



UNIVERSIDAD DE BELGRANO

# Las tesis de Belgrano

Facultad de Ciencias Agrarias  
Carrera Licenciatura en Administración y Gestión  
de Agronegocios

Usos y aplicaciones del monitor de  
rendimiento en la agricultura moderna

N° 617      María de los Milagros Labandibar

Tutor: Ing. Agr. Gustavo R. Turri

Departamento de Investigaciones  
2014

Universidad de Belgrano  
Zabala 1837 (C1426DQ6)  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina  
Tel.: 011-4788-5400 int. 2533  
e-mail: [invest@ub.edu.ar](mailto:invest@ub.edu.ar)  
url: <http://www.ub.edu.ar/investigaciones>



## ÍNDICE:

Agradecimientos .....	5
Objetivos y Metodología .....	5
1- Introducción .....	5
2- Desarrollo .....	7
2.1- Marco Teórico .....	7
2.1.1- ¿Qué es la Agricultura de precisión?.....	7
2.1.2- Herramientas de la Agricultura de Precisión .....	7
2.2- Monitor de Rendimiento .....	12
2.2.1- ¿Qué es el Monitor de rendimiento?.....	12
2.2.2- Características, usos y aplicaciones .....	12
2.2.3- Componentes.....	13
2.2.4- Calibración .....	17
2.2.5- Evolución .....	18
2.2.6- Monitores que se ofrecen en el mercado.....	19
3- Obtención de mapas de rendimiento .....	24
4- Software para el mapeo de rendimiento .....	25
4- Barra de herramientas: está compuesto por diferentes partes .....	27
4.1- Errores de registro.....	28
4.1.2- Filtros .....	29
5- Actualidad de la Herramienta.....	29
6- Marco práctico .....	33
7- Conclusión .....	36
8- Bibliografía .....	37
8.1- Comunicaciones Personales .....	37
8.2- Páginas Webs .....	37
8.3- Artículos Periódísticos .....	38
9- Anexos .....	39
9.1- Características de dsitintos monitores de siembra según empresas fabricantes .....	39
9.2- Evolución de los Monitores de Rendimiento según cada empresa de fabricantes .....	44



## Agradecimientos

Quiero agradecerle especialmente a mi Tutor el Ing. Agr. Gustavo R. Turri por su paciencia y dedicación en orientarme para realizar el presente trabajo.

También al Ing. Agr. Andrés Méndez por su asesoramiento técnico y al productor Esteban Barbi por brindarme su tiempo para poder poner en práctica el tema tratado en la Tesina.

## Objetivos

El siguiente trabajo final de carrera se propone como objetivo:

- Evaluar la aplicación de la herramienta Monitor de Rendimiento para el logro de una toma de decisiones más efectiva, en pos de un mayor aprovechamiento del recurso suelo, y en consecuencia, generar conciencia del beneficio otorgado por la misma a los actores del sector.

## Metodología

- Realización de entrevistas a productores
- Comunicación personal con especialistas en el tema
- Participación en el Curso de Agricultura de Precisión
- Capacitación en mapeo básico de rendimiento
- Visita al Farm Progress Show 2013
- Búsqueda de antecedentes bibliográficos

## 1 – Introducción

### Reseña histórica

Durante la década de los 90 en el mundo se produjeron significativos avances tecnológicos que revolucionaron la agricultura mundial, provocando específicamente en nuestro país la entrada de tecnologías desarrolladas fronteras afuera, trayendo como consecuencia aumentos de productividad en toda la rama agropecuaria, como por ejemplo en cultivos extensivos, en biotecnología, maquinaria agrícola, entre otros.

Dentro de estos grandes cambios nos encontramos con la llamada Agricultura de Precisión<sup>1</sup>, concebida desde EEUU 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.

El nacimiento de esta tecnología hizo que el comportamiento que expresaba cada cultivo con el ambiente no se dejara de lado, acrecentando su importancia a medida que fueron pasando los años. De esta manera la AP con todas las herramientas que la componen hacen que un cultivo en un mismo lote se pueda manejar por ambientes de modo de obtener mayor eficiencia en el manejo de los recursos (suelo, genética, fertilizantes, etc.), aprovechando al máximo su potencial.

En la actualidad existen 20 empresas importantes que fabrican todas las herramientas de alta complejidad que hacen a las máquinas inteligentes y competitivas.

---

<sup>1</sup> De ahora en adelante Agricultura de Precisión se denominará AP.

