

**UNIVERSIDAD EMPRESARIAL SIGLO 21**

---



UNIVERSIDAD  
EMPRESARIAL  
SIGLO 21

## **ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN EN EQUIPO DE DOSIS VARIABLE PARA SEMBRADORA**

Trabajo final de grado para optar al título de Licenciado en  
Administración Agraria

Lucas Elowson

Director: Ph.D. Mario Ignacio Buteler

Agosto, 2007

## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Bases de la agricultura de precisión y manejo sitio específico</b>	<b>4</b>
1.1.1 Principales herramientas de la agricultura de precisión	6
1.1.2 Siembra de precisión	8
<b>1.2 Nivel de adopción de agricultura de precisión en Argentina</b>	<b>9</b>
1.2.1 Perspectivas de adopción	10
<b>1.3 Justificación del problema</b>	<b>11</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Objetivos específicos</b>	<b>15</b>
<b>3. Marco teórico</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Calculo de los flujos de efectivo de un proyecto</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Selección del horizonte de evaluación</b>	<b>19</b>
<b>3.3 Evaluación de proyectos de inversión</b>	<b>19</b>
<b>3.4 Análisis del riesgo del proyecto de inversión</b>	<b>22</b>
<b>4. Materiales y métodos</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Métodos</b>	<b>24</b>
<b>5. Resultados y discusión</b>	<b>28</b>
<b>6. Conclusión</b>	<b>32</b>
<b>7. Anexo</b>	<b>33</b>
<b>Anexo 1: Análisis económico: retorno por cada peso invertido</b>	<b>33</b>
<b>Anexo 2: ingreso diferencial ponderado para dosis fija vs. dosis variable</b>	<b>35</b>
<b>Anexo 3: Evaluación económica de compra de equipo de dosis variable</b>	<b>36</b>
<b>Anexo 4: Análisis de sensibilidad para un ingreso marginal de 50 U\$S/ha</b>	<b>37</b>
<b>Anexo 5: Análisis de sensibilidad para un ingreso marginal de 15 U\$S/ha</b>	<b>38</b>
<b>Anexo 6: Análisis de sensibilidad y punto de equilibrio. VAN=0</b>	<b>39</b>
<b>Anexo 7: Análisis de punto de indiferencia en hectareas (VAN = 0)</b>	<b>40</b>
<b>Anexo 8: Gastos directo de agricultura de Precisión</b>	<b>41</b>
<b>8. Bibliografía</b>	<b>42</b>

## 1. Introducción

La estructura de los mercados agrícolas primarios es del tipo de competencia perfecta, lo cual no le permite a los productores elevar los precios que perciben por su mercadería. En este contexto una importante alternativa para incrementar la rentabilidad de sus explotaciones es mediante la reducción de los costos unitarios de producción (Baños y Geonega, 2003).

Tradicionalmente, el crecimiento de la agricultura dependió de la incorporación creciente de tierra, capital y trabajo. El cambio tecnológico, como fuente dinámica de incremento de la producción, es un fenómeno que adquiere importancia en la segunda mitad del siglo XX (Reca y Parellada, 2001).

A lo largo del tiempo, se han estudiado diferentes herramientas y tecnologías que contribuyan a aumentar la rentabilidad de los sistemas de explotación agropecuaria. Una de estas, es la denominada Agricultura de Precisión (AdeP).

Esta tecnología, brinda un conjunto de herramientas y procedimientos para unir variables representadas espacialmente a las decisiones de manejo, con el objetivo principal de mejorar la rentabilidad de los sistemas productivos a través de la eficiencia en el uso de los recursos (Bragachini *et al.*, 2003).

La AdeP, basada en geoposicionamiento satelital, busca identificar la variabilidad dentro de una superficie para luego planificar la producción de cultivos, de acuerdo a las condiciones puntuales identificadas (Roberts, 2003).

En nuestro país existe una diversidad de estudios sobre esta nueva tecnología, la cual no refleja en todos los casos ser económicamente rentable, ya sea por el elevado costo en su aplicación, por la eficiencia con la que se realizan todas las tareas a campo o por el incorrecto manejo de la información.

El costo de la inversión en herramientas de AdeP representa una decisión de gran envergadura para el productor, como también implica un cambio importante en los procesos operativos de la explotación agrícola. Por lo tanto, es de considerable importancia realizar una detenida evaluación económica, en el caso de pretender implementar dicha tecnología.

## 1.1 Bases de la agricultura de precisión y manejo sitio específico

Antes de contar con monitores de rendimiento y sistemas de Posicionamiento Global (GPS, Global Position System), se tomaban los lotes como una unidad productiva, obteniendo datos promedio de productividad y de características físicas y químicas del suelo. Pero en los datos promedios del lote, se engloba la variabilidad que existe, tanto en potenciales de suelo como en rendimiento (Bongiovanni, 2003).

La idea fundamental en la que se basa el Manejo Sitio Específico (MSE) es que se deben aplicar los insumos en cantidades que se puedan aprovechar en su totalidad, y que cada área del lote exprese el máximo potencial económicamente posible. Según esto, se ahorrarían insumos en las áreas de bajo rendimiento potencial sin disminuir el rendimiento, para trasladarlo a las áreas con mayor potencialidad, que si pueden aumentar la producción aprovechando los insumos correctamente (Bragachini *et al.*, 2003).

En todas las zonas donde se cuenta con mapas de rendimiento surge el conocimiento de las variaciones, pero en cada lugar, la explicación es diferente, razón por la cual se recalca la necesidad de realizar análisis puntuales para cada caso y para la estructura o fisiología de cada sistema productivo en particular (Bragachini *et al.*, 2003).

Las funciones esenciales de un sistema de AdeP, son (grafico1):

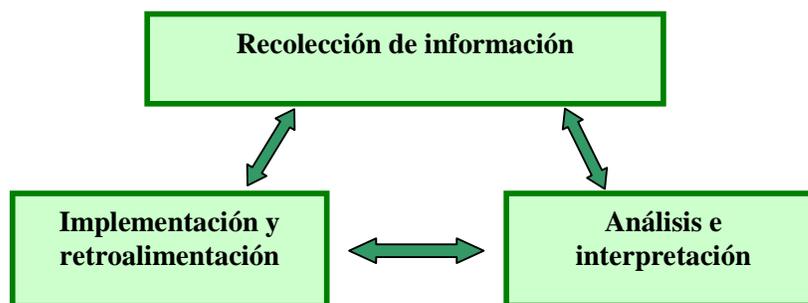
La **recolección de información**, que incluye las operaciones a campo donde se toman los datos que van a ser volcados en forma de mapa, para poder realizar análisis espaciales de la variabilidad de las características medidas y de su interacción con otros mapas. La principal metodología de recolección de información es el mapa de rendimiento.

El **análisis e interpretación**, que implica el uso de programas de computación específicos, que brindan la posibilidad de realizar análisis matemáticos y estadísticos entre los distintos tipos de información recolectada.

La **implementación y retroalimentación**, que es la aplicación a campo de la interpretación de la información. Esto se puede realizar a través de cambios en las

operaciones o a través de la aplicación variable de insumos, si es que se justifica económicamente (Bragachini, 2003).

**Grafico 1:** Funciones esenciales de un sistema de agricultura de precisión.



Las herramientas de la agricultura de precisión presentan dos posibilidades de aplicación, que no son excluyentes, sino por el contrario se complementan totalmente. Estas son:

- Evaluación de ensayos a campo;
- Manejo sitio específico de los insumos.

En cuanto a la evaluación de ensayos a campo, es indiscutida su utilidad y practicidad debido al valor que poseen datos locales de respuesta a distintos insumos (híbridos, semillas, fertilización, etc.). Está ampliamente demostrado, cómo varían las respuestas a diferentes insumos de una zona a otra e inclusive varían a nivel de lote.

Los principios generales de la agricultura de precisión son transferibles de un lugar a otro, pero la adaptación a los sistemas de producción en uso es específica de cada zona (Bongiovanni, 2003).

Existen dos enfoques principales para realizar el tratamiento de sub-zonas sujetas a manejo sitio específico y determinar las dosis óptimas de insumos: el **criterio agronómico** y el **criterio económico**. A continuación se detallan las principales características de ambos enfoques (tabla 1).

