiento entre hileras, etc.; de esta manera, el círculo de la Agricultura de Precisión se cumple.

Como se menciona anteriormente el punto de partida para la puesta en práctica de la dosificación variable son datos recogidos a través de las diferentes capas de información: mapas de rendimiento de cultivos anteriores,

<sup>12</sup> Bragachini, Mario. (2005). *Proyecto Agricultura de precisión*. Extraído el día 9 de Agosto desde [www.agriculturadeprecision.org](http://www.agriculturadeprecision.org)

fotografía aérea, mapas topográficos, imágenes satelitales, experiencias anteriores del productor, análisis de suelo o bien mapas de suelo de áreas homogéneas, todo permite definir dentro de un lote sitios con potencialidad de rendimiento muy diferentes, bien definidas. Si el área y las diferencias de rendimiento justifican agrónomica y económicamente el tratamiento diferencial de los insumos, se podría comenzar con la siguiente etapa que consiste en la caracterización de los ambientes, delimitación de zonas y posterior diagnóstico de la aplicación de insumos (semilla y/o fertilizante) en forma variable, estos cambios de dosis y densidades pueden lograrse dado que existen en el mercado navegadores – controladores - actuadores y GPS que posibilitan realizar los cambios de dosis y densidades en tiempo real siguiendo prescripciones o recomendaciones que son cargadas previamente en monitores de máquinas inteligentes, tanto en sembradoras como en máquinas de aplicación de fertilizante. La aplicación variable de insumos siguiendo una prescripción agrónomica puede realizarse en forma automática con el uso del GPS o en forma manual por medio de un operario conocedor de la variabilidad espacial del lote.

En otras situaciones de variabilidad, la dosis de fertilizante promedio puede ser insuficiente para un área degradada químicamente y resulta conveniente aplicar más en ese sitio de mayor respuesta.

En resumen sería cambiar la metodología de aplicación de insumos bajo la suposición que los lotes presentan potenciales de rendimiento homogéneos en todo el área, por otra de mayor exactitud de aprovechamiento de los insumos basada en el conocimiento de la variabilidad de respuesta dentro del lote, que permita maximizar la respuesta económica en cada sitio del lote, permitiendo el uso racional de los insumos encaminándose hacia una agricultura sustentable basado en la eficiencia de los procesos productivos.

**Etapas de la Aplicación de Agricultura de Precisión**<sup>13</sup>

Etapa	Tecnología involucrada	Actividades
Recolección e ingreso de datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DGPS</li> <li>• Sistema de información geográfica. (SIG)</li> <li>• Instrumentos topográficos</li> <li>• Sensores remotos</li> <li>• Sensores directos</li> </ul>	<p>Medición de la topografía del suelo.</p> <p>Muestreo del suelo por zonas homogéneas.</p> <p>Recorrido del cultivo para detectar plagas y enfermedades.</p> <p>Medición directa de las propiedades del suelo y cultivo.</p> <p>Monitoreo de rendimiento satelital.</p> <p>Sensor remoto del suelo y cultivo.</p>
Análisis, procesado e interpretación de la información.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de SIG.</li> <li>• Sistemas expertos.</li> <li>• Programas estadísticos.</li> <li>• Experiencia del técnico y el operador.</li> </ul>	<p>Digitalización de mapas.</p> <p>Análisis de dependencia espacial.</p> <p>Confección de mapas de evaluación.</p> <p>Confección de mapas de prescripción.</p> <p>Otros.</p>
Aplicación diferencial de insumos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnología de dosis variable.</li> <li>• Pulverización asistida por GPS.</li> <li>• Programas computacionales.</li> </ul>	<p>Aplicación variable de nutrientes.</p> <p>Aplicación variable de plaguicidas.</p> <p>Siembra diferencial de variedades y densidad de semilla.</p>

<sup>13</sup> Bongiovanni, Rodolfo, Montovani, Evandro C., Best, Stanley y Roel, Álvaro. (2006). *Agricultura de precisión: integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable*. Montevideo: Procisur.

## ¿Qué es la Dosificación Variable?

La dosificación variable, responde a las variaciones de diagnóstico agronómico geo posicionado dentro de un lote, respondiendo a prescripciones de diferentes densidades de siembra y dosis de fertilizante, o sea que una vez cargado el croquis del lote con sus coordenadas, por ejemplo se puede establecer en el lote 2 o 3 sitios de rendimientos potenciales muy diferentes, a través de los mapas de rendimientos brindados por la cosechadora.

Una vez cargadas las 2 prescripciones de semilla y fertilizante para cada sitio y calibrada la sembradora, la máquina al ser posicionada por señal DGPS recibirá ambas órdenes por separado, (semilla y fertilizante) a través de 2 navegadores que le enviarán la señal al controlador y este a su vez a los 2 actuadores (motores hidráulicos comandados por un sistema eléctrico que accionan válvulas controladoras del giro de los distribuidores de semilla y fertilizante), todo ello posicionado en el lote con 1 m. de precisión a través de una señal DGPS en tiempo real.

Una de las herramientas que interesa a asesores y productores, en particular, es la dosis variable, que actualmente apunta a mejorar el manejo de los insumos y reducir costos, lo que dependerá del cultivo y del fertilizante que se utilice. Por ello, variar la dosis en los cultivos va a depender de los conocimientos que tengamos sobre rendimientos en los diferentes ambientes, el porcentaje de variabilidad del lote y del objetivo que persiga el asesor o productor. Algunos buscan obtener respuesta agronómica (en vez de una respuesta meramente económica) porque son dueños del campo y desean aportar rastrojos de calidad mediante el mayor aporte de fertilizantes (mejorando la relación C/N), obteniendo de esta manera el máximo rendimiento<sup>14</sup>.

Cuando se busca solamente rentabilidad, ésta no siempre es la mejor opción para el suelo. Habría que tener en cuenta que la dosis variable se debería hacer con datos precisos de rendimiento, recomendación y sabiendo si se quiere lograr un resultado agronómico o económico. Hacer dosis variable sin

---

<sup>14</sup> Bongiovanni, Rodolfo, Montovani, Evandro C., Best, Stanley y Roel, Álvaro. (2006). *Agricultura de precisión: integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable*. Montevideo: Procisur

tener en claro un objetivo podría llevar al fracaso de la tecnología y al derroche de recursos.

En el caso que haya variabilidad de rendimientos en el campo, es posible conocer la superficie que ocupa el sitio con mayor o menor potencialidad de rendimiento y se puede caracterizar por medio de análisis físicos o químicos de suelo, generalmente se suelen utilizar análisis de suelo de básico(N, P, PH) + S. Luego comienza el proceso de saber qué dosis de fertilización recomendar, por ejemplo, y existen varias maneras de realizar recomendaciones.

Una de ellas, es el método del balance (que es simple pero más impreciso si varían mucho las condiciones de los ambientes), o haciendo correr modelos de simulación para cada sitio (que le da más precisión al dato). Luego, se aplica la cantidad de fertilizante que los modelos indiquen con la maquinaria de dosis variable y en cada sitio específico. El objetivo es apuntar a un manejo más eficiente de los insumos, dejando de lado la dosis uniforme o la fertilización al voleo. Por ejemplo, donde hay recomendaciones zonales de aplicar 100 Kg. de nitrógeno/ha para el cultivo de maíz, ahora se puede determinar en qué parte del lote se fertilizará con 30 o 150 Kg. de N/ha y, de esta manera, se maneja la variabilidad del campo, “muchas personas hacen dosis variable aplicando menos fertilizante en algún lugar y más en otro, sin tener datos precisos sobre el potencial de rendimiento del cultivo y lo que puede aportar el suelo al cultivo. Es decir, que realizan dosis variable de manera imprecisa”<sup>15</sup>.

Pasos a seguir para llegar a buenos resultados en dosis variable de semilla y fertilizantes: Contar con información geo referenciada es un paso importante en la aplicación variable de insumos, nos permite determinar la variabilidad presente en el lote. Para ello, existen diferentes herramientas que nos pueden llevar a una mejor definición de los ambientes homogéneos presentes en un lote, tales como; carta de suelos, fotografías aéreas, imágenes satelitales, entre otras. Una de las herramientas más destacadas es el mapa de rendimiento, debido a que el mismo, nos permite saber, no solo la variabilidad presente en el lote, sino también su cuantificación. En forma metafórica, es

---

<sup>15</sup> Von Martini, Axel. (2009). *Agricultura de precisión y gestión por ambientes*. Comunicación presentada en Simposio de Fertilidad 2010. Rosario. Santa Fe.

como una radiografía del lote. Esta información tan valiosa se puede conseguir mediante un monitor de rendimientos montado en una cosechadora y el mismo conectado a un GPS.

Con la información en mano, se procede a realizar una constatación a campo de la veracidad de estos ambientes y se procede a la toma de muestras en forma dirigida, mediante un GPS, en los que presumimos van a ser ambientes con diferente potencial. Las muestras, posterior a la extracción, son acondicionadas y trasladadas a un laboratorio de confianza para la determinación de un análisis lo más completo posible. Con los resultados, quedaríamos en condiciones de realizar la determinación de los ambientes a tratar en forma diferencial según su potencial. Finalmente, se nos presenta una de las partes más importante y quizás más difíciles de realizar, la recomendación en cada zona en particular. De esto va depender, en gran parte, el éxito de la dosis variable.

### **Marco Financiero**

Para la evaluación de este Trabajo Final de Graduación, utilizamos algunas de las técnicas ofrecidas por Nassir Sapag Chain y Reinaldo Sapag Chain en la cuarta edición de su libro ***Preparación y Evaluación de Proyectos***.

En el mismo determina que para el estudio de proyectos, cualquiera sea la profundidad con que se realice, distingue dos grandes etapas: la de formulación y preparación y la de evaluación. La primera tiene por objeto definir todas las características que tengan algún grado de efecto en el flujo de ingresos y egresos monetarios del proyecto y calcular su magnitud. Es decir, se determinan la magnitud de sus inversiones, costos y beneficios. La segunda etapa, con metodologías muy definidas, busca determinar la rentabilidad de la inversión en el proyecto.

### **Flujo de Caja:**

La proyección del flujo de caja constituye uno de los elementos más importantes del estudio de un proyecto ya que la evaluación del mismo se efectuó sobre los resultados que en ella se determinen.

El flujo de caja es la herramienta que permite efectuar un pronóstico de la situación financiera de corto plazo. Es la presentación sobre un cuadro, en cifras, para diversos períodos hacia el futuro, y para diversos ítems o factores, de cuando va a entrar o salir físicamente dinero.

El flujo de caja de cualquier proyecto se compone de elementos básicos:

1. Los egresos iniciales de fondos, que corresponden al total de la inversión inicial requerida para la puesta en marcha del proyecto.
2. Los Ingresos y Egresos de Operación, que constituyen todos los flujos de entradas y salidas reales de caja.
3. El momento en que ocurren estos ingresos y egresos, donde el horizonte de evaluación depende de las características de cada proyecto. En algunos casos, como el nuestro, el proyecto tiene una vida útil esperada posible de prever, y lo más conveniente es construir el flujo en ese número de años.

### **Criterio del Valor Actual Neto (VAN)**

Para evaluar proyectos, se utiliza el criterio del valor actual neto (VAN), que se define como el valor actual de los flujos de efectivo futuros descontados a la tasa de descuento apropiada, menos la inversión que sostiene estos flujos. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto. Como parámetro se utilizó los datos obtenidos del lote. En síntesis el VAN es el valor que añade la alternativa bajo estudio a la empresa y se calcula de la siguiente manera:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

- $V_t$  representa los flujos de caja en cada periodo  $t$ .
- $I_0$  es el valor del desembolso inicial de la inversión.
- $N$  es el número de períodos considerado. Horizonte temporal de 5 años

- K es el tipo de interés también llamada tasa de costo de oportunidad.