“Para tener idea de la magnitud del crecimiento de la adopción de la agricultura de precisión el parámetro internacional es la cantidad de monitores de rendimiento que dispone un país y la representatividad del uso en el área cosechada y Argentina en cantidad de Monitores de Rendimiento ostenta el 2° puesto global después de EEUU y al año 2012/13 puede mapear el 60% del área cosechada. En el año 1998 había 200 monitores de rendimiento con GPS; en el año 2005 1500 monitores; en el año 2010: 7450 monitores y en el año 2012: 8915 monitores, en el último año se aumentó un 6% la cantidad de monitores en funcionamiento en Argentina”.<sup>2</sup>

En Argentina, la tecnología de la Agricultura de Precisión comienza a dar sus primeros pasos alrededor de 1995, cuando el primer monitor de rendimiento y sembradora inteligente se pusieron en funcionamiento en la Estación Experimental Agropecuaria INTA<sup>3</sup> MANFREDI.

La primera incorporación fue el banderillero satelital que comenzó a instalarse en las pulverizadoras para reemplazar el trabajo insalubre y rudimentario de los banderilleros humanos y para permitir el trabajo nocturno. Instalado actualmente en un 95% de las pulverizadoras y cubriendo una superficie tratada de 99%.

Luego le siguió la adopción de controladores de siembra colocados en sembradoras, permitiendo con esta herramienta dar conocimiento de la dosificación de semillas y fertilizante, la velocidad de avance, la capacidad de trabajo, la densidad de siembra y la cantidad de semillas por metro de surco. Dichas ventajas sobre la performance de la maquinaria y del operario hizo que la adopción sea inobjetable, teniendo la Industria Nacional una participación del 100%, cubriendo más del 60% de la superficie cultivada.

Asimismo se suma la aceptación del piloto automático y la incorporación de la Aplicación Variable de Insumos como consecuencia del uso de cada una de las herramientas de Agricultura de Precisión.

Por último se encuentra la herramienta con mayor trascendencia que fue el Monitor de Rendimiento, marcando una gran evolución en su conformación y prestación, como en su adopción. Los equipos en funcionamiento en la actualidad alcanzarían para monitorear el 66% de la superficie cultivable del país.

El monitor de rendimiento mide una porción cosechada de un cultivo en espacio y tiempo arrojando la información en forma de mapa gráfico.

Abarca la adquisición, análisis y síntesis de datos de rendimiento (Proyecto Agricultura de Precisión INTA Manfredi), obteniendo como resultado final un mapa con distintos colores que muestra distintos rangos de rendimiento dentro de un lote.

A lo largo del trabajo se profundizará sobre la importancia del uso, aplicación y difusión de estos Monitores de rendimiento aplicados a la agricultura moderna.

Para llevar a cabo dicho objetivo se comenzará con una breve descripción de lo que se denomina AP, ayudando la misma a realizar un mejor manejo de las variaciones de producción de un campo determinado de forma interactivo.

A su vez, la metodología empleada se va a basar en una investigación exploratoria yendo de la información más general a la más particular para ir desarrollando el tema con la mayor claridad posible pudiendo alcanzar un juicio de valor propio al término de dicho trabajo.

<sup>2</sup> Evolución de agrocomponentes de AP en Argentina, 1998/2012 Bragachini, Mario.

<sup>3</sup> INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agrícola

## 2- Desarrollo

### 2.1 Marco Teórico

#### 2.1.1 ¿Qué es la Agricultura de precisión?

Es una herramienta que permite obtener y analizar información geo referenciada, facilitando el entendimiento de lo que sucede en nuestros lotes para tomar decisiones más acertadas, logrando un uso eficiente de nuestros insumos; se puede comprender de 5 maneras distintas:

- Manejo de sitio específico (manejo integrado en tiempo real)
- Aumento de la eficiencia
- Aplicación variable
- Equipamiento para fertilizaciones eficientes
- Trazabilidad de procesos.

Con la agricultura de precisión se puede aumentar tanto el rendimiento de un cultivo, como también maximizar la expresión de los atributos del suelo en los que se está trabajando.

La importancia que tiene esta tecnología es que se centra en un objetivo que es la gestión (administración de recursos) de una parcela/lote desde los siguientes puntos de vista: AGRONÓMICO, MEDIO AMBIENTAL Y ECONÓMICO.

Es así que la Agricultura de Precisión concierne una estrategia de administración de la información utilizando la misma, para recolectar datos útiles a fin de tomar decisiones más acertadas asociadas a la producción de un cultivo.