**Tabla 1:** Criterios para determinar la dosis óptima de insumos

<b>Criterio</b>	<b>Objetivo Principal</b>	<b>Metodología</b>	<b>Acciones para aplicar AP</b>
<b><u>Agronómico</u></b>	Mantener el balance de nutrientes del suelo dado un rendimiento objetivo	Aplicación de conocimientos agronómicos	Muestreo intensivo de suelos por cuadrículas
<b><u>Económico</u></b>	Maximizar los beneficios económicos	Optimización de una función objetivo de beneficios	Ensayos a campo, para construir funciones de producción por sub.-zona

Fuente: Baños y Geonega; (2003)

### 1.1.1 Principales herramientas de la agricultura de precisión

- Sistema de posicionamiento global (GPS).

Este sistema es simplemente, un "ubicador" de posición para personas, cosechadoras, pulverizadoras, fertilizadoras etc. que permite localizar exactamente una máquina en tiempo real en cualquier punto del lote, o cambiar la dosis de aplicación de insumos, en posiciones marcadas en mapas de aplicación digitalizados (Bragachini *et al.*, 2005).

- Monitor de rendimiento

El implemento mide y graba el rendimiento de pequeñas áreas o sitios dentro de lotes en forma continua a medida que se cosecha el grano. Cada sitio tiene un ancho específico (el ancho de corte), un largo específico (la distancia recorrida por la cosechadora en el intervalo de grabación: 1 a 5 segundos) y una ubicación única (coordenadas X, Y).

El monitor también estima y graba el contenido de humedad y cantidad de grano de cada sitio. El rendimiento, ya sea base seca o base húmeda se calcula como la cantidad de grano de cada sitio llevado a toneladas por hectárea (Tn/ha). Con la ayuda de un programa se pueden hacer mapas que

muestran la ubicación de estos ambientes de cosecha con sus respectivos rendimientos y humedad de grano (Bragachini *et al.*, 2005).

- Muestreo de suelo dirigido.

El manejo óptimo de la fertilización es un proceso de cuatro etapas:

Primero se toman muestras representativas de cada área de manejo dentro del lote (por tipo de suelo, zonas de diferente potencial de rendimiento, topografía, etc.). El siguiente paso es analizarlas en el laboratorio, luego los resultados del análisis se interpretan para determinar cual es el factor limitante del rendimiento. Por ultimo se toma una decisión de manejo sobre la cantidad y tipo de nutrientes a agregar. (Bragachini *et al.*, 2005).

- Percepción remota.

Es la ciencia y el arte de obtener información sobre un objeto, área o fenómeno bajo estudio. El sensor remoto puede estar a pocos centímetros o varios kilómetros, dependiendo del sistema usado y de la información deseada. Ej.: sensor de nitrógeno, fotografías aéreas, imágenes satelitales etc.

- Sistema de información geográfica.(GIS)

Hay programas de computación que pueden recolectar, clasificar, “mapear”, graficar, almacenar, analizar y mostrar datos de producción con una referencia espacial como las coordenadas de latitud y longitud.

El GIS es un sistema de información que permite organizar los datos para que sea posible analizarlos, evaluarlos y tomar decisiones. Es el medio para transformar los datos en información útil para la planificación y la administración de los recursos.

- Monitor de siembra y fertilizante.

Permite ajustar la dosis de insumos y velocidad de siembra de acuerdo al mapa de aplicación realizado en un GIS. Requiere del uso de un GPS para conocer la ubicación del equipo en el lote. Una computadora integra la información del mapa de aplicación y del GPS, enviando la información al controlador del equipo para variar la dosis recomendada sobre la marcha (Bragachini *et al.*, 2005).

- Banderillero satelital.

Es un sistema de guía por GPS usado para que el equipamiento siga una trayectoria determinada en el mapa de aplicación. Es usado principalmente en pulverizadoras autopropulsadas y en aviones aplicadores. Últimamente existen desarrollos para su aplicación en siembra con mecanismos de corrección hidráulica del error humano.

### 1.1.2 Siembra de precisión

- Sistema de siembra con aplicación de dosis variable.

La aplicación de dosis variable de insumos siguiendo una prescripción agronómica, 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 (Bragachini, M., Casini, C. 2006).

En la actualidad, existe un número de empresas nacionales que han diseñado equipos para realizar dosis variable en tiempo real. Estos equipos permiten variar de manera simultánea e independiente, la densidad de siembra y la dosis de dos tipos de fertilizantes, mediante un monitor con GPS que trabaja como navegador y tres motores hidráulicos, que permiten la variación de insumos. El "kit" puede ser montado sobre cualquier sembradora de directa sin modificaciones especiales en la misma.

- Funcionamiento del sistema de siembra variable

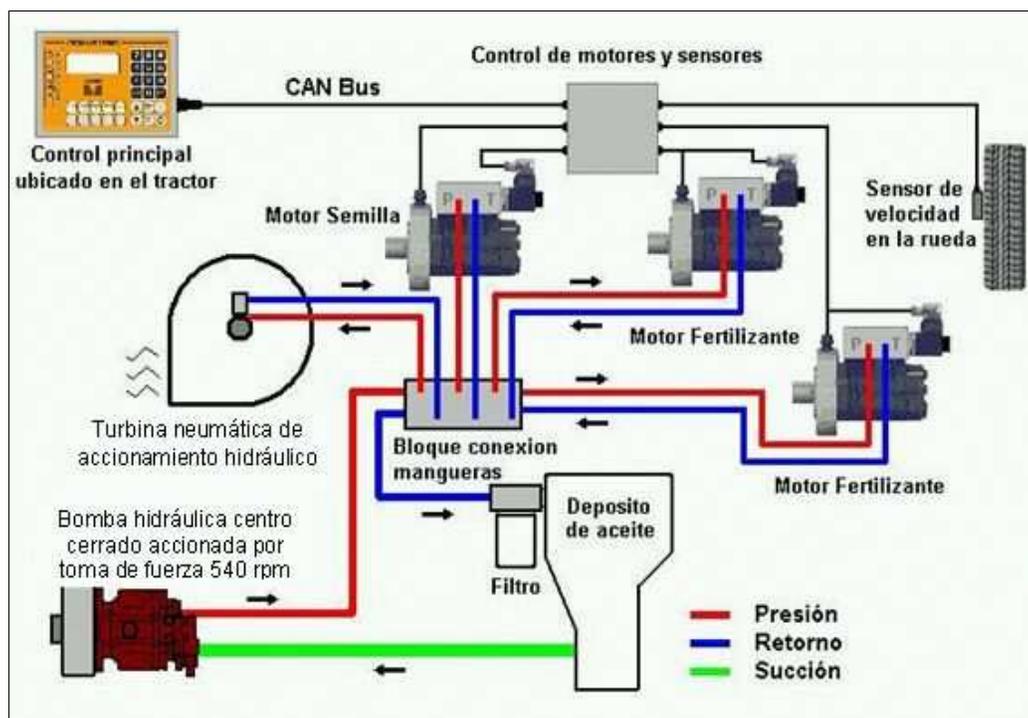
En primer lugar, se confecciona la prescripción variable de insumos que se aplicará dentro del lote con las coordenadas del mismo, utilizando diferentes programas en los cuales se almacenan los cambios de dosis y densidades correspondientes. Luego se ingresa esa información a un software específico del fabricante con el cual se lee la prescripción.

- Componentes de un sistema de dosis variable

Un sistema de dosis variable esta compuesto por un monitor de control principal ubicado en el tractor, un control de motores y sensores, tres motores hidráulicos, una bomba hidráulica y un sensor de velocidad entre otros componentes (figura 1). El costo directo para equipar una sembradora con un sistema de estas

características es de 9.090,91 dólares más IVA, y la inversión por el asesoramiento técnico ronda entre los 3 y los 4 dólares por hectárea.

**Figura 1:** Esquema de funcionamiento del sistema Verion – Agrometal.



Fuente: INTA Manfredi (Proyecto Agricultura de Precisión)

## 1.2 Nivel de adopción de agricultura de precisión en Argentina

La agricultura de precisión en Argentina comenzó en el año 1996 en el INTA Manfredi, donde se realizaron los primeros mapas de rendimientos con señal correctora de muy reducido alcance. Actualmente, existen 20.900 equipos de cosecha en Argentina, 1.300 de ellos poseen monitor de rendimiento, 900 tienen señal satelital y equipamiento para realizar mapas de rendimiento (tabla 2). Se estima que 600 equipos poseen operarios bien capacitados para cosechar buenos datos que permiten conclusiones basadas en buena información (Bragachini, M., Casini, C. 2006).

**Tabla 2:** Evolución de la adopción de las herramientas de Agricultura de Precisión en Argentina.

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

Fuente: (Bragachini *et al.*, 2005).

A su vez, se encuentran empresas en el mercado local, que basadas en herramientas e insumos que años atrás se importaban de otros países, han desarrollado productos que posibilitan un manejo mas simple de los datos georeferenciados y son una alternativa mas económica.