Cuando el VAN toma un valor igual a 0, k pasa a llamarse TIR (tasa interna de retorno). La TIR es la rentabilidad que nos está proporcionando la inversión

### **Criterio de la Tasa Interna de Retorno (TIR):**

La TIR evalúa la inversión en función de una única tasa de rendimiento por período con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. Con la TIR, se trata de encontrar una sola tasa de rendimiento que resuma los méritos de la inversión.

Con base en la regla de la Tasa Interna de Retorno, una inversión es aceptable si la TIR excede o es igual a la tasa de rendimiento requerido (tasa de descuento), de lo contrario debe rechazarse. Es decir, el criterio de elección es si las inversiones realizadas son aquellas que nos proporcionen una mayor tasa de retorno. La consideración de aceptación de un proyecto cuya TIR es igual a la tasa de descuento se basa en los mismos aspectos que la tasa de aceptación de un proyecto cuyo VAN es cero.

Siguiendo este criterio la fórmula sería de la siguiente manera:

$$VAN = -I + \sum_{i=1}^N \frac{Q_i}{(1 + TIR)^i} = 0$$

Donde:

**Vft** = es el flujo de caja en el período **t**.

**I0** es el valor del desembolso inicial de la inversión.

**N** es el número de períodos considerado.

### **Análisis de Sensibilidad:**

La importancia del análisis de sensibilidad se manifiesta en el hecho de que los valores de las variables que se han utilizado para llevar a cabo la evaluación pueden tener desviaciones con efectos de consideración en la medición de sus resultados.



El análisis de sensibilidad, revela el efecto que tienen las variaciones sobre la rentabilidad de las variables relevantes. La idea es, siguiendo el modelo unidimensional de sensibilización, congelar todas las variables excepto una y ver qué tan sensible es la estimación del VAN a los cambios en esa variable. Si el VAN resulta ser muy sensible a cambios relativamente, entonces el riesgo de posibles modificaciones con esa variable es alto.

## **Metodología**

Para el desarrollo de este proyecto, se comenzó recopilando información directa en el mismo Establecimiento, por medio de visitas y charlas informales con personal del lugar. A medida de que me fui interiorizando en la situación particular de Los Trece, se fue realizando un mapa de procesos sobre el cual se basaría mi trabajo final.

La etapa de recolección de datos fue tanto teórica como práctica, basándome principalmente en mi apreciación como futuro joven profesional de la realidad del sitio escogido para el análisis. Luego comenzó la búsqueda bibliográfica dirigida tanto a temas específicos como generales de la Agricultura de Precisión, se indagó en fuentes primarias y secundarias basándome principalmente en revistas agropecuarias, libros de agricultura de precisión, cursos de capacitación, charlas técnicas, se realizaron dos entrevistas a profesionales especializados en la materia y cuatro entrevistas a peones, capataces y personal administrativo del establecimiento bajo análisis, consulta y asesoramiento de profesores, a modo de implantar un marco teórico al trabajo de campo realizado en forma paralela.

La metodología empleada para el desarrollo se compone de un módulo agronómico y un módulo financiero.

En el módulo agronómico, se recabó información tanto del establecimiento, imágenes satelitales, mapas de rendimiento, cartografía de suelos, mapas de suelos como de cuestiones agronómicas referidas a la materia con el fin de obtener datos suficientes para la resolución de la problemática planteada.

Para la etapa de formulación y preparación se recopiló todos los datos necesarios, mediante una visita al establecimiento SAN ANTONIO DE LOS TRECE y de entrevistas de preguntas abiertas a personas ligadas al establecimiento: dos entrevistas a administradores encargados de la provisión, logística de insumos y manejo con proveedores, una entrevista a personal contable cuya tarea yace en desarrollo y seguimiento de estados contables, y por último se realizó 3 entrevistas a ingenieros agrónomos a cargo de la planificación, seguimiento y control de los cultivos que explota el establecimiento. Luego se sintetizó esa información en términos monetarios



para finalmente construir un flujo de caja que sirvió de base para la evaluación del proyecto. Los costos de las diferentes tareas fueron obtenidos de la revista Agro mercado del mes Mayo de 2010 y el método de análisis empleado para la decisión de la compra de sembradora es el propuesto por Sapag Chain 2001, en la cuarta edición de su libro preparación y formulación de proyectos, ya que es un método práctico, sencillo y de fácil interpretación.

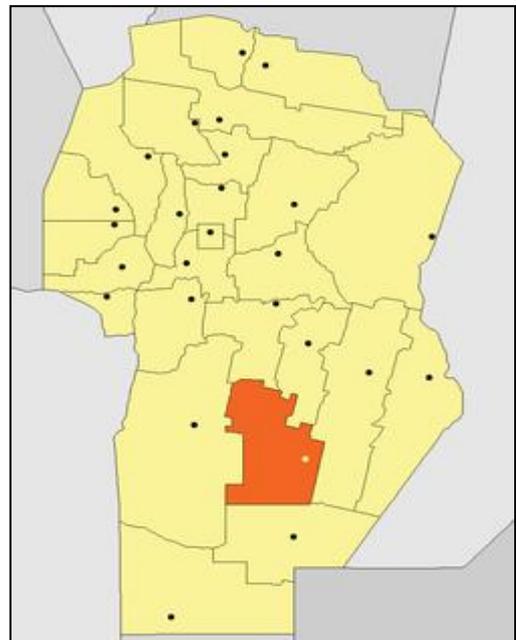
## **Desarrollo**

La situación inicial de la cual parte este análisis, es la de un productor que ya posee el campo pero se encuentra en la decisión de comprar una sembradora de dosis variable. Se propone analizar la conveniencia financiera y agronómica de la compra de una sembradora con sistema de dosis variable en un establecimiento agrícola situado en la zona de Reducción, provincia de Córdoba.

Los datos de referencia del siguiente estudio fueron obtenidos de un lote de fertilización variable de maíz. El ensayo fue sembrado el 15 y 16 de noviembre del 2010 con la sembradora inteligente Pierobon mix 2B 980 de 18 surcos a 52,5 cm de separación entre cuerpos, con doble fertilización, tanto al costado entre ambos cuerpos de siembra como en la línea, más el equipo de prescripción variable de la firma Verion de fabricación nacional. El ensayo considerado fue de dosis variable de fertilizante nitrogenado (urea) y fosforado (fosfato mono amónico) en el cultivo de maíz; en un establecimiento ubicado en la localidad Reducción, departamento Juárez Celman, Córdoba, Argentina, durante la campaña 2009/10.

### **CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

El departamento Juárez Celman se encuentra en el dominio semi-seco, con tendencia al semi-húmedo, de las planicies, con gran déficit de agua (100 a 200 mm.), con invierno térmico, de la llanura (tipo Bell Ville), el verano térmico (estación con temperaturas mayores a 20 °C) comienza entre el 20 de octubre y el 20 de noviembre y termina entre el 25 de marzo y el 10 de abril. El inicio del invierno térmico se produce entre el 1º y el 15 de junio y finaliza entre el 1º y el 15 de agosto, a excepción del extremo Sureste del departamento, donde comienza el 1º de junio y termina el 21 de agosto. La Temperatura media anual oscila en los 17 °C, 0, en cuanto a la máxima media anual, la misma oscila en los 25 °C. Temperatura mínima media anual: varía entre 9 y 10



°C. La Zona se extiende mayoritariamente en la región sur de Córdoba, y está caracterizada climáticamente por un déficit hídrico anual de 200 mm, en su límite noreste y valores de déficit anual que superan los 400 mm en el extremo sud oeste.

El promedio de precipitaciones se halla entre los 700 y 800 mm. Anuales, produciéndose el 62% de las mismas en el periodo estival, aunque en la zona situada en las cercanías del límite con el departamento General San Martín se encuentra entre los 800 y 900 mm. Anuales, esta distribución pluviométrica es característica de un régimen monzonico predominante en nuestro país.

La evapotranspiración potencial del departamento Juárez Celman se encuentra entre 800 y 900 mm. Anuales con un déficit medio anual de agua que varía entre 100 y 200 mm, acentuado en periodos invernales. Las heladas ocurren todos los años con fecha media de ocurrencia el 19 de mayo, para las primeras heladas y el 12 de septiembre para las últimas heladas. Los vientos son predominantes del sector Sur.

Poco más de la mitad de las tierras posee aptitud agrícola; aún así, estas totalizan más de 2.700 Km<sup>2</sup> en toda la zona, la mayoría de las cuales corresponden a las clases III y IV de Aptitud de Uso. En el Cuadro se muestra un inventario de la superficie ocupada por cada tipo de tierra expresada en términos de Clase de Capacidad de Uso (Sistema USDA de 8 Clases). El sistema de clasificación distingue ocho clases que indican el aumento progresivo de las limitaciones que presentan los suelos para el desarrollo de cultivos, la clase V no se ha reconocido para el análisis ya que pertenecen a suelos para ser usados para bosques o como refugio de la fauna silvestre. Las tierras de esta zona, en una proporción que supera el 80% son de clara vocación agrícola, tomando como cultivos preponderante soja, maíz y en menor escala maní. Por otro lado, el porcentaje de tierras de bañados y lagunas es claramente bajo.

**Clases de Capacidad de uso<sup>16</sup>**

Capacidad de Uso	I	II	III	IV	VI	VII	VIII
Superficie (miles de Has)		4	411	191	56	68	91
Porcentaje		0.49	50.06	23.26	6.82	8.3	11.08

Taxonómicamente, los suelos de la Zona son de manera dominante del orden de los Molisoles del grupo Haplustoles (64% de la superficie) con la presencia de un horizonte superficial oscuro, con moderado contenido de materia orgánica y bien estructurado, seguido de un horizonte de transición con escaso desarrollo y poco alterado, tiene buen a excesivo drenaje, en general son suelos agrícolas que presentan en todos los casos limitación climática moderada a severa. Entre los suelos de drenaje impedido, los más difundidos son los Natralboles (10.82%), se caracterizan por un horizonte subsuperficial enriquecido en arcilla, por lo que pueden permanecer saturados con agua durante prolongados periodos, son suelos con aptitud agrícola-ganadera, para implantación de cultivos de raíces poco profundas y/o adaptadas a las condiciones de salinidad y alcalinidad sódica superficial y por último se presenta pero en menor medida los suelos Natracualfes(8%) de drenaje natural imperfecto de bajo contenido de materia orgánica, estos suelos sufren anegamientos frecuentes y la eliminación del agua es impedida por el escurrimiento superficial lento, el remanente es representado por misceláneas o suelos poco diferenciados.

Los suelos del lote pertenecen al complejo de series Olaeta (58%), suelos algo excesivamente drenados, desarrollados sobre materiales franco arenosos, vinculados con lomas arenosas y hoyas medanosas, capacidad de uso IV limitada por baja retención de humedad y el clima, en menor proporción corresponden a la serie Rosales (11%), suelos que se vinculan a paisajes muy planos a ligeramente deprimidos con un escurrimiento lento y drenaje imperfecto, limitado principalmente por la presencia de alcalinidad sódica.

<sup>16</sup> Senn, Horaldo. (2006). *Recursos Naturales de la provincia de Córdoba - Los Suelos*. Córdoba: Agencia Córdoba Ambiente.