A este tipo de tecnología se la llama también agricultura por ambientes, manejo por ambientes, manejo sitio-específico; definido por algunos autores como: "Adecuación de la aplicación de recursos y de prácticas agronómicas a los requerimientos de suelos y cultivos, teniendo en cuenta tanto las variaciones en el espacio como en el tiempo dentro de un potrero". Esta "adecuación" no solo debe contemplar la productividad de los cultivos sino también la conservación de los recursos suelo agua.

Quiere decir esto que a cada parte de una parcela/lote la interpreta como si estuviese separada del resto del campo, de esta forma optimiza y hace más eficiente el uso de recursos, también ayuda a entender porque ocurren variaciones en determinadas partes del lote, como falta de nutrientes, diferencias de altimetría, profundidad de tosca, cambios de textura, etc.

#### 2.1.2. Herramientas de la Agricultura de Precisión

##### 1- Monitores de siembra:

Permiten verificar que caiga la cantidad de semilla deseada, sirven como control de una buena práctica que en este caso sería la siembra. Posibilitan la comunicación entre la sembradora y el operador del tractor sin tener que controlar en forma permanente la sembradora.

Indica surco por surco como realiza la siembra y si el operario detecta una falla en el momento que se originó, puede evitarla.

Antiguamente los primeros monitores de siembra tenían la opción de solamente controlar el giro del tren cinemático, por lo cual solo detectaban si el mismo se había interrumpido o no.

En la actualidad se testea cada surco de siembra con sensores cada día más precisos y que brindan una excelente información acerca de la densidad de siembra realizada. Calculan en tiempo real la información brindada por sensores colocados en diferentes lugares de la sembradora.

Los componentes de un monitor de siembra son los siguientes:

- Consola
- Cable de alimentación
- Sensores de semilla o fertilizante
- Adaptadores siembra fina y/o fertilización
- Detector de proximidad

Hoy en día hay varias empresas que ofrecen una amplia gama de monitores de siembra, las mismas son:

Marcas de Monitores de siembra	Dispositivo	Descripción
GEOSISTEMAS	 CAS 4500	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de control de 64 surcos de semillas / fertilizante</li> <li>• Aviso por diferencia de densidad de siembra entre surcos</li> <li>• Detección de fallas por desconexión de sensores</li> <li>• Indicación instantánea con alarmas visuales y sonoras diferentes según el tipo de falla</li> <li>• Alarma de detección de óptica sensor sucio</li> <li>• Cuenta hectárea hasta 100 lotes diferentes</li> <li>• Indicaciones de semilla por metro, sem. Por hectárea, distancia entre semillas</li> <li>• Indicación de velocidad de avance y alarmas por exceso o mínima de velocidad</li> <li>• Comunicación al módulo GPS para mapeo de siembra georeferenciada</li> <li>• Sensor de tolva. (Opcional)</li> <li>• Monitor con sistema de siembra y fertilización variable</li> <li>• Dosificación en forma georeferenciada de Semillas y fertilizante. Se entrega Software de aplicación</li> <li>• Controla y monitorea hasta 128 surcos de siembra y/o fertilizante</li> </ul>
PLANTIUM	PLANTIUM F20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisa hasta 20 surcos.</li> <li>• Semilla por: surco, hectárea y metro.</li> <li>• Área trabajada total y parcial.</li> <li>• Alarma sonora y visual por: mínima, máxima o nula.</li> <li>• Distancia.</li> <li>• Velocidad.</li> <li>• Población total y promedio de semillas.</li> </ul>
LANDTECH	 MS 3000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controla hasta 60 surcos de siembra y/o fertilizante; toda la información es mostrada en una sola pantalla</li> <li>• Permite monitorear la regulación de la sembradora mostrando permanentemente en pantalla la densidad de siembra expresada en semillas por metro y las miles de plantas por hectárea</li> <li>• Equipo con capacidad de cuenta semillas en tiempo real, metro a metro, verificando su correcta distribución y control de caída</li> <li>• Visualizan las densidades de cada uno de los surcos, expresada en semillas por metro</li> <li>• Indica a través de un sistema de grafico de barras, si todos los surcos arrojan en forma porcentual la misma cantidad de semillas, asegurando una correcta distribución de siembra</li> <li>• Se configuran surcos para siembra a chorillo y/o fertilizante o para siembra grano/grano</li> <li>• Informa la velocidad de desplazamiento en km/hora</li> <li>• Informa la superficie trabajada en hectáreas totales y parciales</li> <li>• Detecta si algún surco se obstruye total o parcialmente y si existen semillas partidas</li> <li>• Permite encontrar en forma rápida e intuitiva la velocidad optima de siembra</li> <li>• Indica en forma visual y sonora el surco que deja de sembrar a fin de corregir cualquier inconveniente</li> <li>• Una vez configurado, la operación es totalmente automática</li> </ul>
D&E	 TERRA SMART	<p>Es lo último en generación de computadoras inteligentes de siembra con pantalla color sensible al tacto de 7,8". Receptor GPS interno. Sistema basado en tecnología CAN y norma ISO BUS. Posee la capacidad de monitorear hasta 120 líneas de siembra y/o fertilizante a partir de un solo nodo. Cuenta con un sistema de alarmas sonoras y graficas por fallas totales y/o parciales (tubo tapado, falta de semilla, error de densidad), informa cantidad de semillas sembradas por metro lineal, población sembrada por hectárea, calcula superficie sembrada parcial y total. Incluye kit de mapeo con tarjeta de memoria y software para imprimir mapas de siembra. Este sistema puede ser actualizado para realizar siembra y fertilización variable.</p>
	 TERRA 5000	<p>Es el primer Monitor de Siembra con sistema GPS incorporado para medición de velocidad. La concepción de este producto está focalizada en los productores y/o contratistas que buscan una herramienta de control sencilla y práctica sin sacrificar información de vital importancia. Tiene la capacidad de monitorear hasta 32 líneas de siembra y/o fertilizante. Cuenta con un sistema de alarmas sonoras y graficas por fallas totales y/o parciales (tubo tapado, falta de semilla, error de densidad), informa cantidad de semillas sembradas por metro lineal, población sembrada por hectárea, calcula superficie sembrada parcial y total.</p>