De acuerdo con Bragachini (2005), el productor argentino dispone de casi todos los desarrollos mecánicos, electrónicos e inteligentes disponibles a nivel mundial en lo que respecta a agricultura de precisión.

### 1.2.1 Perspectivas de adopción

En la última década Argentina duplicó la producción de granos, a la vez que aumento un 28% el tamaño promedio de las explotaciones agrícolas. En este período también aumentó la cantidad de productores inquilinos, quienes actualmente producen el 65% de los granos en el 50% de la superficie agrícola.

El éxito de los productores arrendatarios se basó en la adopción anticipada de tecnologías de alto impacto productivo (maquinarias de alta eficiencia de trabajo, siembra directa, soja RR, maíz Bt, la fertilización balanceada etc.) y últimamente en la adopción de las herramientas de agricultura de precisión. Es importante

destacar que Argentina lidera la adopción de agricultura de precisión en el Cono Sur junto a Brasil.

La sumatoria de todos los factores hizo que en la actualidad se registre un fuerte incremento del costo de arrendamiento de la tierra, lo que hace que sean rentables solo aquellas explotaciones con rendimientos promedios superiores a la media nacional. Es por ello que, para los próximos años, se espera un fuerte crecimiento en la adopción de tecnología, para que la información agronómica sea aprovechada en forma rentable, por una gestión más eficiente de las operaciones de siembra, fertilización, pulverización, cosecha, post-cosecha, etc.

### **1.3 Justificación del problema**

La agricultura de precisión comienza a tener auge y a utilizarse a gran escala a partir de la década de los '90. Sin embargo, la adopción de esta tecnología ha demostrado por parte de los productores, ser un proceso lento en todos sus aspectos, lo que ha generado numerosos cuestionamientos sobre su verdadera rentabilidad.

Se han llevado a cabo una serie de trabajos vinculados al análisis económico sobre sistemas de agricultura de precisión, en su mayoría por parte del INTA, con la participación de empresas, profesionales y productores. Los trabajos y ensayos sobre agricultura de precisión vinculados al análisis económico, en su mayoría aplican un análisis de presupuestos parciales, que comparan la rentabilidad de usar dosis uniforme versus la rentabilidad de usar dosis variable.

Un antecedente de importancia es el trabajo de Proietti y Bocco (2003) el cual plantea un análisis acerca de la conveniencia económica-financiera de adoptar agricultura de precisión, incorporando algunas herramientas de análisis económico de proyectos de inversión.

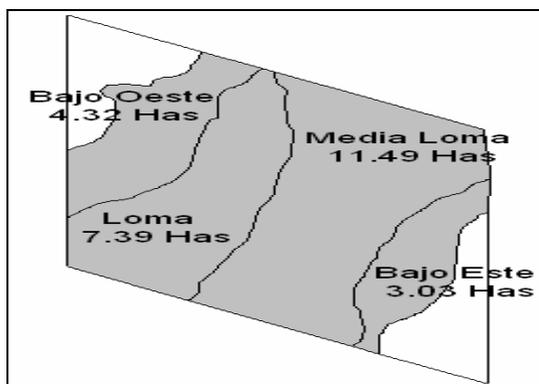
Con este proyecto se pretende profundizar en el análisis de la factibilidad económica y financiera de la compra de un equipo para dosis variable, aplicado a un sistema productivo típico de la zona de Río Cuarto.

Esta región exhibe establecimientos agropecuarios con lotes que presentan marcada irregularidad topográfica, por lo que establecer e interpretar los patrones de variabilidad y manejarlos a través de herramientas de la AdeP, traerá aparejado una gradual disminución de la contaminación y aumento de la producción.

Además, la información generada por la AdeP, sumada al desarrollo de la informática, los sensores, la maquinaria y la teledetección, estarían latentes como fuente potencial de diferenciación de productos primarios favoreciendo la trazabilidad. Al mismo tiempo, los productores que dispongan de información agronómica geoposicionada gozaran de una importante ventaja competitiva

El trabajo se realizó en un establecimiento de 1200 hectáreas, ubicado al sudoeste de la provincia de Córdoba, dentro del departamento Río Cuarto, en la intersección entre la Ruta Nacional número 36 y la ruta provincial número 24 que dirige hacia la localidad de Alpa Corral ( $32^{\circ} 58' 57.511''$  Sur,  $64^{\circ} 21' 13.325''$  Oeste). En dicho establecimiento se realizaron una serie de ensayos a cargo de la empresa ASP<sup>®</sup>, para determinar la respuesta sitio específica a la fertilización con nitrógeno en el cultivo de maíz. Para ello, se caracterizaron cuatro ambientes: bajo oeste, loma, media loma y bajo este (figura 2)

**Figura.2:** Mapa de sitios

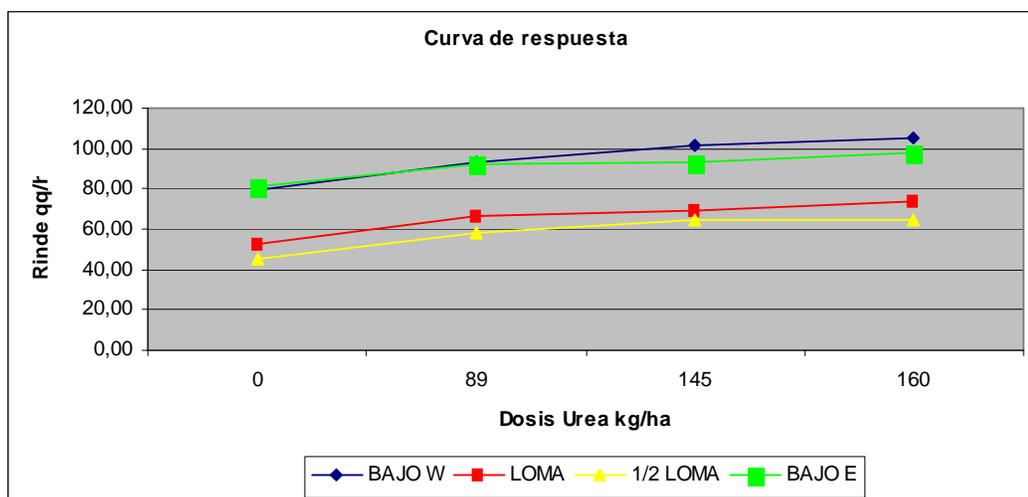


Para estos ensayos en particular, se trabajó con una densidad de siembra de 70.000 semillas por hectárea, fertilizando con 100 kilogramos de fosfato diamónico (FDA) en la línea y dosis nitrógeno según tratamiento de urea al costado y en profundidad, con un ancho de tratamiento de 12 surcos a 52 centímetros. Para determinar la respuesta sitio específica por ambiente, se realizó una serie de

ensayos de fertilización, los cuales consistieron en los siguientes tratamientos de aplicación: 0, 90, 145, 160 Kg/ha de urea utilizando la dosis de 0 kg/ha de urea como testigo apareado (Faricelli, C, 2005).

Se determino en los ensayos que a pesar de la existencia de variabilidad a nivel de lote, el tratamiento de 160 kg/ha de urea es el que maximiza los rendimientos por hectárea en todos los ambientes (Grafico 2).

**Grafico 2:** Rendimiento por ambiente según tratamiento.



Fuente: (Faricelli, C, 2005).

Resta determinar cuales son las dosis de insumo óptimas a aplicar para cada sitio en particular y si es rentable hacer la aplicación de tales insumos en forma variable.

El Productor en cuestión, se dedica exclusivamente a la actividad agrícola dentro de su establecimiento, y a su vez se desempeña como contratista rural en la zona. Por las características de su establecimiento, la empresa se plantea la posibilidad de incorporar tecnología de agricultura de precisión a su sistema productivo con el fin de intensificar al máximo el potencial de su empresa.

El problema que se plantea el productor en este caso es determinar si al incorporar tecnología de AdeP aplicando MSE en su establecimiento, se generaran incrementos en los rendimientos o disminución en el uso de insumos lo suficientemente importantes para justificar la inversión.

Las razones para este planteo están dadas principalmente por:

- El elevado costo en la adopción de las herramientas de agricultura de precisión.
- Falta experiencia en el manejo de este tipo de tecnologías.
- Insuficiente información histórica de zonas, sub.-zonas y ambientes que permita un diagnóstico y una prescripción de insumos eficiente.
- Falta de consolidación de criterios objetivos para caracterizar e identificar ambientes, que permitan manejar eficientemente la variabilidad en el lote.
- La existencia de una considerable brecha de información entre los mapas de rendimiento y de suelo con la aplicación de insumos.