Como se menciona anteriormente estos suelos corresponden a la capacidad de uso III sc, adecuados para cultivos y pasturas pero que requieren practicas de manejo y conservación más complejas, con drenaje imperfecto a moderado que, por exceso de humedad, restringen el normal crecimiento de los cultivos, asociados con suelos con moderada limitación climática vinculada a suelos afectados por moderada alcalinidad y/o salinidad y en menor medida a capacidad de uso IV w, suelos que requieren un mayor énfasis en las practicas de manejo y conservación de los mismos asociados a suelos con drenaje interno moderado a pobre que sufren inundaciones frecuentes ocasionando daño a los cultivos.

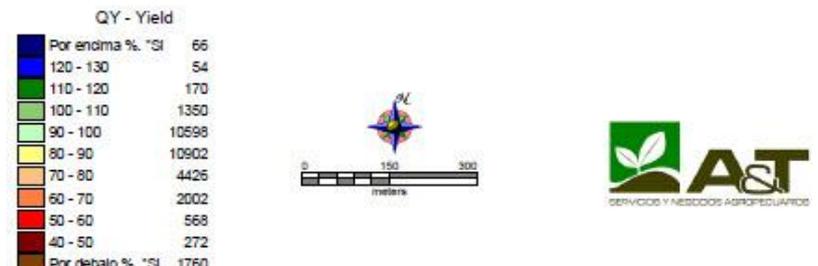
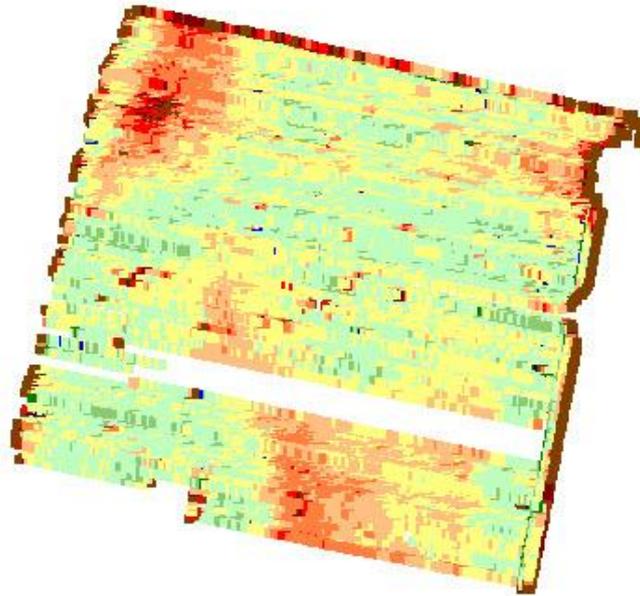
### **Modulo Agronómico**

El lote usado para este estudio fue el lote n 6 del establecimiento Los Trece, lote de maíz con antecesor soja (soja/maíz) con variabilidad marcada y conocida de 84,77 ha. El mismo presenta 5 zonas claramente diferenciales de rendimiento, a las cuales llamaremos ambientes, en las que se pretende variar la dosis de insumos nitrogenados y fosforados de acuerdo a los datos de suelos obtenidos mediante un monitoreo y muestreo dirigido de suelos realizados previamente.

A continuación se observan diferentes mapas de rendimiento de un mismo lote, obtenidos de la maquina cosechadora, en diferentes campañas, en los que se representa claramente su evolución, y alta variabilidad en rendimiento lo que alienta a la realización de dosis variable previa caracterización y delimitación de ambientes.

## Mapa de rendimiento Maíz 00-01

LOS TRECE  
Maíz 00-01  
Lote 6 (9964 kg/ha)

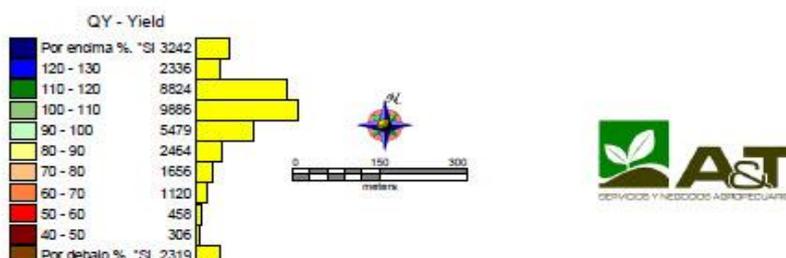
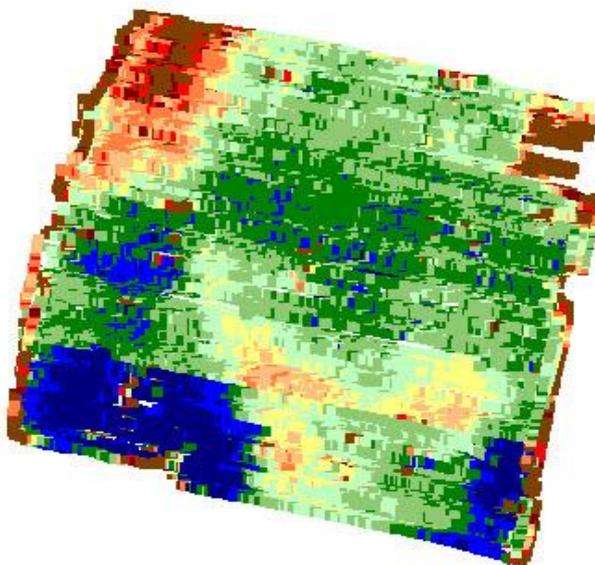


Fuente: Elaboración propia

De la lectura del mapa de rendimiento, campaña 2000-2001, cultivo: Maíz, se observa que las zonas más deficientes en cuanto a rendimiento se sitúan en los laterales del lote y ocupan un 17% del mismo, cuya topografía por presentar lomas de baja disponibilidad de nutrientes limitan el rendimiento del cultivo. Cabe destacar que se presenta un ambiente de características particulares, situado al noreste del lote, que expresa un muy buen potencial de rinde en años normales de precipitaciones, de lo contrario, por tener una topografía de bajo, en campaña de abundantes precipitaciones, se genera anegamiento de suelos, asfixiando al cultivo, derivando en una disminución del rinde.

## Mapa de rendimiento Maíz 02-03

LOS TRECE  
 MAÍZ 02-03  
 LOTE 6 (8977 kg/ha)

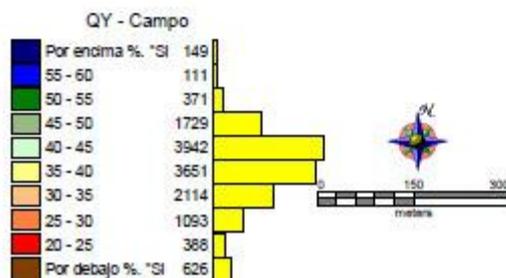
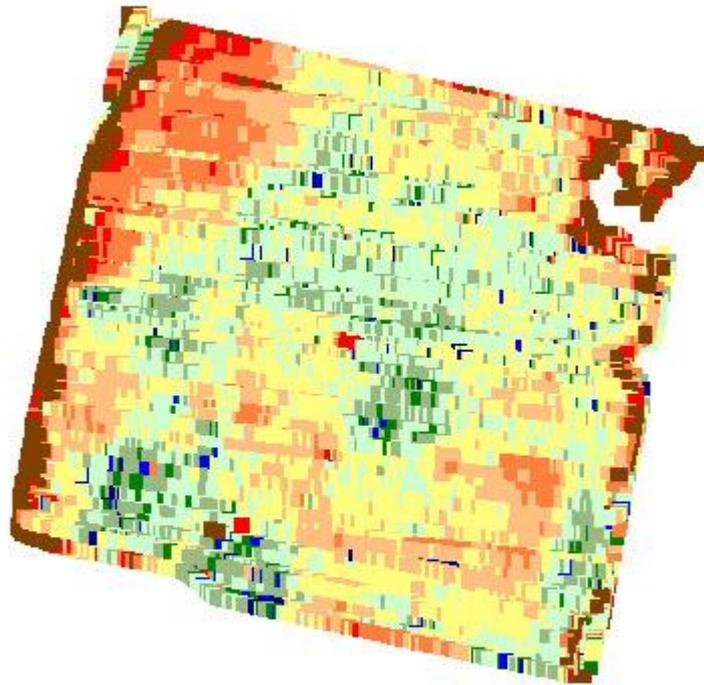


Fuente: Elaboración propia

De acorde al análisis del mapa de rendimiento, campaña 2002-2003, cultivo: maíz y en comparación con la campaña 00-01, se observa un aumento en el rinde(250 kg) en las zonas productivas o ambientes más propicios para el desarrollo del cultivo, ocupando las zonas centrales del lote, cuyos rindes superan los 110 qq, y en aquellos ambientes que por presentar características topográficas ligadas al empobrecimiento de nutrientes y carencia de los mismos se acentúa los bajos rindes ubicándose en los márgenes del noreste y noroeste del lote.

## Mapa de rendimiento Soja 05-06

LOS TRECE  
SOJA 05-06  
Lote 6  
Rto. Prom.: 3788 Kg/ha

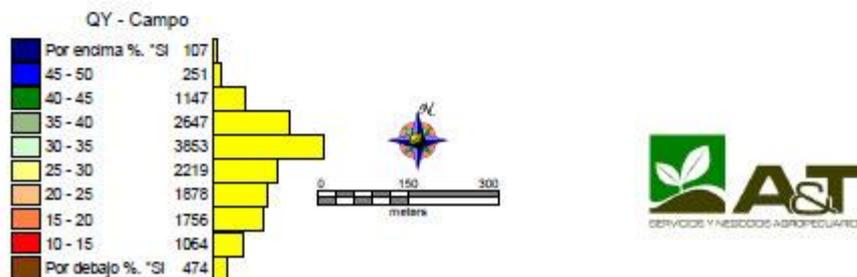
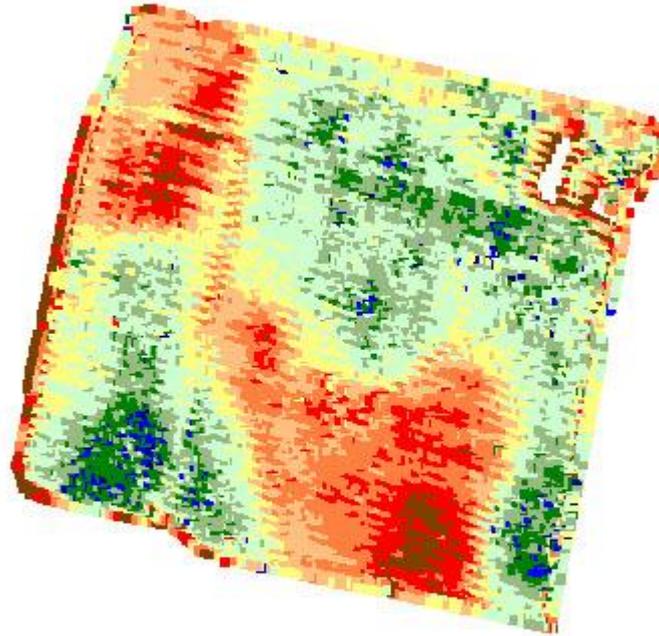


**Fuente: Elaboración propia**

Con la lectura de los mapas de rendimiento de las campañas anteriores se aprecia una clara diferenciación de potencial productivo del lote, ligadas principalmente a la topografía y morfología del suelo. Cabe destacar que la heterogeneidad del lote y las zonas de bajo rinde no están directamente ligadas con el cultivar, ya que como se presenta en este mapa de rendimiento de la campaña 05-06, cultivo: soja, los ambientes se siguen manifestando de la misma manera, diferenciando los mismos ambientes: en las cabeceras del noroeste y noreste del lote bajos rindes producto de lomas y bajos hidromórficos y/o salinos.