Elaboración propia, Distintos modelos de monitores de siembra que ofrecen las empresas<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Ver Anexos 9.1

## 2- Monitores de Pulverización:

Es una herramienta que permite mapear cualquier tipo de trabajo añadiendo a la terminal los sensores correspondientes, y cargando el software asociado al trabajo mediante la memoria USB. Dosifica los componentes en función del mapa de rendimiento. Teniendo en cuenta: desnivel de los lotes, marcas y modelos de la maquinaria agrícola utilizada, velocidad con que se opera la máquina, tipo de producto, etc. Se puede medir lo aplicado con respecto a lo pautado. Desarrolla las siguientes funciones:

- Aplicación variable de productos por medio de prescripción.
- Mapeo en tiempo real y logueo de: velocidad y dosis.
- Control automático de encendido y apagado de secciones.
- Indicador de litros de producto en tanque.
- 2 contadores de hectáreas y horas.



Foto propia, Monitor de pulverización GSII Pulverizadora John Deere.

## 3- Monitores de rendimiento

Su objetivo es medir el rendimiento y la humedad del grano a medida que se cosecha el cultivo. Si se le adiciona un GPS se pueden obtener datos geoposicionados o lo que se llama un mapa de rendimiento. Más adelante se hablara con más detalle sobre esta herramienta ya que es en lo que se basa la tesina.

## 4- Banderillero satelital:

El funcionamiento de los banderilleros satelitales se basa en el Sistema de Posicionamiento Global GPS, mediante el cual la maquinaria de aplicación de productos químicos o fertilizantes está ubicada en tiempo real en un lugar del espacio constantemente.

Está constituido por 24 satélites operativos de la constelación NAVSTAR (GPS), los cuales se hayan distribuidos en 6 órbitas elípticas, los satélites tienen un período de casi 12 horas y orbitan aproximadamente a 20.000 km de altitud. La configuración de la constelación asegura que siempre haya un mínimo de 4 satélites visibles desde cualquier punto de la tierra. Los satélites emiten un código pseudo aleatorio (PRN) en su señal mediante el cual son identificados por sus receptores.

Por último el segmento humano quien es el que evalúa la información recibida.

Controlan la información de los satélites y pueden corregir aumentando o disminuyendo el error.

En nuestro país los sistemas de guía satelital son utilizados en pulverización, fertilización y en sembradoras. Los software de banderilleros satelitales cuentan con las mismas funciones para la aplicación y uso a campo, consideran el costo del agroquímico, y el mal control ocasionado por solapamiento o áreas sin aplicar.

**5- Piloto Automático:**

Aumenta la precisión en terrenos movidos o con pendiente y ubica la máquina en la siguiente pasada con una precisión acorde a la corrección de señal de GPS usada.



Foto propia, Green Star Guidance, Fuente, Farm Progress Show 2013.