## **2. Objetivos**

Desarrollar una evaluación económica-financiera integral, que permita determinar la conveniencia de la adopción de un sistema de dosificación variable para siembra, aplicado a un sistema productivo típico en la zona de Río Cuarto.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Evaluar los costos de la implementación de la tecnología de agricultura de precisión, específicamente de la incorporación de equipos de dosis variable en sembradoras.
- En base a ensayos realizados en el establecimiento, determinar las dosis con la máxima respuesta económica por ambiente, para este sistema productivo.
- Obtener la contribución marginal incremental mínima necesaria para justificar económicamente la compra del sistema de dosis variable.
- Determinar la superficie de indiferencia para la cual es rentable la compra del equipo de dosis variable.
- Desarrollar un análisis que permita determinar la rentabilidad de la inversión en función de distintos rendimientos.

### 3. Marco teórico

#### 3.1 Calculo de los flujos de efectivo de un proyecto

El efecto de la decisión de emprender un proyecto se manifiesta por medio de un cambio en los flujos de efectivo de los activos (FEA) de la empresa tanto en el presente como en el futuro. Para evaluar una inversión se debe considerar estos cambios en los flujos de efectivo y decidir posteriormente si los mismos añaden o no valor a la empresa (Ross *et al.*, 2001). Por lo tanto, al analizar un proyecto de inversión se deben tener en cuenta solamente los flujos de fondos incrementales, es decir aquellos flujos que son específicos del proyecto de inversión a evaluar.

Los FEA relevantes son los incrementos marginales que muestran los cambios en los flujos de fondos efectivos (FEO) de la empresa como consecuencia de realizar ese proyecto.

Por el principio de independencia o individualidad se determinan los FEA incrementales del proyecto y se lo evalúa como si fuera una mini empresa, por lo cual determinaremos el FEA, FEO, como si fuese la empresa en su conjunto. Es decir, trataremos de medir el efecto neto que produce este nuevo proyecto sobre la empresa.

Esta metodología también recibe el nombre de Presupuestos Parciales, la cual se basa en los ingresos y en los costos de aplicar nuevas prácticas de producción, deduciendo los cambios en los costos y de la variación en los ingresos, de modo tal de estimar el cambio en el margen que resulta de adoptar una nueva practica de producción.

$$\Delta \text{ Margen} = \Delta \text{ Ingresos} - \Delta \text{ Costos}$$

Donde:

$\Delta$  Margen = Variación en el margen

$\Delta$  Ingreso = Variación en los ingresos

$\Delta$  Costos = Variación en los costos

El flujo de efectivo derivado de los activos (FEA) esta compuesto por tres elementos:

1. Flujo de efectivo operativo (FEO)
2. Gastos de capital
3. Variaciones en el capital de trabajo neto

$$\text{FEA} = \text{FEO} - \Delta\text{CTN} - \text{Gastos de Capital}$$

Donde:

FEA = Flujo de **E**fectivo derivado de los **A**ctivos

FEO = Flujo de **E**fectivo **O**perativo

CTN = **C**apital de **T**rabajo **N**eto

Los FEA no incorporan flujos de fondos relacionados con el financiamiento del proyecto (ej. intereses, dividendos, etc.), sino únicamente aquellos flujos vinculados a la decisión de inversión. El efecto del financiamiento seleccionado para el proyecto será incorporado en la tasa de costo de capital de la empresa. Es importante destacar que deben utilizarse valores esperados de los flujos de fondos, los cuales se obtienen a partir de la sumatoria de cada uno de los posibles flujos de fondos, multiplicado por su respectiva probabilidad de ocurrencia (Ross *et al.*, 2001).

Los FEO son los generados por las actividades normales de la empresa, destinadas a la producción y venta. Para el cálculo de estos se restan a los ingresos los gastos, sin tener en cuenta las partidas virtuales (no erogables) ni los intereses (dado que son un gasto de financiamiento). Si se deducen los impuestos porque implica una verdadera erogación de fondos. Cabe aclarar que para el cálculo del impuesto, se tienen en cuenta las depreciaciones y los intereses, ya que los mismos producen un ahorro impositivo al disminuir la base imponible. Por lo tanto, se puede decir que el FEO y por ende el FEA de una empresa, incluyen la deducción de los intereses pagados y de las depreciaciones, costos no erógales, para el cálculo del impuesto a las ganancias.

$$\text{FEO} = \text{UaII} + \text{Depreciaciones} - \text{Impuestos}$$

Donde:

UaII = **Utilidades Antes de Intereses e Impuestos**

Los gastos de capital son calculados de la siguiente forma:

$$\Delta \text{ gastos de capital} = \text{Activo fijo final} + \text{depreciaciones} - \text{Activo fijo inicial}$$

Donde:

$\Delta$  gastos de capital = Variación en gastos de capital

Activo fijo final = Activo fijo al final del ejercicio

Activo fijo inicial = Activo fijo al inicio del ejercicio

Lo que genera egresos por compra de nuevos activos fijos e ingresos por la venta de activos fijos. En conclusión, en caso de que el gasto de capital sea mayor a cero, nos indica un egreso o inversión para aumentar la dotación de activos fijos.

El capital de trabajo neto es calculado de la siguiente forma:

$$\text{CTN} = \text{Activo Circulante} - \text{Pasivo Circulante}$$

$$\Delta \text{ CTN} = \text{CTN final} - \text{CTN inicial}$$

Donde:

$\Delta$  CTN = Variación en capital de trabajo neto

CTN final = **Capital de Trabajo Neto** al final del ejercicio

CTN inicial = **Capital de Trabajo Neto** al inicio del ejercicio

Nos indica el efecto neto de inversiones en activos circulantes y variaciones en el pasivo circulante. Permite el ajuste de lo devengado a lo percibido.

### 3.2 Selección del horizonte de evaluación

La selección del horizonte de evaluación dependerá de la vida útil del proyecto de inversión, es decir el período durante el cual se generan los flujos de fondos atribuibles a la inversión. En caso que la duración del proyecto sea inferior a la vida económica de los activos, deberá especificarse el valor residual o valor de desecho (VR) de los mismos, indicando su valor de liquidación. Alternativamente puede calcularse el VR de los activos utilizando el modelo contable, que calcula el valor de desecho como la suma de los valores contables de los activos. El valor contable corresponde al valor que a esa fecha no se ha depreciado de un activo y se calcula como (Sapag Chain, 2000):

$$VR = \sum_{j=1}^n I_j - (I_j/n_j * d_j)$$

Donde:

$I_j$ = Inversiones en activos j

$n_j$ = Numero de años a depreciar en activos j

$d_j$ = Numero de años ya depreciados del activo j al momento de hacer el calculo del valor de desecho.

### 3.3 Evaluación de proyectos de inversión

Se denomina inversión a toda aplicación de capital, a todo uso de fondos. Un proyecto de inversión puede consistir en nuevos productos o modificaciones de los actuales, compra o reposición de equipos, investigación y desarrollo, etc.

Para la evaluación de proyectos de inversión se tendrán en cuenta los siguientes métodos:

Periodo de recupero descontado: Este método determina el tiempo en el cual no solo se recupera la inversión inicial ( $I_0$ ), sino que también se tienen en cuenta los costos de oportunidad. Es el tiempo necesario para que la sumatoria de los flujos de fondos descontados sea igual a la inversión inicial.

$$\sum FF \text{ descontados} = I_0$$

Donde:

FF = **F**lujos de **F**ondos

$I_0$  = Inversión inicial

Valor Actual Neto (VAN o VPN): Representa el incremento de valor de la empresa por realizar una inversión.

El VAN es el criterio de evaluación más conocido y el más aceptado. Mide la rentabilidad del proyecto en valores monetarios que exceden a la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja proyectados a partir del primer período de operación y le resta la inversión total expresada en el momento cero.

- Si  $VAN > 0$  mostrará cuánto se gana con el proyecto.
- Si  $VAN = 0$  la rentabilidad del proyecto es igual a la tasa de interés que se quería lograr sobre el capital invertido
- Si  $VAN < 0$  muestra el monto que falta para ganar la tasa de interés que se esperaba.

$$VAN = I_0 + \frac{\sum FEA}{(1+r)^t}$$

Donde:

r = Tasa de descuento

t = periodos de ocurrencia

Tasa Interna de Rendimiento (TIR): Representa el rendimiento de un proyecto de inversión, siendo la tasa de descuento que iguala la inversión inicial a la sumatoria de los flujos de fondos netos futuros. Es decir, que la TIR de una inversión es el rendimiento requerido que da como resultado un VAN de cero cuando se usa como tasa de descuento.

$$I_0 = \frac{\sum FEA}{(1 + TIR)^t}$$

Con base en la regla de la TIR una inversión es aceptable si la TIR es superior al rendimiento requerido. De lo contrario debería ser rechazada (Ross *et al.*, 2001).