## Mapa de rendimiento Soja 07-08

Los Trece  
Soja 2007-2008  
Lote 6  
Rto. Prom.: 2870 Kg/ha

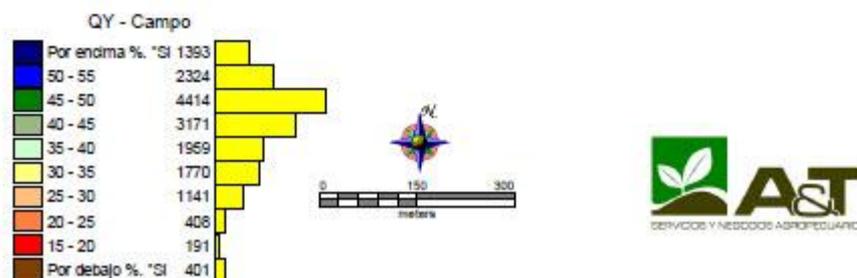
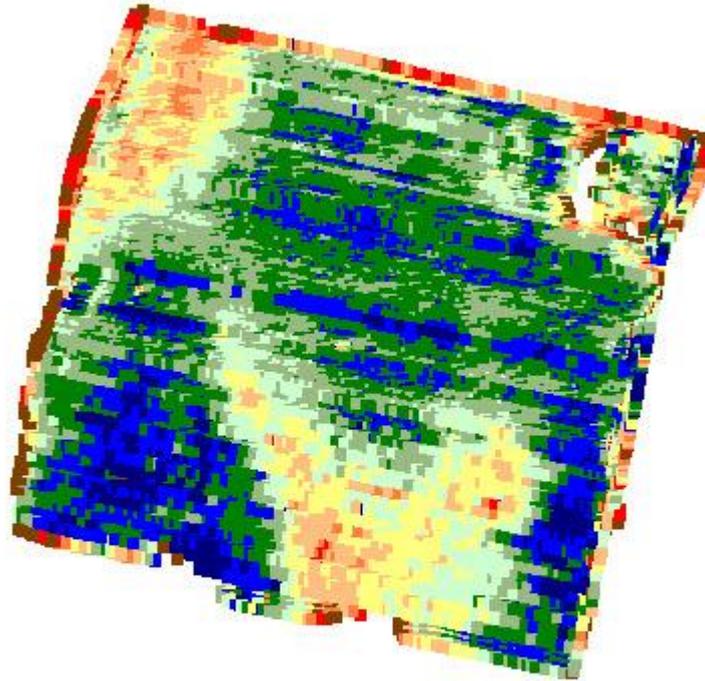


Fuente: Elaboración propia

Como se observa en este mapa de rendimiento, el ambiente de menor rendimiento ocupa la parte diagonal del lote con depresiones hasta debajo de los 40 qq de maíz, en cuanto al remanente, a sus costados, el rinde mejora superando los 100 qq. Se aprecia a simple vista los diferentes ambientes presentes en lote, cuya lectura nos motiva a la realización de muestreos dirigidos a campo para la puesta en marcha de la dosificación variable de insumos y realizar un manejo diferencial de insumos, variedades, híbridos, dosis de fertilización, distanciamiento entre hileras.

## Mapa de rendimiento Maíz 08-09

LOS TRECE  
POP 08-09  
Lote 6  
Rto. Prom.: 4268 Kg/ha



Fuente: Elaboración propia

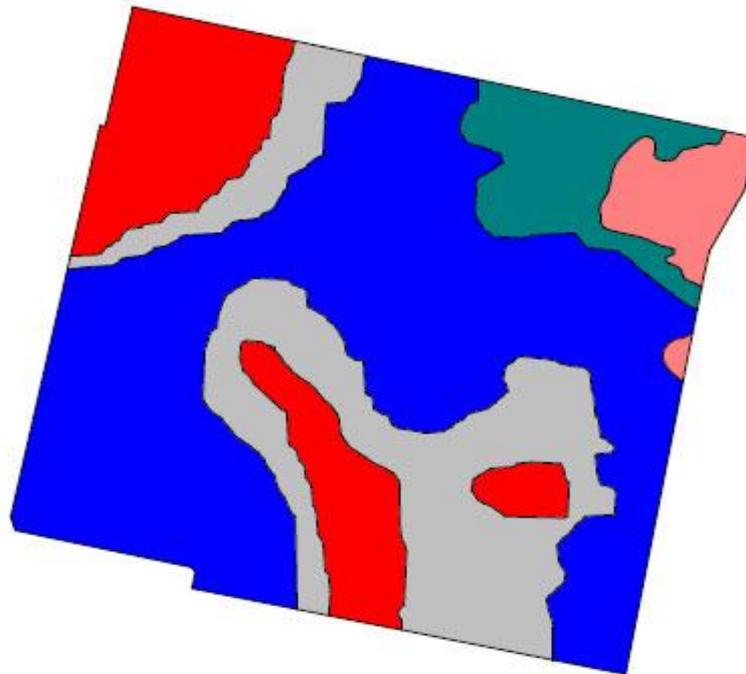
La lectura del mapa de rendimiento nos indica la heterogeneidad del lote n 6, mostrándonos la variabilidad del lote y su cuantificación permitiendo así establecer diferentes zonas para un manejo sitio específico. Como se menciona anteriormente, el lote posee un ambiente de 6 has de superficie cuyo rinde está estrechamente ligado con las precipitaciones ya que por presentarse como bajo de buena retención de agua, en años de abundante precipitación se produce anegamiento asfixiando el cultivo por consecuente disminuyendo los rindes, de lo contrario en años de precipitaciones normales este ambiente presenta rindes acorde al promedio del lote.

Al recopilar y analizar los mapas de rendimiento de un mismo lote de diferentes campañas y cultivos, se destaca claramente la correspondencia entre zona de manejo, es decir, tanto en la campaña de cultivo maíz, cebada y la campaña 08/09 de cultivo soja los rendimientos menores corresponden a la fracción diagonal del lote y las cabeceras del noreste y noroeste del mismo, y aquellos que expresan su máximo potencial se ubican en la fracción remante (laterales).

Una vez obtenida la variabilidad y su cuantificación se realiza el muestreo dirigido de suelos en las zonas de manejo previamente identificadas. Existen 5 zonas de diferente potencial agronómico, a la que llamaremos ambiente, ligadas a la carencia de determinados nutrientes, elevado pH y morfología del suelo; ambientes a tratar de manera diferencial aplicando insumos de acuerdo a los requerimientos y potencial productivo que pueda expresar cada sitio del lote, logrando obtener ventajas competitivas en cuanto a eficiencia y eficacia productiva.

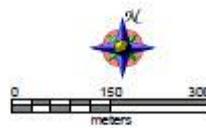
A continuación se observa el mapa de ambientación del lote en cuestión donde se representa con distintos colores las zonas con diferentes potenciales productivos. La definición del mapa de ambientes es el punto de partida para evaluar las causas de variabilidad y tomar decisiones de manejo diferencial, con el objetivo de tratar a cada unidad productiva de acuerdo a su potencial.

## Mapa de Ambientes Lote 6



Referencias

Bajo	42.12 hectareas
BHA	3.56 hectareas
Loma	13.75 hectareas
Prom	19.20 hectareas
Ver	6.16 hectareas



Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron de tres a cinco muestras de suelo de cada ambiente previamente identificado recorriendo el terreno en zig-zag, tomando sub muestras en cada vértice donde se cambiaba la dirección del recorrido. La profundidad del suelo a la cual se tomaron las sub muestras fue de 20 cm, utilizando un barreno holandés de tipo helicoidal Edelman. Esto coincide con la mayor concentración de raíces en el suelo y la exploración de las mismas, cabe destacar que el muestreo de suelos es una labor que nos permite determinar el nivel de disponibilidad de nutrientes y a partir de allí, a través del conocimiento de las necesidades de los cultivos, hacer recomendaciones de fertilización para lograr mejores rendimientos.

### Análisis de Suelo. Lote 6: Maíz

Identificación	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 3	Ambiente 4	Ambiente 5
Profundidad (cm)	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20
Reacción de pH	6,98	6,67	7.00	7.25	8.50
Materia Orgánica Total (%)	2.40	2.00	2.10	2.3	1.42
N-NO <sub>3</sub> (ppm)	20.80	18.21	13.22	13.05	10.54
N-NO <sub>3</sub> (Kg/ha)	54.08	47.35	34.37	31.33	27.40
Fósforo Extractable (ppm)	22.47	21,54	19.73	15.25	8.50
S-SO <sub>4</sub> (ppm)	11.14	10.78	9.89	8.98	6.87
S-SO <sub>4</sub> (Kg/ha)	28.96	28.03	25.71	19.47	17.86

Fuente: Elaboración propia

#### Materiales y Métodos:

- Nitrógeno: Extracción: Sulfato de Calcio

Método Analítico: Reducción del Cadmio

- Fósforo Extracción: Extractante Bray P1

Método Analítico: Reducción del Ácido Ascórbico.

- Potasio: Extracción: Extractante Mehlich 2 SIW

Método Analítico: Fluoride Acid

- Azufre: Extracción: Fosfato de Calcio

Método Analítico: Turbidéz del Sulfato de Bario

- Materia Orgánica: Método Analítico: Reducción del Dicromato de Potasio

- Reacción de pH: pH en agua, 1:2,5

**Ambiente 1 (Ambiente Azul):** Ambiente de muy alta productividad con rindes que superan los 120qq de maíz y 32qq de soja, este ambiente expresa su máximo potencial dentro del lote gracias a la morfología del mismo y también a la topografía que contribuye a un mejor desarrollo y crecimiento del cultivo; Su composición se caracteriza de la siguiente manera:

- **Nitrógeno:** Muy buena Fertilidad Actual, con parámetro químico adecuado.
- **Materia Orgánica:** Muy buena Fertilidad Potencial.
- **Fósforo:** Muy bien provisto.
- **Azufre:** Muy bien provisto, con parámetro químico adecuado.

- **Reacción de pH:** Ligeramente neutro.

**Ambiente 2(Ambiente Gris):** Ambiente de alta productividad con rindes que oscilan los 90 a 100 qq de Maíz y 25-30qq de soja, que representan la productividad promedio del lote, dicho ambiente ocupan un 19% del lote y su composición es la siguiente:

- **Nitrógeno:** Buena Fertilidad Actual. Adecuado.
- **Materia Orgánica:** Mediana Fertilidad Potencial.
- **Fósforo:** Muy bien Provisto.
- **Azufre:** Bien Provisto.
- **Reacción de pH:** Ligeramente Acido.

**Ambiente 3(Ambiente Rojo):** Ambiente de mediana a baja productividad, reflejando una disminución en los rindes producto del déficit nutricional en cuanto a fosforo y nitrógeno, zona que incita a realizar un manejo diferencial de nutrientes y de semilla ya que dicho ambiente se caracteriza por encontrarse en las lomas del lote.

- **Nitrógeno:** Media Fertilidad actual.
- **Materia Orgánica:** Mediana fertilidad Potencial.
- **Fosforo:** poco provisto.
- **Azufre:** Muy Provisto.
- **Reacción de pH:** Neutro.

**Ambiente 4(Ambiente Verde):** Ambiente cuyo rendimiento está estrechamente ligado con la génesis y composición del suelo. Este ambiente se caracteriza por ser un bajo franco arcilloso lo que nos indica que en épocas de muchas lluvias este ambiente sufre anegaciones constantes y prolongadas, remplazando el aire contenido en el suelo por agua provocando la asfixia de la planta y por consecuente disminuyendo el rinde, de lo contrario, con precipitaciones normales estos bajos llegan a rendimientos promedios del lote alcanzando los 10000 kg/ha de maíz. En este ambiente el clima, específicamente las precipitaciones, es una de las variables más

preponderantes a la hora de evaluar cultivar, densidad y estrategia de fertilización.