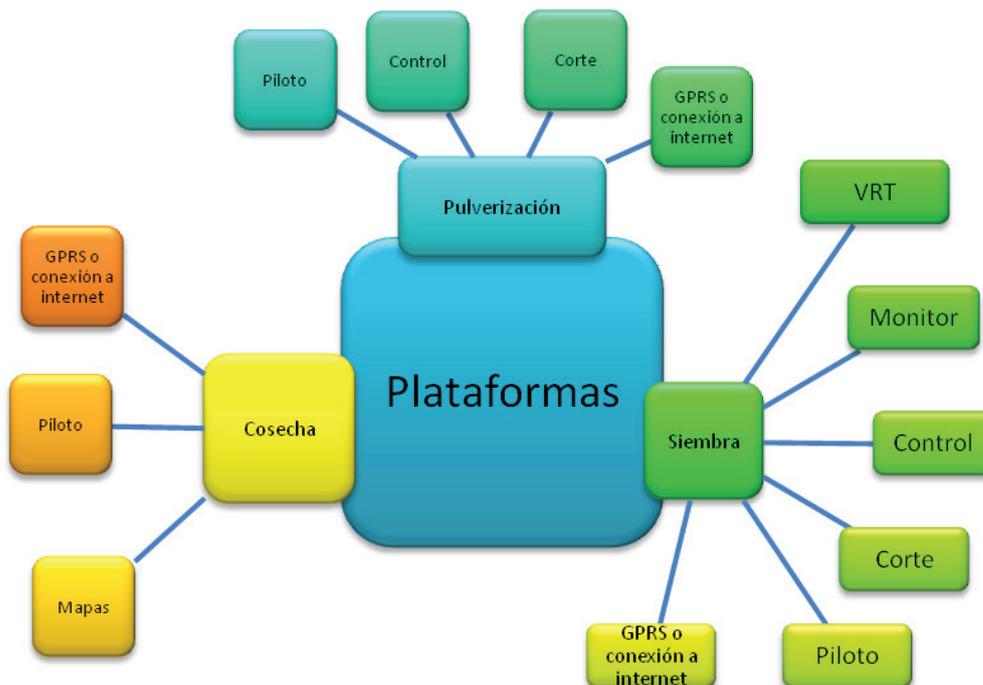


Figura 1. Esquematización de las herramientas de la Agricultura de Precisión. Fuente INTA Manfredi, Córdoba.2012

## 2.2- Monitor de Rendimiento

### 2.2.1- ¿Qué es el monitor de rendimiento?

Es una herramienta que permite crear mapas de rendimiento a color que reflejan la variabilidad espacial de rendimiento en los lotes o bien marcar en forma simple los factores de manejo y su respuesta en el rendimiento.

Es la representación gráfica de una serie de datos geoposicionados de rendimiento y humedad de grano obtenidos mediante la utilización de una cosechadora equipada con monitor de rendimiento y un receptor DGPS (Digital Global Position System).

Es una herramienta práctica, rápida y precisa que nos brinda información exacta a la hora de la cosecha, su peso y también poder grabar en forma georeferenciada en una sola operación todos los tratamientos y repeticiones realizadas.

Es un dispositivo diseñado para registrar los resultados de una cosecha obtenidos de un determinado cultivo y de esa forma poder conocer la variabilidad de un lote.

### 2.2.2- Características, usos y aplicaciones

El monitor de rendimiento básicamente se utiliza para auditar labores, estimar pérdidas y para mejorar campañas futuras. La aplicación que tiene esta herramienta de la agricultura de precisión recae en la elaboración de mapas de rendimiento que se pueden realizar con esta herramienta. Permiten cuantificar la variabilidad de rendimiento existente durante la cosecha de un cultivo dentro del lote. Se puede conocer el área que ocupa cada sitio y cuantificar sus diferencias de rendimiento. Permite un análisis dinámico de los datos ya que se obtiene la visualización de los datos punto por punto, integrados etc.; la utilidad del mapeo de rendimiento aumenta en forma proporcional la variabilidad. Las funciones que se pueden llevar a cabo mediante la utilización del mapeo de rendimiento son: elección del mejor híbrido o variedad, establecer una densidad óptima, utilización de una dosis variable de fertilización apropiada, ajustar el espaciado entre hileras, buscar un beneficio económico y/o agronómico, mejorar ambientes, explorar el potencial del campo, establecer un orden en el registro de datos y generar información a través de los años.