Ambos criterios son valiosas guías para determinar la creación del valor del proyecto y generalmente arrojan resultados equivalentes, el VAN en valores monetarios, y la TIR como tasa de rentabilidad. Sin embargo, el criterio de valuación VAN presenta algunas características que lo hacen más recomendable que la TIR, particularmente en aquellos casos donde ambas medidas arrojan resultados opuestos. La principal ventaja del criterio VAN es el supuesto de reinversión de los flujos de fondos a la tasa de costo de capital de la empresa ( $r$ ), mientras que el criterio TIR impone el supuesto más restrictivo de reinversión a la misma tasa TIR.

Costo de capital: La tasa de costo de oportunidad del capital ( $r$ ) de la empresa es la tasa de descuento utilizada para actualizar los flujos de fondos generados por el proyecto durante su vida útil. Esta tasa indica el rendimiento que la empresa puede esperar para inversiones alternativas de riesgo similar. Esta tasa no es aconsejable para evaluar proyectos con riesgo diferente al riesgo promedio de la firma. En estos casos deben calcularse tasas de costo de oportunidad propias para cada proyecto.

La tasa de costo de oportunidad del capital utilizada para descontar los flujos de fondos de un proyecto con riesgo similar a los de los negocios actuales de la empresa, que se encuentren en la misma categoría de riesgo, toma el nombre de costo promedio ponderado de capital (CPPC). El CPPC representa el rendimiento que la empresa requiere de los distintos activos para mantener el valor,

manteniendo constante la estructura de financiamiento en relación a capital propio y deudas después de impuestos.

$$CPPC = \frac{D}{V} * R_D (1-t) * \frac{A}{V} * R_E$$

Donde:

D = Valor de mercado de las deudas

R<sub>D</sub> = Tasa de Costo de la Deuda

V = Valor de mercado de la empresa (Capital Propio)

R<sub>E</sub> = Tasa de costo de patrimonio neto

A = Capital

t = Alícuota impuesto a las ganancias

### **3.4 Análisis del riesgo del proyecto de inversión**

El VAN esta basado en el calculo de flujos de fondos que pueden diferir de los reales, y por estos puede conducir a decisiones erradas. Esto es lo que se llama “riesgo de pronostico o de estimación”, ya sea por estimaciones muy optimistas o muy pesimistas (Ross et al., 2001).

Antes de decidir sobre un proyecto con VAN positivo, es conveniente realizar algún tipo de análisis adicional dentro de los cuales se encuentran:

El análisis de sensibilidad estudia como varían los ratios o los indicadores de factibilidad financiera ante el cambio en una sola variable, estando las otras constantes. Si estos tienen grandes variaciones ante cambios en una variable, se tiene un riesgo de pronóstico alto relacionado con ella.

Las variables a tener en cuenta son las denominadas variables críticas, tales como el nivel de actividad, precios, costos, rendimientos, etc.

El análisis de escenarios considera tanto la sensibilidad del VAN ante cambios en las variables clave, como así también el rango de valores probables resultantes. Para aplicar esta técnica deben estimarse las variables clave bajo diferentes escenarios, pesimista, base, optimista. Luego deben compararse los resultados

bajo los escenarios “pesimista” y “optimista”, con el escenario “base”. Para completar el análisis de escenarios pueden asignarse probabilidades de ocurrencia a cada uno de los casos, determinar el valor esperado del VAN y su desviación estándar.

## **4. Materiales y métodos**

El proyecto se ejecutó en base a información sobre ensayos realizados en el establecimiento por la empresa ASP<sup>®</sup> (Faricelli, C, 2005).

### **4.1 Métodos**

Se tomo como base una superficie de 400 hectáreas que es lo que el productor normalmente destina al cultivo de maíz. La empresa en cuestión posee equipos de servicios agropecuarios, por lo cual lo único que se tuvo en cuenta para este análisis fue la inversión en equipamiento de dosis variable para siembra y sus gastos operativos pertinentes, dejando de lado la sembradora, el tractor y sus respectivos costos operativos y de mantenimiento ya que se los considera costos hundidos.

Los parámetros de costos por servicios que demanda esta tecnología fueron otorgados por la empresa de agro servicios A&T<sup>®</sup>. Todos los valores se expresan en dólares (U\$S), y reflejan un tipo de cambio de tres a uno (3:1). Se fijo precio al maíz en base a series de precios pizarra Rosario trimestrales promedio de tres años. En base a ensayos exploratorios de tres campañas consecutivas que demuestran la respuesta en el rendimiento de los diferentes sitios, se calculó la dosis de insumos de mayor rentabilidad económica para cada ambiente.

Para poder comparar los mapas de rendimiento de las diferentes campañas, se utilizó la metodología de mapas normalizados, para lo cual se reformularon los mapas de las tres ultimas campañas, llevándolos a un índice relativo con respecto al promedio del lote. A este se le adjudico el valor 100, y a cada valor del mapa se le calculo un índice relativo sobre este, con lo que se obtuvo un mapa que expresa las variaciones porcentuales de rendimiento con respecto al promedio. De esta manera, todos los mapas de diferentes años con distinto rendimiento promedio, quedaron expresados en valores comparables. Esto permitió determinar los rendimientos promedio para cada ambiente según la dosis de Urea aplicada.

En base a estos rendimientos y aplicando la metodología de Presupuestos Parciales, se calculó el margen bruto para cada dosis de fertilización por sitio, con lo cual se obtuvo la de mayor rentabilidad por ambiente.

Para determinar la contribución marginal o flujos diferenciales que se dan al aplicar dosis variable versus dosis fija, se calculó la diferencia entre el margen bruto promedio de las dosis más rentables por ambiente y el margen obtenido aplicando dosis uniforme. Con el resultado de la contribución marginal por hectárea se calcularon los ingresos anuales para las 400 hectáreas.

La inversión en activos fijos que se tuvo en cuenta fue la de la compra del equipo de dosificación variable, el cual se estimó en 11.000 dólares IVA incluido.

El capital de trabajo neto se calculó en función de los costos propios de la implementación de Adep que se generan año a año, los cuales fueron considerados como una inversión en activos circulantes (Anexo 8).

Se consideró el impuesto a las ganancias, 30% anual del margen bruto, y se tuvo en cuenta el efecto del IVA. Este se calculó como la diferencia entre el IVA de compra y el de venta; tomando una alícuota de compra del 21% y 10.5% dependiendo de cual es aplicable a cada insumo y una alícuota de venta del 10.5% sobre precio pizarra.

Se tomó un horizonte de tiempo de cinco años para evaluar el proyecto, considerando que la vida útil de este tipo de equipamientos es corta a causa del rápido cambio tecnológico.

Para calcular las depreciaciones se utilizó el método de depreciación lineal, teniendo en cuenta que el equipo se utilizará en la misma proporción todos los años. No se tuvo en cuenta el valor residual, ya que se estima que después de cinco años el equipo será obsoleto.

En base a estos datos se determinó el Flujo de efectivo de operación, mediante el siguiente cálculo:

**Ingresos sujetos a impuestos**  
 - Gastos sujetos a impuestos  
 - Amortizaciones  
 = **Margen bruto**  
 - Impuestos a las Ganancias  
 - IVA  
 = **Beneficio neto**  
 + Amortizaciones  
 = **Flujo efectivo de operación**

Para el análisis de rentabilidad del proyecto se asumió que la empresa financiaría sus actividades con un 70% de capital propio y un 30% de deuda. Se consideró un costo de capital de 13,5% que representa la tasa de retorno al capital para contratistas rurales y un préstamo prendario para maquinaria agrícola con una tasa fija en pesos del 14,25% anual (tasa del Banco Río para préstamos agropecuarios de enero 2006). Con estos valores se dedujo la tasa de costo promedio ponderado de capital, con la cual se calculó el Periodo de Recupero Descontado, el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno.

También, se realizó un análisis de sensibilidad con el fin de evaluar la viabilidad económica del proyecto ante diferentes escenarios, para lo cual se utilizaron datos de campañas anteriores con los cuales se puso a prueba la sensibilidad del VAN, de la TIR y del periodo de recupero, frente a variaciones en los valores de algunos parámetros: la contribución marginal por hectárea obtenida al aplicar dosis variable y la cantidad de hectáreas destinadas a AdeP.