- **Nitrógeno:** Media fertilizad actual.
- **Materia orgánica:** Buena fertilidad potencial.
- **Fosforo:** Medianamente provisto.
- **Azufre:** Medianamente provisto.
- **Reacción de PH:** ligeramente acido.

**Ambiente 5(Ambiente Rosa):** Como se menciona en la caracterización del suelo, este ambiente pertenece a grandes grupos de acuerdo al sistema soil taxonomy tales como Natracuol, Hapludol, Natrudol y Natracualf, que acompañados en menores proporciones por Natralbol y Argialbol, presentan un porcentaje de sodio intercambiable de más del 15 % y un pH superior a 8.5, y como es sabido, provoca dificultades para el crecimiento de la mayoría de las plantas, tanto por su toxicidad como por el deterioro de las propiedades físicas del perfil. Es un ambiente que por presentar alto porcentaje de sodio intercambiable incita a la dosificación variable con sulfato de calcio y mejorar las prácticas de manejo, disminuyendo competencia y aumentando la cobertura.

- **Nitrógeno:** Media fertilidad actual
- **Materia Orgánica:** baja fertilidad potencial
- **Fosforo:** Medianamente provisto
- **Azufre:** Provisto
- **Reacción de PH:** Alcalino

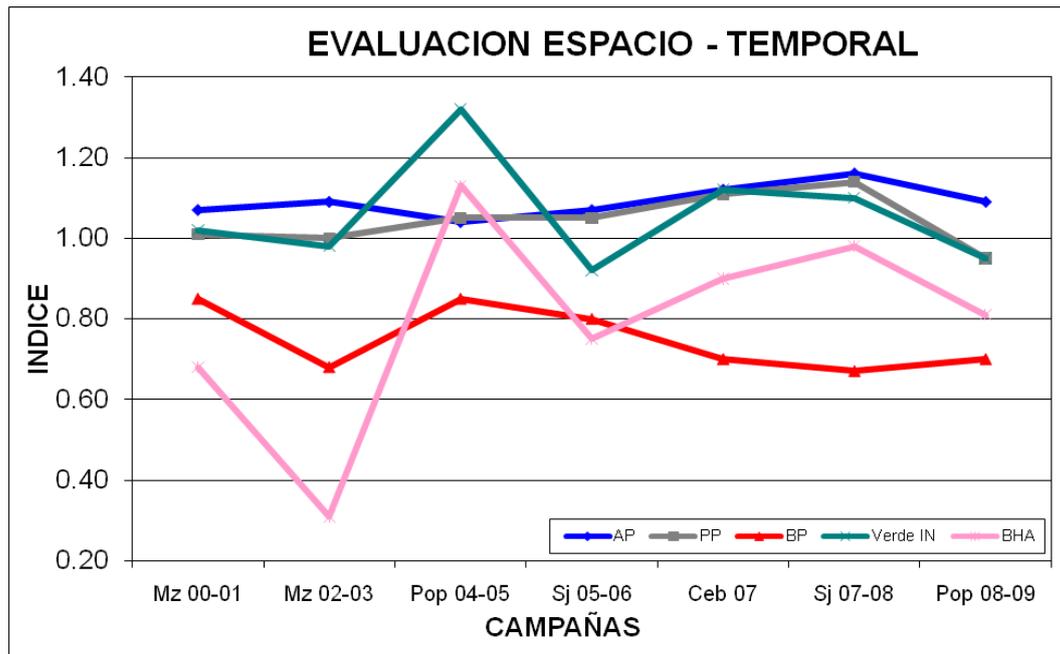
A partir de la definición de los ambientes productivos de diferente potencial, de conocer su variabilidad, cuantificarla y de realizar los muestreos de suelos pertinentes, se podrá realizar la aplicación de insumos de dosis variable, comenzando con el desarrollo del mapa de prescripción, mapa que representa las indicaciones de dosis por ambiente para realizar aplicaciones variables de insumos (semillas, fertilizantes, herbicidas, insecticidas, etc.).

Campaña tras campaña se obtuvieron los datos de rindes, cultivar y en que ambientes se manifestaba un crecimiento del rendimiento y en cuales una disminución. Se establecieron índices de rendimiento con el fin de comparar campañas, cultivares y ambientes para poder contar con una amplia información para la mejor toma de decisiones, dichos índices nos indican el rendimiento del cultivar en cada ambiente ya diferenciado, si se multiplica el índice por el rendimiento promedio se establece el rendimiento en kg en el ambiente.

Campaña	AP	PP	BP	Verde IN	BHA	Rto Prom
Mz 00-01	1.07	1.01	0.85	1.02	0.68	99.64
Mz 02-03	1.09	1.00	0.68	0.98	0.31	99.77
Pop 04-05	1.04	1.05	0.85	1.32	1.13	43.21
Sj 05-06	1.07	1.05	0.80	0.92	0.75	37.88
Ceb 07	1.12	1.11	0.70	1.12	0.90	43.75
Sj 07-08	1.16	1.14	0.67	1.10	0.98	28.70
Pop 08-09	1.09	0.95	0.70	0.95	0.81	42.68

Fuente: Elaboración propia

Al plasmar dichos índices de manera grafica se observa que ambientes de baja producción (línea roja), sin importar el cultivar, se mantiene bajo el índice promedio y con un comportamiento inverso a los restantes ambientes, ya que se observa un crecimiento de rendimiento en campanas que van desde 05-06 a 07-08 en ambientes de alta producción (azul), producción promedio (gris) y el ambiente verde, y una depresión en ambiente rojo en las mencionadas campañas (1). Esta es una valiosa información ya que nos demuestra que es un ambiente que por más que dispongamos muchos nutrientes no va a haber una respuesta marcada pero si nos motiva a jugar y manipular en cuanto a densidad de semilla. Cabe destacar que para ambientes tal como el rosa un correcto manejo de nutrientes, en especial sulfato de calcio, y densidad de semillas de manera diferencial produce una respuesta de manera significativa en el rinde. Otros ambientes como el verde, producen una respuesta significativa no solo por un manejo diferencial de insumos sino por las precipitaciones que se realizaron durante la campaña.



Fuente: Elaboración propia

Como se pudo observar en la evolución de los cultivos se muestra claramente las zonas que carecen de nutrientes, que por su topografía y por presentar alcalinidad reducen el rendimiento del cultivo, dicho evento alienta la incorporación de dosificación variable como una herramienta primordial para el logro de los objetivos del establecimiento, pero cabe destacar que la adquisición de dosificación variable debe ir anexada de un previo análisis de lotes que cuya variabilidad nos conduzca a esta herramienta siendo financiera y agrónicamente conveniente para el establecimiento, ya que si se presenta un porcentaje muy pequeño de variabilidad en los ambientes no sería conveniente aplicar esta herramienta, de lo contrario si el establecimiento como antes visto reúne lotes que presentan una marcada variabilidad ambiental se justifica la implementación y adquisición de la dosificación variable de insumos.

### Estrategia de dosificación variable

En los sistemas tradicionales de producción se utilizan dosis uniformes u homogéneas de fertilización en la siembra, tal es el caso del establecimiento San Antonio de los trece que bajo criterio y estrategia de fertilización realiza una dosis uniforme de nitrógeno (urea) y fósforo (mezcla) a razón de 70-80 kg de urea y 85-90 kg de fósforo bajo mezcla química, sin focalizarse en la extracción de nutrientes del cultivo ni en criterios de suficiencia y reposición.

Es fundamental realizar una definición y estrategia de fertilización, observar las necesidades y requerimientos del cultivo y que recursos se disponen en el medio suelo. En el plano agronómico se sabe que para el cultivo de maíz la extracción de nutrientes cada 1000 kg es la siguiente:

Cultivo	N	P	K	S	Ca	Mg
Maíz	15	3	3	0.6	0.1	1

Fuente: IPNI

A base del criterio de reposición de nutrientes, es decir aplicar el nutriente extraído por el cultivo, reponiendo el nutriente al suelo, se realizó la definición y estrategia de fertilización en los 5 ambientes delimitados predisponiendo el rinde objetivo en cada uno de los mismos.

- **Ambiente 1:** Como se definió, este es un ambiente de muy alta productividad donde los rindes, en óptimas condiciones, superar los 120 qq de maíz por hectárea. Se establece como rinde objetivo 135 qq/ha y una fertilización en la siembra de: 202.5 kg N/ ha y 40 kg P/ha siguiendo el criterio de reposición por extracción de nutrientes.
- **Ambiente 2:** Ambiente de alta productividad y de muy buena respuesta a fertilización, con rinde objetivo de 110qq/ha. De acuerdo al criterio de reposición de nutrientes se requieren 165 kg N/ha y 33 kg P/ha.
- **Ambiente 3:** Ambiente de baja fertilidad, bajo contenido de nutrientes. Se apunta a un rendimiento de 8500 kg por hectárea a base de una buena fertilización en cuanto a N y P, a razón de 127.5 kg/ha y 33 kg/ha respectivamente.



- **Ambiente 4:** Ambiente de alta incidencia climática, se proyectan rindes de 110 qq por hectárea. Con fertilización en la siembra de 165 kg de N y 33 kg de P por hectárea.
- **Ambiente 5:** Ambiente de bajo potencial productivo, limitado por carencia de nutrientes y por presencia de sodio. Se proyectan rindes de 70 quintales por hectárea y una fertilización de 105 kg de N y 21 Kg de P a la siembra. Cabe destacar que es un ambiente propicio para la aplicación de sulfato de calcio con fin de lograr correcciones en niveles de sodio, logrando disminuir la presencia de los mismos y su PSI (porcentaje de sodio intercambiable).

### **Modulo financiero**

El proyecto parte de la compra de una sembradora con equipo de prescripción variable, cuya afectación es del 100% ya que será utilizado estrictamente para este proyecto y un tractor, el cual, solo se le imputará al proyecto el 50% de su costo y amortizaciones, porque se asume que el mismo también es utilizado en otros proyectos del mismo establecimiento durante el tiempo que no está afectado a la siembra.

El análisis se efectuó para un horizonte temporal de 5 años, con un valor residual de la inversión del 50 % (precio de venta al término del proyecto) a la sembradora, ya que la misma sufre poco desgaste y solo es utilizada en campana gruesa, y una vida útil contable de 10 años, un 50% al tractor y 5 años de vida útil contable, sin valor residual para el equipo de dosis variable por obsolescencia tecnológica y con una vida útil contable de 5 años. El precio de referencia de maíz que se utilizó para la elaboración del flujo fue el promedio del mercado a término Rosario de 477 \$/ton (47.7 \$/qq), del mes de mayo de 2010, precisamente mes en cual se cosechó el lote. Estos flujos de efectivo fueron calculados en pesos y para la tasa de cambio, para el cálculo de insumos cuyo valor es en dólares, se utilizó un tipo de cambio de \$3,98 promedio del mes de cosecha, obtenido del banco Nación; la superficie trabajada es de 1000 hectáreas. Las características de las inversiones se presentan a continuación:

### Inversiones

	Valor de Origen	Vida útil contable(años)	Valor residual	Afectación	Amortización
<b>Tractor</b>	\$ 338,300.00	5	50%	50%	\$ 67,660.00
<b>Sembradora</b>	\$ 390,000.00	10	50%	100%	\$ 39,000.00
<b>Equipo variable</b>	\$ 65,000.00	5	0%		\$ 13,000.00
<b>Total</b>	\$ 793,300.00				\$ 119,660.00

- **Tractor Challenger MT 570 (200 Hp)**
- **Sembradora Pierobon Mix 2B 980**
- **Equipo dosificación variable Verion**

La proyección del **flujo de caja** constituye uno de los elementos más importantes del estudio de un proyecto ya que la evaluación del mismo se efectuó sobre los resultados que en ella se determinen.