Así mismo se evaluó el riesgo del proyecto en base a la TIR, la cual mide la rentabilidad como un porcentaje. Para conocer como reacciona la Tasa de Retorno a la Inversión del proyecto, ante diferentes escenarios, se calculó el VAN para diferentes rendimientos, y se evaluó el efecto que esto produjo en la Tasa Interna de Retorno.

Mediante la metodología de la TIR, se determinó en cuánto se podría disminuir la contribución marginal por hectárea, hasta el punto en que el VAN se hace cero manteniendo la rentabilidad esperada sobre el capital.

Se estudió la factibilidad financiera, para determinar si es viable pedir un crédito a dos años sobre el precio total del equipo más los costos de capital de trabajo de inicio, a una tasa de interés del 14,25 % sobre el balance.

La deducción por intereses se calculó multiplicando el pago de intereses por el porcentaje de impuestos que debe pagar el inversionista, (30% en este caso) resultando en un pago neto del crédito.

## 5. Resultados y discusión

Se determinó que la dosis de 160 kilogramos de urea por hectárea es la que maximiza los rendimientos en todos los ambientes (Anexo 1). La Tabla 3 muestra el retorno sobre la inversión por ambiente, según el tratamiento aplicado.

**Tabla 3:** Retorno \$/invertido según dosis

Tratamiento	Bajo O	Loma	1/2 Loma	Bajo E
Testigo (Sin Urea)	2,36	1,22	0,90	2,44
90 kg/ha Urea	2,37	1,42	1,09	2,35
145 Kg/ha Urea	2,37	1,31	1,14	2,09
160 Kg/ha Urea	2,44	1,40	1,09	2,18

Se observó que hay relación lineal entre los rendimientos y las dosis aplicadas, lo cual no se da en los retornos según tratamiento. Se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson de 0,01, lo cual indica que no hay relación lineal entre las variables. Esto se debe a una sub o sobre aplicación de insumos.

La Tabla 4 muestra los márgenes brutos para cada ambiente. Se tomaron para este cálculo, las dosis más rentables por sitio y la dosis uniforme utilizada por productores de la zona.

**Tabla 4:** Ingreso diferencial ponderado para dosis fija versus dosis variable

Análisis económico					
Dosis promedio versus dosis variable (Nitrógeno)					
	Dosis Promedio	Dosis variable			
		Bajo Oeste	Loma	Media Loma	Bajo Este
Dosis Urea (kg/ha)	100	160	90	145	0
Superficie (ha)	26,23	4,32	7,39	11,49	3,03
Rendimiento qq/ha	69,5	105,5	66,9	64,2	81,2
Ingreso U\$S/ha	562,95	854,55	541,89	520,02	657,72
Gastos U\$S/ha					
Labores	50,39	50,39	50,39	50,39	50,39
Mapeo de rendimiento		0,51	0,51	0,51	0,51
Mapa CE		3,10	3,10	3,10	3,10
Manejo técnico		4,13	4,13	4,13	4,13
Semilla - Herbicida - Insecticidas	110,32	110,32	110,32	110,32	110,32
Urea	33,00	52,80	29,70	47,85	0,00
<b>Gasto total</b>	<b>193,71</b>	<b>221,25</b>	<b>198,15</b>	<b>216,30</b>	<b>168,45</b>
<b>Ingreso Neto/ha</b>	<b>369,24</b>	<b>633,30</b>	<b>343,74</b>	<b>303,72</b>	<b>489,27</b>
<b>Ingreso/ha ponderado</b>	<b>369,24</b>	<b>390,71</b>			

<b>Ingreso diferencial ponderado U\$S/ha</b>	<b>21,47</b>
--	--------------

Como se observa en la tabla, se obtuvo una contribución marginal de 21,47 U\$S/ha. a favor de la aplicación de dosis variable, que se mantiene dentro de la media obtenida en trabajos realizados por la empresa de agro servicios A&T<sup>®</sup>, en los cuales se han alcanzado márgenes favorables que van desde los 15 hasta los 50 dólares por hectárea (Bertello, 2005).

En la Tabla 5 se detallan los resultados de análisis de rentabilidad económica (Anexo 3).

**Tabla 5:** Resultados de valuación del proyecto

Resultados	
VAN	2453,63
TIR	19%
P. Recupero	4,05

Basados en el criterio del VAN, el inversionista debería aceptar el proyecto y comprar el equipo de dosis variable, asumiendo que otras inversiones alternativas

tienen un VAN inferior. Este equipo va a ser U\$S 2.453,63 más rentable que el costo de los fondos que se toman prestados para financiar la compra durante los cinco años de vida del proyecto. De hecho, el inversionista podrá pagar U\$S 2453,63 extras por el equipo de dosis variable, si fuera necesario, y el proyecto seguiría generando las suficientes ganancias como para cubrir el costo promedio ponderado del capital. Otro criterio a tener en cuenta, es el período de recupero que es menor a la vida útil del equipo en cuestión. En este caso la TIR es de 19%, es decir, un 6,6% por encima de la rentabilidad esperada de la inversión de capital (12,4%). La tabla 6 muestra los resultados obtenidos ante diferentes escenarios.

**Tabla 6:** Análisis de sensibilidad

Análisis de sensibilidad				
Variables U\$S/ha	P.Recupero	VAN	TIR	Hectareas
21,47	4,05	2453,63	19%	400
15,00	9,87	-4974,84	-3%	400
50,00	1,16	35209,56	95%	400
19,33	5,00	0,00	12%	400
21,47	5,00	0,00	12%	314,7

Se observa que la contribución marginal podría disminuir un 11%, de 21,47 U\$S/ha. a 19,33 U\$S/ha., manteniendo la rentabilidad esperada de 12,4% sobre el capital. Con el mismo razonamiento la superficie sembrada podrá verse disminuida en un 27%, es decir de 400 a 314,7 has, sin afectar la tasa de descuento de 12,4%.

El análisis de rentabilidad económica indica que se debe comprar el equipo de dosis variable. En cuanto al análisis de factibilidad financiera, se observa que, como muestra la última fila de la Tabla 7, ocurre un déficit en el flujo anual en los primeros dos años, y un superávit en los otros restantes tres años. Por lo tanto, se comprueba que si bien el equipo es económicamente rentable, en los primeros dos años no va a generar el efectivo suficiente para pagar el crédito.

**Tabla 7:** Análisis de la compra del equipo dosis variable con un crédito

	Año				
	1	2	3	4	5
<b>Flujo de caja anual</b>	4641,46	4641,46	4641,46	4641,46	4641,46
<b>Pago de capital</b>	7048,00	7048,00			
<b>Pago de intereses</b>	2008,68	1004,34			
<b>Pago total</b>	9056,68	8052,34			
<b>Deducción por intereses</b>	602,60	301,30			
<b>Pago neto del crédito</b>	8454,08	7751,04			
<b>Flujo de caja anual</b>	-3812,62	-3109,58	4641,46	4641,46	4641,46

<b>TIR</b>	32%
------------	-----

Estos déficits se pueden llegar a eliminar de las siguientes formas:

1. Extendiendo el período de pago del crédito,
2. Aumentando la superficie sembrada por año.
3. Subsidiando la compra del equipo con efectivo proveniente de otras fuentes.

Este subsidio debería ser de U\$S 3812,62 el primer año; y U\$S 3109,58 en el segundo. A partir del tercer año, el equipo va a generar exceso de efectivo que puede ser destinado a la compra de otros bienes de capital.

Bajo las condiciones analizadas, la opción mas beneficiosa es la de comprar el equipo de dosis variable con un crédito a dos años, lo que arroja una tasa de retorno a la inversión del 32%.

## **6. Conclusión**

La principal contribución de este estudio es demostrar los beneficios generados por la implementación de herramientas de Agricultura de Precisión, en un planteo de agricultura típico de la zona de Río Cuarto.

El costo mas representativo, a la hora de implementar esta tecnología, es el de la calidad con la que se realizan todas las tareas a campo y el control de gestión para el ajuste de los factores de manejo teniendo en cuenta que, cualquier error operativo, puede condicionar en un 20 a 40% el margen neto obtenido en el lote.

Se observo en este caso, que al aplicar Manejo Sitio Especifico en lotes con gran variabilidad de rendimientos, se generaron aumentos en la rentabilidad de los mismos, los cuales se produjeron en base al ahorro de insumos en zonas de menor potencial de rendimiento, y no en función de la aplicación de mayores dosis en zonas de alto potencial de rendimiento.

Bajo las condicione analizadas, se determino que la contribución marginal mínima por hectárea que hace rentable la implementación de esta tecnología es de 19,33 U\$S/ha, que se encuentra dentro de la media lograda por diferente empresas en la zona bajo estudio.

Se comprobó que a partir de una superficie de 314,7 hectareas destinadas al cultivo de maíz por año es rentable incorporar herramientas de Agricultura de Precisión. Los datos utilizados en este análisis pertenecen al establecimiento en cuestión y no son extrapolables a otros sistemas productivos.

## 7. Anexo

### Anexo 1: Análisis económico: retorno por cada peso invertido

Análisis económico: Retorno \$/invertido según dosis								
	Bajo Oeste				Loma			
	0 Urea	90 Urea	145 Urea	160 Urea	0 Urea	90 Urea	145 Urea	160 Urea
<b>Costos</b>								
Labores	50,39	50,39	50,39	50,39	50,39	50,39	50,39	50,39
Semillas	41,93	41,93	41,93	41,93	41,93	41,93	41,93	41,93
Herbicidas	63,92	63,92	63,92	63,92	63,92	63,92	63,92	63,92
Insecticidas	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48
Fertilizantes	16,00	45,70	63,85	68,80	16,00	45,70	63,85	68,80
<b>Total</b>	<b>176,71</b>	<b>206,41</b>	<b>224,56</b>	<b>229,51</b>	<b>176,71</b>	<b>206,41</b>	<b>224,56</b>	<b>229,51</b>
Rinde	<b>79,40</b>	<b>92,86</b>	<b>101,19</b>	<b>105,48</b>	<b>52,36</b>	<b>66,91</b>	<b>69,26</b>	<b>73,49</b>
Precio/tonelada (final)	7,48	7,48	7,48	7,48	7,48	7,48	7,48	7,48
<b>Ingreso total</b>	<b>593,91</b>	<b>694,62</b>	<b>756,88</b>	<b>789,02</b>	<b>391,65</b>	<b>500,49</b>	<b>518,06</b>	<b>549,73</b>
<b>Ingreso Neto</b>	<b>417,20</b>	<b>488,21</b>	<b>532,32</b>	<b>559,51</b>	<b>214,94</b>	<b>294,08</b>	<b>293,51</b>	<b>320,22</b>
<b>Retorno \$/invertido</b>	<b>2,36</b>	<b>2,37</b>	<b>2,37</b>	<b>2,44</b>	<b>1,22</b>	<b>1,42</b>	<b>1,31</b>	<b>1,40</b>

Análisis económico: Retorno \$/invertido según dosis								
	Media Loma				Bajo Este			
	0 UREA	90 UREA	145 UREA	160 UREA	0 UREA	90 UREA	145 UREA	160 UREA
<b>Costos</b>								
Labores	50,39	50,39	50,39	50,39	50,39	50,39	50,39	50,39
Semillas	41,93	41,93	41,93	41,93	41,93	41,93	41,93	41,93
Herbicidas	63,92	63,92	63,92	63,92	63,92	63,92	63,92	63,92
Insecticidas	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48
Fertilizantes	16,00	45,70	63,85	68,80	16,00	45,70	63,85	68,80
<b>Total</b>	<b>176,71</b>	<b>206,41</b>	<b>224,56</b>	<b>229,51</b>	<b>176,71</b>	<b>206,41</b>	<b>224,56</b>	<b>229,51</b>
<b>Rinde</b>	<b>44,79</b>	<b>57,77</b>	<b>64,19</b>	<b>64,27</b>	<b>81,16</b>	<b>92,31</b>	<b>92,77</b>	<b>97,67</b>
Precio/tonelada (final)	7,48	7,48	7,48	7,48	7,48	7,48	7,48	7,48
<b>Ingreso total</b>	<b>335,00</b>	<b>432,12</b>	<b>480,12</b>	<b>480,71</b>	<b>607,08</b>	<b>690,50</b>	<b>693,92</b>	<b>730,55</b>
<b>Ingreso Neto</b>	<b>158,29</b>	<b>225,71</b>	<b>255,56</b>	<b>251,21</b>	<b>430,37</b>	<b>484,09</b>	<b>469,36</b>	<b>501,04</b>
<b>Retorno \$/invertido</b>	<b>0,90</b>	<b>1,09</b>	<b>1,14</b>	<b>1,09</b>	<b>2,44</b>	<b>2,35</b>	<b>2,09</b>	<b>2,18</b>

## Anexo 2: ingreso diferencial ponderado para dosis fija vs. dosis variable

Análisis económico					
Dosis promedio versus dosis variable (Nitrógeno)					
	Dosis Promedio	Dosis variable			
		Bajo Oeste	Loma	Media Loma	Bajo Este
Dosis Urea (kg/ha)	100	160	90	145	0
Superficie (ha)	26,23	4,32	7,39	11,49	3,03
Rendimiento qq/ha	69,5	105,5	66,9	64,2	81,2
Ingreso U\$/ha	562,95	854,55	541,89	520,02	657,72
<b>Gastos U\$/ha</b>					
Labores	50,39	50,39	50,39	50,39	50,39
Mapeo de rendimiento		0,51	0,51	0,51	0,51
Mapa CE		3,10	3,10	3,10	3,10
Manejo técnico		4,13	4,13	4,13	4,13
Semilla - Herbicida - Insecticidas	110,32	110,32	110,32	110,32	110,32
Urea	33,00	52,80	29,70	47,85	0,00
<b>Gasto total</b>	<b>193,71</b>	<b>221,25</b>	<b>198,15</b>	<b>216,30</b>	<b>168,45</b>
<b>Ingreso Neto/ha</b>	<b>369,24</b>	<b>633,30</b>	<b>343,74</b>	<b>303,72</b>	<b>489,27</b>
<b>Ingreso/ha ponderado</b>	<b>369,24</b>	<b>390,71</b>			

Ingreso diferencial ponderado U\$/ha	21,47
--------------------------------------	-------

### Anexo 3: Evaluación económica de compra de equipo de dosis variable

Cantidad de Hectáreas	400
Ingreso Diferencial Ponderado U\$/Ha.	21,47
Costo Capital Propio	13,5%
Costo Deuda (TNA)	14,25%
D/A	30%
CPPC (TNA)	12,4%
Impuestos a las Ganancias	30%
IVA Servicios	21%
IVA Insumos	10,5%

Calculo del Feo						
Año	0	1	2	3	4	5
<b>Estado de resultados</b>						
Ingresos		8588,03	8588,03	8588,03	8588,03	8588,03
Gastos Adp.		3096,00	-3096,00	-3096,00	-3096,00	-3096,00
Amortización		1818,18	-1818,18	-1818,18	-1818,18	-1818,18
Ingreso Bruto		3673,85	3673,85	3673,85	3673,85	3673,85
<b>Impuestos</b>						
Ganancias		1102,16	-1102,16	-1102,16	-1102,16	-1102,16
IVA		251,58	251,58	251,58	251,58	251,58
Amortización		1818,18	1818,18	1818,18	1818,18	1818,18
<b>Capital de trabajo neto</b>						
Capital de trabajo	-3096,00					
<b>Activos fijos</b>						
Equipo de dosis variable	-11000,00					
Feo	-14096,00	4641,46	4641,46	4641,46	4641,46	4641,46

Resultados	
VAN	2453,63
TIR	19%
P. Recupero	4,05

#### Anexo 4: Análisis de sensibilidad para un ingreso marginal de 50 U\$S/ha

Cantidad de Hectáreas	400
Ingreso Diferencial Ponderado U\$S/Ha.	50,00
Costo Capital Propio	13,5%
Costo Deuda (TNA)	14,25%
D/A	30%
CPPC (TNA)	12,4%
Impuestos a las Ganancias	30%
IVA Servicios	21%
IVA Insumos	10,5%

Calculo del Feo						
Año	0	1	2	3	4	5
<b>Estado de resultados</b>						
Ingresos		20000,00	20000,00	20000,00	20000,00	20000,00
Gastos Adp.		-3096,00	-3096,00	-3096,00	-3096,00	-3096,00
Amortización		-1818,18	-1818,18	-1818,18	-1818,18	-1818,18
Ingreso Bruto		15085,82	15085,82	15085,82	15085,82	15085,82
<b>Impuestos</b>						
Ganancias		-4525,75	-4525,75	-4525,75	-4525,75	-4525,75
IVA		1449,84	1449,84	1449,84	1449,84	1449,84
Amortización		1818,18	1818,18	1818,18	1818,18	1818,18
<b>Capital de trabajo neto</b>						
Capital de trabajo	-3096,00					
<b>Activos fijos</b>						
Equipo de dosis variable	11000,00	-				
Feo	14096,00	-	13828,09	13828,09	13828,09	13828,09