Para el cálculo de los flujos efectivos de operación se realizó lo siguiente:

Ingresos sujetos a impuestos

- Gastos sujetos a impuestos

-Amortizaciones

= **Margen bruto**

- Impuestos a las Ganancias

= **Beneficio neto**

+ Amortizaciones

= **Flujo efectivo de operación**

A continuación se detallan los componentes de los distintos ítems nombrados:

### **Ingresos sujetos a impuestos**

Estos se calculan utilizando la media ponderada del rendimiento por la superficie observada en cada zona de manejo, por el precio pizarra del cultivo, y luego se le sustrae los costos de comercialización, un 34% del precio de pizarra Rosario, en los costos de comercialización se tuvo en cuenta el Flete largo, los Impuestos y sellado y comisión.

#### Rinde por ambientes

Ambiente	1	2	3	4	5	Total
<b>Rendimiento por ambiente(Tn)</b>	10.7	10.1	8.46	10.1	6.7	
<b>Hectáreas</b>	42.12	19.26	13.68	6.16	0.20	81.42
<b>Porcentaje Hectáreas</b>	51.7%	23.7%	16.8%	7.6%	0.2%	100%
<b>Ingreso/Ha</b>	\$ 5,101.84	\$ 4,824.77	\$ 4,041.34	\$ 4,824.77	\$ 3,200.59	\$ 21,983.95
<b>Ingreso ponderado</b>	\$ 2,639.27	\$ 1,141.31	\$ 679.02	\$ 365.03	\$ 7.86	\$ 4,832.48

Como se puede observar, se diferencio al lote en 5 ambientes de acuerdo a su potencial productivo, seguido de la superficie en porcentaje correspondiente a cada ambiente, luego, con los datos de la superficie trabajada y el precio pizarra Rosario se obtuvo el ingreso por ha, estableciendo en última instancia el cálculo del ingreso ponderado, criterio útil para obtener el ingreso sujeto a impuestos.

### **Gastos sujetos a impuestos**

En este ítem se incluyeron los costos de siembra, (mano de obra, combustible y lubricantes, costo de reparación, y gastos administrativos), el costo de los insumos utilizados (urea, fosfato mono amónico, y maíz bt RR) y el costo de la cosecha tercerizada, ya que el establecimiento no cuenta con maquinaria para realizar la recolección de los frutos, suponiendo que la superficie trabajada es de 1000 has.

#### Costo 1000 Has

Insumos	Cantidad/lts/gr/has	Precio/unidad	Tipo de Cambio	Total
Semilla (Bolsa)	1020	\$ 155.00	\$ 3.98	\$ 629,238.00
Urea (Tn)	100	\$ 570.00	\$ 3.98	\$ 226,860.00
Fosfato mono amónico	95	\$ 555.00	\$ 3.98	\$ 209,845.50
Glifosato	6000	\$ 2.45	\$ 3.98	\$ 58,506.00
Sulfato de amonio(lts)	3000	\$ 1.15	\$ 3.98	\$ 13,731.00
Dicamba	250	\$ 12.50	\$ 3.98	\$ 12,437.50
Ph checker (lts)	110	\$ 1.30	\$ 3.98	\$ 569.14
Match	350	\$ 40.00	\$ 3.98	\$ 55,720.00
Fungicida	400	\$ 50.00	\$ 3.98	\$ 79,600.00
Gasoil(lts)	3000	\$ 1.20	\$ 3.98	\$ 14,328.00
Lubricante(lts)	3	\$ 3.85	\$ 3.98	\$ 45.97
Gastos Administrativos	1	\$ 35.00	\$ 3.98	\$ 139.30
Costos de reparación	1	\$ 20.00	\$ 3.98	\$ 79.60
Muestreo y análisis	20	\$ 15.00	\$ 3.98	\$ 1,194.00
Fumigada(has)	4500	\$ 5.00	\$ 3.98	\$ 89,550.00
Cosecha	1000	\$ 240.00		\$ 240,000.00

Total	\$ 1,631,844.01
Costos total/ ha	\$ 1,631.84

### **Amortizaciones**

Aquí se incluyeron las amortizaciones de los implementos necesarios para la siembra con agricultura de precisión (tractor, sembradora, equipo de dosis variable). El método de amortización utilizado fue el determinado por las normas contables y uno de los más utilizados, el lineal. Si bien no son una partida real de dinero se los tiene en cuenta para obtener el beneficio impositivo.

### ***Intereses de deuda***

En este trabajo se considero que la inversión fue de un 100% con capital propio.

### ***Impuestos a la Ganancias***

Para determinar este monto se calculo como el 35% del margen bruto.

### ***Amortizaciones***

En este ítem se vuelven a tomar las amortizaciones en este caso van sumando al no ser estas una partida real de dinero estas quedan en la empresa. Por lo cual, en el cálculo de flujo efectivo de operación deben ser tenidos en cuenta.

### ***Flujo de efectivo de operación (FEO)***

Se define cómo el flujo efectivo de dinero que origina la empresa en sus actividades operativas normales. Es el monto de dinero real que percibe la empresa durante el desempeño de sus funciones, que otorgue valores positivos no significa que la inversión sea conveniente para la empresa, dado que ese flujo inicial, al ajustarlo a la tasa de costo de oportunidad, puede no recuperar la erogación inicial.

## **FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO**

La tasa de costo de oportunidad que se utilizó para evaluar el proyecto es la tasa efectiva anual que nos provee el Banco Nación (20.57%) para el sector agropecuario ya que señala la tasa a la que efectivamente está colocado el capital, tasa que incluye el pago de interés, impuestos, comisiones y otros gastos vinculados a la operación.

**Flujo de fondos 1000 Has**

	0	1	2	3	4	5
<b>Ingreso por ventas</b>		\$ 4,832,481.73	\$ 4,832,481.73	\$ 4,832,481.73	\$ 4,832,481.73	\$ 4,832,481.73
Costo de comercialización		\$ 1,643,043.79	\$ 1,643,043.79	\$ 1,643,043.79	\$ 1,643,043.79	\$ 1,643,043.79
<b>Ingreso Sujeto a impuestos</b>		\$ 3,189,437.94	\$ 3,189,437.00	\$ 3,189,437.00	\$ 3,189,437.00	\$ 3,189,437.00
Gastos sujeto a impuestos		\$ 1,631,844.00	\$ 1,631,844.00	\$ 1,631,844.00	\$ 1,631,844.00	\$ 1,631,844.00
Amortización		\$ 119,660.00	\$ 119,660.00	\$ 119,660.00	\$ 119,660.00	\$ 119,660.00
<b>Margen Bruto</b>		<b>\$ 1,437,933.94</b>	<b>\$ 1,437,933.00</b>	<b>\$ 1,437,933.00</b>	<b>\$ 1,437,933.00</b>	<b>\$ 1,437,933.00</b>
-Impuesto a las ganancias (35%)		\$ 503,276.88	\$ 503,276.55	\$ 503,276.55	\$ 503,276.55	\$ 503,276.55
<b>Beneficio neto</b>		<b>\$ 934,657.06</b>	<b>\$ 934,656.45</b>	<b>\$ 934,656.45</b>	<b>\$ 934,656.45</b>	<b>\$ 934,656.45</b>
Amortización		\$ 119,660.00	\$ 119,660.00	\$ 119,660.00	\$ 119,660.00	\$ 119,660.00
Inversión Inicial	\$ -793,300.00					
<b>Flujo efectivo de operación</b>		<b>\$ 1,054,317.06</b>	<b>\$ 1,054,316.45</b>	<b>\$ 1,054,316.45</b>	<b>\$ 1,054,316.45</b>	<b>\$ 1,054,316.45</b>

Los resultados del análisis, suponiendo una superficie trabajada de 1000 hectáreas, mientras las condiciones del cultivo utilizado para el análisis sean similares a las presentadas en el trabajo y tomando como base el flujo de fondos del año 1 fue el siguiente:

**Valor Actual Neto (VAN): \$ 2.320.609,76**

**Tasa Interna de Retorno (TIR): 130%**

Estos resultados confirman que el proyecto de la compra de la sembradora con el equipo de dosificación variable es altamente rentable mientras las condiciones del cultivo utilizado para el análisis sean similares a las presentadas en este trabajo. Siguiendo el criterio de aceptación o rechazo, el proyecto debería aceptarse ya que proporciona esa cantidad de remanente por sobre lo exigido en el periodo de estudio considerado. La TIR de este proyecto es del 130% y comparándola con la tasa de descuento, coincide con el resultado del VAN, el proyecto debe aceptarse.

De no ser así el método de análisis de este trabajo permite realizar un análisis que determina si le aporta valor a la empresa o no la compra de su maquinaria.

## Análisis de Sensibilidad

### Sensibilización del VAN para diferentes hectáreas trabajadas

En este análisis se evaluó los cambios del VAN antes cambios en las hectáreas en producción únicamente y todas las demás variables se mantienen constantes.

En el proyecto se pronosticó con una superficie trabajada de 1000 has propias, a un precio de pizarra Rosario de \$477/tn, obteniendo un VAN de \$ **2.320.609,76** con una tasa de descuento del 20.57%. En el siguiente cuadro y gráfico puede visualizarse los diferentes cambios que va sufriendo el valor actual neto ante disminuciones y aumentos en la superficie trabajada. Y en función de los resultados obtenidos, se podrá trabajar hasta una superficie de 250 hectáreas, ya que a partir de un valor inferior al mismo el VAN será negativo.

**Tabla: Cálculo de variaciones del VAN ante cambios en la superficie trabajada.**

Variación (%)	Superficie (Hectáreas)	VAN (\$)
<b>-75%</b>	<b>250</b>	<b>-35.825,04</b>
<b>-73%</b>	<b>270</b>	<b>10.383</b>
<b>-70 %</b>	<b>300</b>	<b>110.503</b>
<b>-65%</b>	<b>350</b>	<b>213.328</b>
<b>-45%</b>	<b>550</b>	<b>1.001.437</b>
0	1000	2.320.609,76
<b>25 %</b>	<b>1250</b>	<b>3,211,953.12</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar claramente la sensibilidad de la superficie trabajada es muy pequeña ya que en este caso, se trabaja con un área bastante extensa donde los ingresos superan claramente los egresos y la inversión del bien de uso, que es muy pequeña comparada a los ingresos obtenidos en la actividad. De acorde al análisis, el proyecto muestra una amplia variabilidad del VAN para superficies menores a 260 has, ya que a menores superficies el proyecto no es viable, pero para superficies mayores a la mencionada, se torna factible. En fin, de ser un proyecto de aplicación en 250 has o menor superficie, y siguiendo los

criterios de aceptación, el proyecto no debería de aceptarse, pero en este caso la superficie y los ingresos son lo suficientemente amplios como para recuperar la inversión inicial.

### Otros escenarios

Las condiciones y las variables analizadas en el proyecto nos sitúan en un escenario optimista, caracterizado por muy buenos rindes producto de un régimen de lluvias homogéneo y de buenas precipitaciones, insumos moderadamente accesibles y buen perfil de humedad, sin siniestros agrícolas (granizo).

Aquí se plantea un escenario desfavorable-pesimista, en donde la variable costos de insumos, semilla, fertilizante y labores, sufren una alteración en las cotizaciones aumentando un 25% y el rendimiento, por condiciones climáticas adversas, merma un 20%.