Resultados	
VAN	35209,56
TIR	95%
P. Recupero	1,16

## Anexo 5: Análisis de sensibilidad para un ingreso marginal de 15 U\$/ha

Cantidad de Hectáreas	400
Ingreso Diferencial Ponderado U\$/Ha.	15,00
Costo Capital Propio	13,5%
Costo Deuda (TNA)	14,25%
D/A	30%
CPPC (TNA)	12,4%
Impuestos a las Ganancias	30%
IVA Servicios	21%
IVA Insumos	10,5%

Calculo del Feo						
Año	0	1	2	3	4	5
<b>Estado de resultados</b>						
Ingresos		6000,00	6000,00	6000,00	6000,00	6000,00
Gastos Adp.		-3096,00	-3096,00	-3096,00	-3096,00	-3096,00
Amortización		-1818,18	-1818,18	-1818,18	-1818,18	-1818,18
Ingreso Bruto		1085,82	1085,82	1085,82	1085,82	1085,82
<b>Impuestos</b>						
Ganancias		-325,75	-325,75	-325,75	-325,75	-325,75
IVA		-20,16	-20,16	-20,16	-20,16	-20,16
Amortización		1818,18	1818,18	1818,18	1818,18	1818,18
<b>Capital de trabajo neto</b>						
Capital de trabajo	-3096,00					
<b>Activos fijos</b>						
Equipo de dosis variable	11000,00	-				
Feo	14096,00	2558,09	2558,09	2558,09	2558,09	2558,09

Resultados	
VAN	-4974,84
TIR	-3%
P. Recupero	9,87

## Anexo 6: Análisis de sensibilidad y punto de equilibrio. VAN=0

Cantidad de Hectáreas	400
Ingreso Diferencial Ponderado U\$/Ha.	19,33
Costo Capital Propio	13,5%
Costo Deuda (TNA)	14,25%
D/A	30%
CPPC (TNA)	12,4%
Impuestos a las Ganancias	30%
IVA Servicios	21%
IVA Insumos	10,5%

Calculo del Feo						
Año	0	1	2	3	4	5
<b>Estado de resultados</b>						
Ingresos		7733,20	7733,20	7733,20	7733,20	7733,20
Gastos Adp.		-3096,00	-3096,00	-3096,00	-3096,00	-3096,00
Amortización		-1818,18	-1818,18	-1818,18	-1818,18	-1818,18
Ingreso Bruto		2819,02	2819,02	2819,02	2819,02	2819,02
<b>Impuestos</b>						
Ganancias		-845,71	-845,71	-845,71	-845,71	-845,71
IVA		161,83	161,83	161,83	161,83	161,83
Amortización		1818,18	1818,18	1818,18	1818,18	1818,18
<b>Capital de trabajo neto</b>						
Capital de trabajo	-3096,00					
<b>Activos fijos</b>						
Equipo de dosis variable	11000,00	-				
Feo	14096,00	3953,32	3953,32	3953,32	3953,32	3953,32

Resultados	
VAN	0,00
TIR	12%
P. Recupero	5,00

## Anexo 7: Análisis de punto de indiferencia en hectareas (VAN = 0)

Cantidad de Hectáreas	314,7
Ingreso Diferencial Ponderado U\$/Ha.	21,47
Costo Capital Propio	13,5%
Costo Deuda (TNA)	14,25%
D/A	30%
CPPC (TNA)	12,4%
Impuestos a las Ganancias	30%
IVA Servicios	21%
IVA Insumos	10,5%

Calculo del Feo						
Año	0	1	2	3	4	5
<b>Estado de resultados</b>						
Ingresos		6757,09	6757,09	6757,09	6757,09	6757,09
Gastos Adp.		-2435,94	-2435,94	-2435,94	-2435,94	-2435,94
Amortización		-1818,18	-1818,18	-1818,18	-1818,18	-1818,18
Ingreso Bruto		2502,97	2502,97	2502,97	2502,97	2502,97
<b>Impuestos</b>						
Ganancias		-750,89	-750,89	-750,89	-750,89	-750,89
IVA		197,95	197,95	197,95	197,95	197,95
Amortización		1818,18	1818,18	1818,18	1818,18	1818,18
<b>Capital de trabajo neto</b>						
Capital de trabajo	-2435,94					
<b>Activos fijos</b>						
Equipo de dosis variable	11000,00					
Feo	13435,94	3768,21	3768,21	3768,21	3768,21	3768,21

Resultados	
VAN	0,00
TIR	12%
P. Recupero	5,00

### Anexo 8: Gastos directo de agricultura de Precisión

<b>Costos Agricultura de precisión con IVA</b>	
<b>Pasos operativos</b>	<b>U\$\$/ha</b>
Mapeo de rendimiento	0,51
Mapa CE	3,10
Manejo técnico	4,13
<b>Costo total</b>	<b>7,74</b>

## 8. Bibliografía

- Alonso, D., (2004, Julio 16) Agricultura sin manos al volante. La Voz del Campo, 2, 4.
- Baños, A y Goenaga, T. (2003) metodología para la evolución económica de un Proyecto de Agricultura de Precisión.
- Bertello, F., (2005, Noviembre 12) Tecnología para ganar. La Nación suplemento campo, 1
- Bongiovanni, R. (2003). La Agricultura de Precisión en la Cosecha Trabajo preparado para la Revista IDIA del INTA, Diciembre 2003. Proyecto Agricultura de Precisión – INTA Manfredi Ruta 9 Km. 636, (5988) Manfredi, Argentina.
- Bongiovanni, R. (2004). Rentabilidad de la Agricultura de Precisión. Trabajo realizado para la revista Agromercados. Extraído en septiembre, 2005, de [www.agromercado.com](http://www.agromercado.com)
- Bragachini, M., Casini, C. (2006). Soja Eficiencia de Cosecha y Postcosecha, Manual técnico N° 3 INTA-PRECOP.
- Bragachini, M., Menendez, A., Scaramuzza, F., Poietti, F., (2005, Septiembre 23) Maíz de alto valor en el paraíso, 2, 3, 4.
- Bragachini, M., Méndez, A., Scaramuzza, F. (2005). Agricultura de Precisión: Una Realidad en el Campo Argentino. Proyecto Agricultura de Precisión - INTA Manfredi. Extraído en octubre 12, 2005, de: [www.agriculturadeprecision.org](http://www.agriculturadeprecision.org)
- Bragachini, M., Von Martín, A., Menéndez, A. (2003). Agricultura de precisión. Proyecto agricultura de precisión INTA Manfredi, 1, 2, 3, 4.
- Dardanelli, J. (2002). Utilización de modelos de simulación para manejo sitio específico Trabajo preparado para el tercer taller internacional de agricultura de precisión del cono sur de América. Diciembre 2002.
- Faricelli, C. (2005). Respuesta sitio específica a la fertilización nitrogenada a la siembra en el cultivo de maíz. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- INTA MANFREDI, 2003. Recursos Naturales de la provincia de Córdoba. Los Suelos. Nivel de reconocimiento = escala 1:500000. Agencia Córdoba

D.A.C.yT.S.E.M. Dirección de ambiente. BR Copias, Nueva Córdoba, Córdoba, Argentina.

Proietti, F., Bocco, M. (2003). Evaluación Económico-Financiera sobre la implantación de técnicas de Agricultura de Precisión.

Reca, L.G., Parellada, G.H. (2001) Sector Agropecuario Argentino, aspectos de su evolución, razones de su crecimiento reciente y posibilidades futuras. Ed. Facultad de Agronomía (UBA), Buenos Aires. 150 p.

Roberts, T.L. 2003 Manejo sitio específico de nutrientes – Avance en aplicaciones con Dosis Variable. Traducción al castellano: Ing. Agr. Axel Von Martin.

Consultado de:

[www.agriculturadeprecision.org/articulos/ManejoSitioEspecificoNutrientes - AvancesenAplicacionDosisVariable.htm](http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/ManejoSitioEspecificoNutrientes-AvancesenAplicacionDosisVariable.htm).

Ross, Westerfield y Jordan. (2001) Fundamentos de Finanzas corporativas 5ta edición Ed Mc Graw Hill.

Sapag Chain, N y Sapag Chain, R. (2000), Preparación y evaluación de proyectos. McGRAW – HILL /INTERAMERICANA DE CHILE LTDA. Santiago (Chile).