#### Aumento del 25% en costos 1000 Has

Insumos	Cantidad/lts/gr/has	Precio/unidad	Tipo de Cambio	Total
Semilla (Bolsa)	1020	\$ 193.75	\$ 3.98	\$ 786,547.50
Urea(Tn)	100	\$ 712.50	\$ 3.98	\$ 283,575.00
Fosfato mono amónico/ Mezcla Mosaic	95	\$ 693.00	\$ 3.98	\$ 262,023.30
Glifosato	6000	\$ 3.06	\$ 3.98	\$ 73,072.80
Sulfato de amonio(lts)	3000	\$ 1.43	\$ 3.98	\$ 17,074.20
Dicamba	250	\$ 15.62	\$ 3.98	\$ 15,541.90
Ph checker(lts)	110	\$ 1.60	\$ 3.98	\$ 700.48
Match	350	\$ 50.00	\$ 3.98	\$ 69,650.00
Fungicida	400	\$ 62.50	\$ 3.98	\$ 99,500.00
Gasoil(lts)	3000	\$ 1.50	\$ 3.98	\$ 17,910.00
Lubricante(lts)	3	\$ 4.81	\$ 3.98	\$ 57.43
Gastos Administrativos	1	\$ 43.75	\$ 3.98	\$ 174.13
Costos de reparación	1	\$ 27.00	\$ 3.98	\$ 107.46
Fumigada	4500	\$ 6.25	\$ 3.98	\$ 111,937.50
Muestreo y análisis	20	\$ 8.75	\$ 3.98	\$ 696.50
Cosecha	1000	\$ 300.00		\$ 300,000.00

<b>Total</b>	<b>\$ 2,038,568.20</b>
<b>Costos total/ ha</b>	<b>\$ 2,038.57</b>

El aumento de insumos en un 25%, incrementa notablemente el costo total de producción para mil hectáreas y también reduce el flujo de fondos. Pero cabe destacar la amplia participación de las semillas en el total de los costos, un 38% de participación de dicho insumo indica la importancia en planteos financieros de evaluación de proyectos agropecuarios, cuya variación en su cotización puede llegar a influir a la hora de evaluar y deliberar que cultivo realizar, ya que aumentos en el precio de la bolsa de maíz motiva a muchos productores, que persiguen objetivos de alimentación animal, a escoger un producto sustituto, de menor valor económico y de semejantes prestaciones, como lo es el sorgo.

**Rinde por ambientes con merma de un 20%**

<b>Ambiente</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Total</b>
<b>Rendimiento por ambiente(Tn)</b>	8.6	8.1	6.76	8.1	5.4	
<b>Hectáreas</b>	42.12	19.26	13.68	6.16	0.20	81.42
<b>Porcentaje Hectáreas</b>	51.7%	23.7%	16.8%	7.6%	0.2%	
<b>Ingreso/Ha</b>	\$ 4,089.11	\$ 3,859.82	\$ 3,229.25	\$ 3,859.82	\$ 2,560.47	\$ 17,598.47
<b>Ingreso ponderado</b>	\$ 2,115.37	\$ 913.04	\$ 542.57	\$ 292.02	\$ 6.29	\$ 3,869.30

Una vez que se reunió los datos, tanto de ingresos como de gastos, se realizó el flujo de fondos para el mismo proyecto pero con un escenario donde los insumos aumentaban un 25% y el rendimiento del lote mermaba de 20% por bajas precipitaciones.

**Flujo de fondos 1000 Has**

	0	1	2	3	4	5
<b>Ingreso por venta</b>		\$ 3,869,297.25	\$ 3,869,297.25	\$ 3,869,297.25	\$ 3,869,297.25	\$ 3,869,297.25
Costo de comercialización		\$ 1,315,561.06	\$ 1,315,561.06	\$ 1,315,561.06	\$ 1,315,561.06	\$ 1,315,561.06
Ingreso Sujeto a impuestos		\$ 2,553,736.19	\$ 2,553,736.18	\$ 2,553,736.18	\$ 2,553,736.18	\$ 2,553,736.18
Gastos sujeto a impuestos		\$ 2,038,568.00	\$ 2,038,568.00	\$ 2,038,568.00	\$ 2,038,568.00	\$ 2,038,568.00
Amortización		\$ 119,660.00	\$ 119,660.00	\$ 119,660.00	\$ 119,660.00	\$ 119,660.00
<b>Margen Bruto</b>		<b>\$ 395,508.19</b>	<b>\$ 395,508.18</b>	<b>\$ 395,508.18</b>	<b>\$ 395,508.18</b>	<b>\$ 395,508.18</b>
Impuesto a las ganancias (35%)		\$ 138,427.87	\$ 138,427.86	\$ 138,427.86	\$ 138,427.86	\$ 138,427.86
<b>Beneficio neto</b>		<b>\$ 257,080.32</b>				
Amortización		\$ 119,660.00	\$ 119,660.00	\$ 119,660.00	\$ 119,660.00	\$ 119,660.00
Inversión Inicial	<b>\$ -793,300.00</b>					
<b>Flujo efectivo de operación</b>		<b>\$ 376,740.32</b>				

**VALOR ACTUAL NETO**

El VAN de este proyecto, con una tasa de descuento del 20.57% y un horizonte temporal de 5 años, es de 319,397 pesos. Siguiendo el criterio de esta medida, el proyecto debería aceptarse ya que proporciona esa cantidad de remanente por sobre lo exigido. Se espera una disminución en el VAN pero aquí se observa que en condiciones donde los rindes son dispares y no los esperados y los precios de los principales insumos agropecuarios observan un aumento, el proyecto sigue siendo rentable.

**TASA INTERNA DE RETORNO**

La TIR de este proyecto es del 38%. Comparándola con la tasa de descuento, coincide con el resultado del VAN, el proyecto debe aceptarse.

## CONCLUSIÓN DEL PROYECTO

En este trabajo de graduación se evaluó la factibilidad agronómica-financiera de implementar dosificación variable de insumos, en un establecimiento agrícola ganadero ubicada en la localidad de Reducción, provincia de Córdoba.

Para lo cual, se recopiló todos los datos necesarios para elaborar un flujo de caja con un horizonte de 5 años, determinando inversiones, costos y beneficios del proyecto. Se evaluaron los resultados, y en cuanto a lo financiero, se determinó la rentabilidad obteniendo, con una tasa de descuento del 20.57% anual, un VAN de **2.320.609,76** pesos y una TIR del 130%. En función del comportamiento de las variables pronosticadas, y siguiendo la teoría de los criterios de aceptación o rechazo de un proyecto, nos indican que esta inversión debe aceptarse. Para un mejor análisis se evaluó el impacto y la variabilidad de la superficie trabajada con dosificación variable, alterando dicha variable, se observó que para grandes extensiones y en campañas prosperas y de buenos rindes es un proyecto altamente viable dentro del periodo considerado, de lo contrario, en extensiones rurales menores a las 250 hectáreas es un proyecto de nula viabilidad financiera demostrando alta sensibilidad en cuanto a superficie trabajada, ya que los ingresos obtenidos no superan con claridad la inversión realizada, pero cabe destacar la importancia de la inversión en ahorro de costos de insumos y en el eficiente uso de los mismos, variable que actualmente sufre alteraciones aumentando su precio constantemente, y en optimización de ambientes productivos, pudiendo duplicar los rindes en zonas aptas utilizando menores insumos en el lote, siendo eficiente en la aplicación y dosificación de los mismos. Cerrando el análisis financiero y en última instancia, se postulo otro modelo, otro escenario, caracterizado por un aumento en los insumos del orden de 25% y una disminución del rinde de 20%, lo cual se observó que para escenarios pesimistas, como el mencionado, el proyecto es viable financieramente ya que otorga un remanente por sobre la inversión de 319,397 pesos y una TIR de 38%; pero cabe destacar la importancia y peso que posee el insumo semilla maíz, ya que en las últimas campañas dicho insumo ha experimentado un aumento de 25% y su participación en planteos de siembra ocupa un 38%,

característica que nos somete a eficientizar el uso de la semilla de maíz, que se encarece en conjunto con los fertilizantes campaña tras campaña, disponiendo la densidad óptima de acorde a la productividad de cada ambiente.

En el aspecto agronómico, este es un proyecto altamente viable que se debe implementar en el establecimiento, debido a que más de la mitad de los lotes de los establecimientos cuentan con una variabilidad marcada, ya sea por génesis, topografía, cultivar, etc.; fomentando a la dosificación variable de fertilizantes como de semilla. Como mencionaba la dosificación variable no solo puede ser aplicada a la fertilización sino también se puede incluir la dosificación variable de semilla y distanciamiento entre surcos, variando su disposición y acercando o alejando los surcos, de acorde a las exigencias, morfología y objetivos a perseguir, y mas allá de la dosificación aplicada a la siembra, dicha herramienta puede ser muy útil en labores de pulverización, puntualizando los denominados “chanchos”(franjas que por errores del operador no son pulverizadas), variando la dosificación de agroquímicos de acorde al ataque, infestación y severidad de daño en el cultivo y dentro de un mismo lote. Logrando de esta manera, no solo disminuir el efecto toxico generado por los fertilizantes sino también el generado por los agroquímicos, contribuyendo al medio ambiente y posicionando a la agricultura como una agricultura sustentable, ahorrando insumos por la disposición y aplicación efectiva y en donde es necesaria dicha aplicación con la dosis apropiada. Dichas características hacen a la dosificación variable una herramienta primordial y poli funcional que al ser aprovechada en su totalidad otorga enumerables beneficios. San Antonio de los trece posee bajo explotación más de 4000 has agrícolas, dato relevante, ya que la herramienta puede ser utilizada y aplicada en una amplia extensión agrícola de diversidad de cultivos, relieves y objetivos.

## **Bibliografía**

### Libros consultados

- BONGIOVANNI Rodolfo, MONTOVANI Evandro C., STANLEY Best y ROEL Álvaro. (2006). *Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable*. Montevideo: PROCISUR/IICA.
- SAPAG CHAIN, Nassir y SAPAG CHAIN, Reinaldo. (2000). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Editorial Mac Graw Hill.
- Senn, Horaldo. (2006). *Los suelos*. Córdoba: Agencia Córdoba ambiente, instituto nacional de tecnología agropecuaria
- PÉREZ, Jorge Orlando. (2005). *Análisis de Estados Contables, un enfoque de Gestión*. Córdoba: Universidad Católica de Córdoba.
- GARCÍA Fernando O., CIAMPITTI Ignacio A. y BAIGORRI Héctor. (2009). *Bases para el Manejo de la Nutrición de los Cultivos y los Suelos*. Rosario: International Plant Nutrition Insitute.

### Publicaciones periodísticas consultadas:

- Bernardo Paul. (2009). Gestión por ambientes. *Revista Agromercado*, n 306, páginas 24 y 25.
- Depetris, Juan Alberto. (2009). *Manejo nutricional en Maíz*. *Revista Nuestro Campo Argentino*, n 156, páginas 4 y 5.
- Bragachinni, Mario. (2010). Gestión de ambientes. *Revista Marca Liquida*, n 895, paginas 31, 32 y 33.

### Entrevistas realizadas

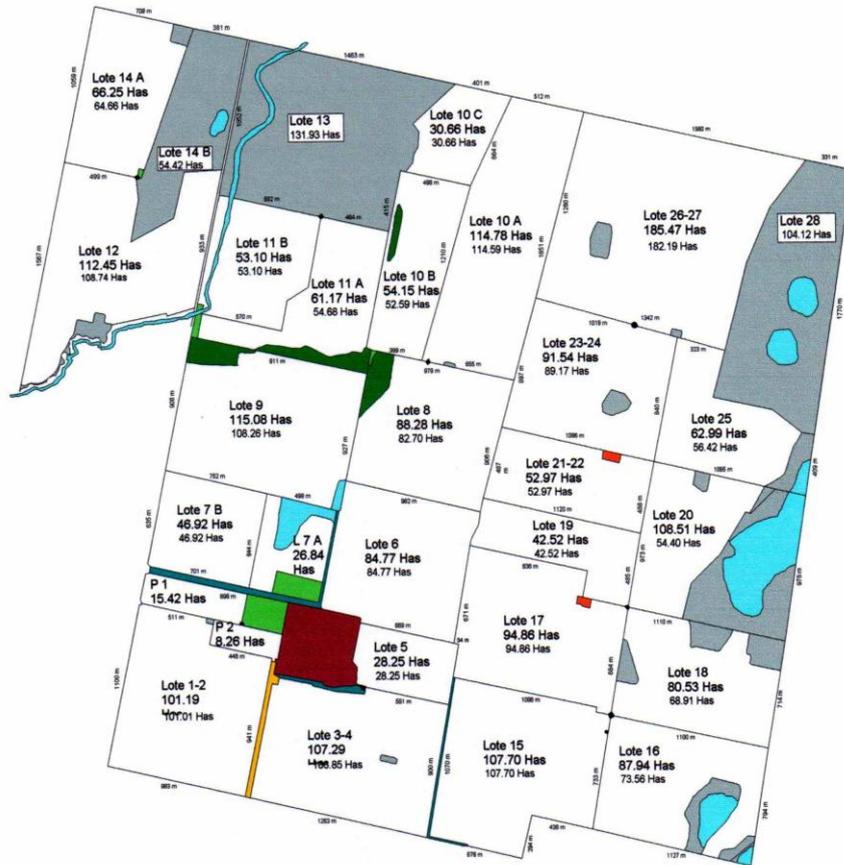
- Espina, Federico. (2010). *Mapas de rendimiento y su variabilidad*. Gerente de AyT asociados.
- Díaz Zorrita, Martin. (2009). “*Mejores prácticas de manejo para una mayor eficiencia en la nutrición de cultivos*”. Rosario. Simposio de Fertilidad 2009

#### Sitios Web consultados

- [www.agriculturadeprecision.org](http://www.agriculturadeprecision.org)  
Sitio Web del proyecto nacional de agricultura de precisión; dedicado pura y exclusivamente a las herramientas, maquinas, equipos y proyectos de la agricultura de precisión.
- [www.cosechaypostcosecha.org](http://www.cosechaypostcosecha.org)  
Un sitio Web focalizado en el manejo y eficiencia de la cosecha, postcosecha de granos y agroindustria en origen de Argentina.
- [www.agroverdad.com.ar](http://www.agroverdad.com.ar)  
Sitio que brinda las últimas noticias del sector agropecuario, acompañado de las ofertas agropecuarias como también las jornadas y cursos de capacitación agropecuaria en la provincia de Córdoba.
- [www.trimble.com](http://www.trimble.com)  
Pagina Web internacional de la firma Trimble que ofrece soluciones y productos para profesionales ingenieros, construcción y agricultura a base de los últimos adelantos tecnológicos tales como el GPS.

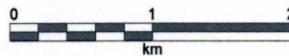
**Anexo 1**

**Establecimiento "LOS TRECE"**  
 Dpto. Juárez Celman. Prov. de Córdoba  
 Sup. Total: 2373,53 Has    Sup. Laborable: 1904,40 Has



**Referencias**

- Camino
- Casco
- Laborable
- Laguna
- Molino
- Monte
- No laborable
- Piquete
- Pista
- Puesto



### Imagen Satelital Establecimiento "LOS TRECE"

Superficie total: 2373.53 has Superficie Laborable: 1904.40 has



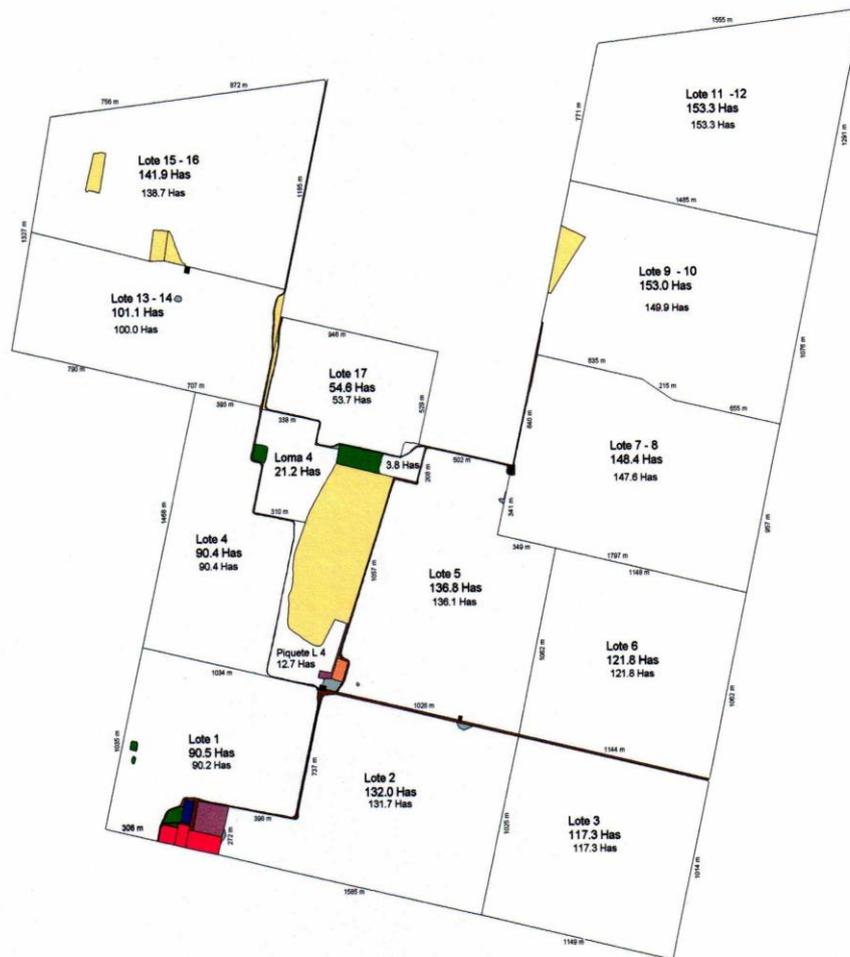
**Anexo 2**

**Establecimiento " LAS ROSAS"**

Dpto. Juárez Celman. Prov. Córdoba.

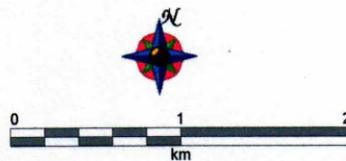
Sup. Total: 1540.9 Has

Sup. Laborable: 1468.2 Has



**Referencias**

- Arboleda / Monte
- Balanza
- Camino
- Casco
- Corrales
- Laborable
- Médano
- Molino
- No Laborable
- Piquete



### Imagen Satelital Establecimiento "LAS ROSAS"

Superficie total: 1540.9 Has      Superficie Laborable: 1468.2 Has

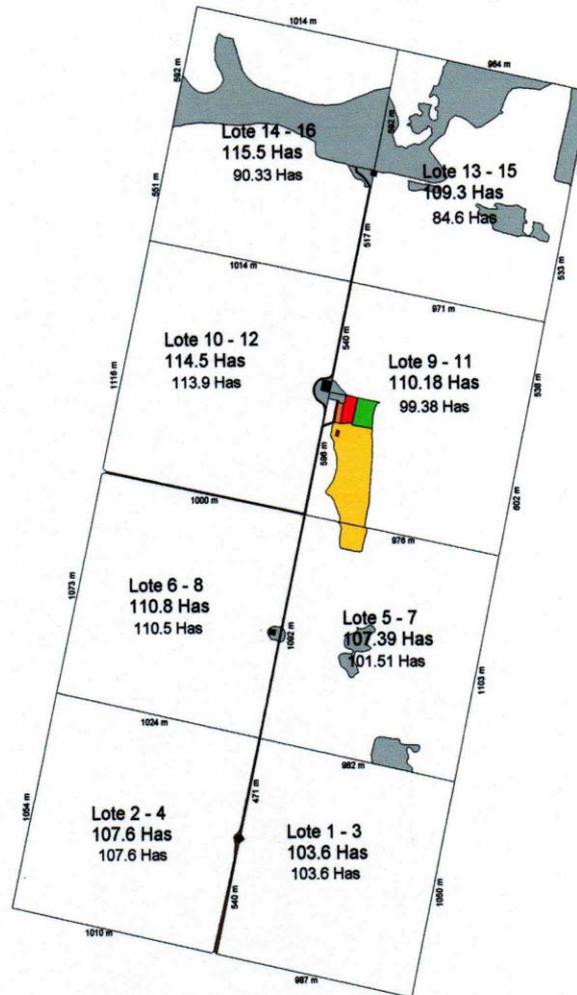


**Anexo 3**

**Est. " SAN JOSÉ "**

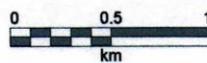
Dpto. Juárez Celman. Prov. Córdoba

Sup. Total: 883.4 Has      Sup. Laborable: 838.8 Has



**Referencias**

- Camino
- Corrales
- Laborable
- Medano
- No Laborable
- Piquete
- Puesto
- Tanque - Molino



### Imagen Satelital Establecimiento "SAN JOSE"

Superficie total: 883.4 has Superficie laborable: 838.8 has



**Formulario descriptivo del Trabajo Final de Graduación**

Este formulario estará completo sólo si se acompaña de la presentación de un resumen en castellano y un abstract en inglés del TFG

El mismo deberá incorporarse a las versiones impresas del TFG, previa aprobación del resumen en castellano por parte de la CAE evaluadora.

Recomendaciones para la generación del "resumen" o "abstract" (inglés)

“Constituye una anticipación condensada del problema que se desarrollará en forma más extensa en el trabajo escrito. Su objetivo es orientar al lector a identificar el contenido básico del texto en forma rápida y a determinar su relevancia. Su extensión varía entre 150/350 palabras. Incluye en forma clara y breve: los objetivos y alcances del estudio, los procedimientos básicos, los contenidos y los resultados. Escrito en un solo párrafo, en tercera persona, contiene únicamente ideas centrales; no tiene citas, abreviaturas, ni referencias bibliográficas. En general el autor debe asegurar que el resumen refleje correctamente el propósito y el contenido, sin incluir información que no esté presente en el cuerpo del escrito. Debe ser conciso y específico”.

**Identificación del Autor**

Apellido y nombre del autor:	<b>Gino Amillano</b>
E-mail:	<b>ginoamillano@yahoo.com</b>
Título de grado que obtiene:	<b>Licenciatura Administración Agraria</b>

**Identificación del Trabajo Final de Graduación**

Título del TFG en español	<b>Análisis financiero y agronómico de implementación de la dosificación variable en un establecimiento agrícola</b>
Título del TFG en inglés	<b>Financial and agronomic analysis of the implementation of variable dosing on a farm</b>
Integrantes de la CAE	<b>Darío Freites – Carlos Reyes</b>
Fecha de último coloquio con la CAE	<b>16/06/11</b>
Versión digital del TFG: contenido y tipo de archivo en el que fue guardado	<b>Trabajo final de graduación, archivo guardado bajo extensión pdf</b>

**Autorización de publicación en formato electrónico**

Autorizo por la presente, a la Biblioteca de la Universidad Empresarial Siglo 21 a publicar la versión electrónica de mi tesis. (Marcar con una cruz lo que corresponda)

**Publicación electrónica:****Después de..... mes(es)**


---

**Firma del alumno**