Según varios autores para calcular el rendimiento de un cultivo es necesario conocer tres cosas: el flujo de grano a través del sistema de grano limpio de la cosechadora, la velocidad de avance de la cosechadora, y el ancho del cabezal. El flujo de grano es medido en la cosechadora cerca de la tolva. Es medido en unidades de volumen o masa por unidad de tiempo.

La velocidad de avance puede ser medida de diferentes maneras, en unidades de distancia por unidad de tiempo.

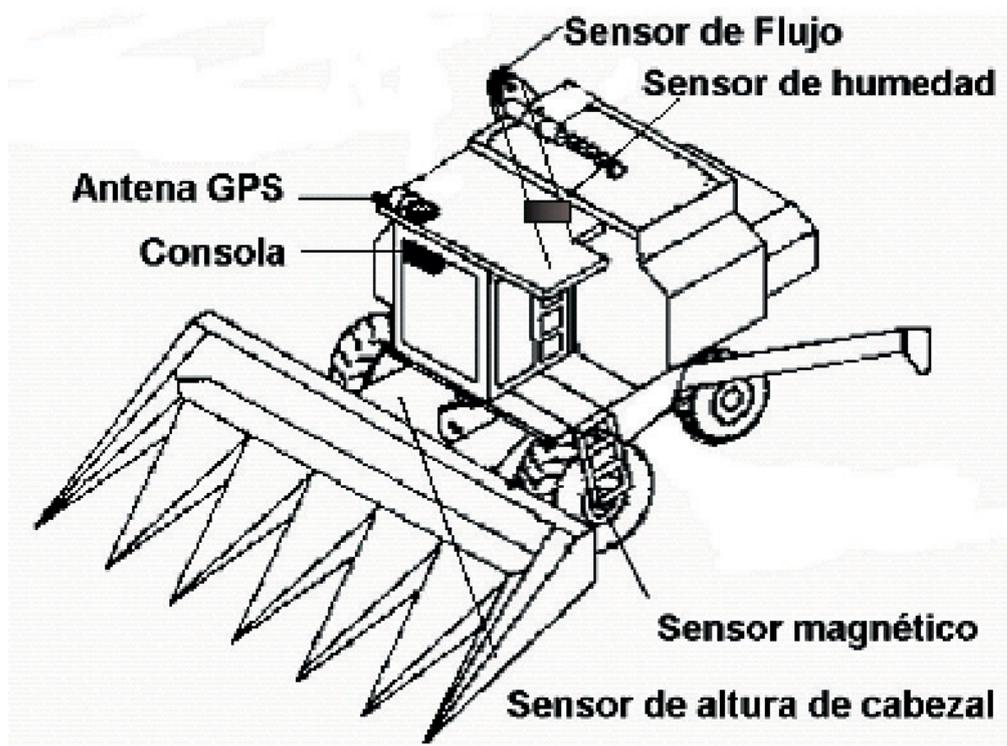
El ancho del cabezal puede ser medido (en ancho o número de surcos), pero es frecuentemente manejado por el operario de la cosechadora. Si la velocidad de avance y el ancho del cabezal son conocidos, el área cosechada por unidad de tiempo puede ser calculada. Si el peso o el volumen por unidad de tiempo y el área cosechada son conocidos, el rendimiento puede ser determinado.

Para poder medir este rendimiento la cosechadora además del monitor de rendimiento necesita de una serie de sensores que la función que cumplen es la de medir y grabar los datos del rendimiento y la humedad del grano a medida que se cosecha. Si a su vez se adiciona un sistema GPS se podrán obtener datos de rendimiento geoposicionados o lo que se llama mapa de rendimiento.

### 2.2.3- Componentes

Componentes necesarios para obtener un mapa de rendimiento:

- A. Sensor de flujo de grano.
- B. Sensor de humedad del grano.
- C. Sensor de velocidad de avance.
- D. Switch de posición del cabezal.
- E. Consola del monitor.
- F. Receptor GPS- DGPS.



Fuente: INTA Manfredi Córdoba, representación esquemática de los componentes de un monitor de rendimiento con posicionamiento satelital y su ubicación en la cosechadora

#### A) Sensores de flujo de grano

Sensores Volumétricos  
Sensores de detección de masa

#### **Massey Ferguson (Flow Control™)**

El sistema Flow Control utilizado por Massey Ferguson para medir rendimiento está completamente integrado al sistema electrónico de la cosechadora. Utiliza una fuente de rayos gamma montada debajo de la cabeza de la noria, formando una ventana de rayos gamma a través de la cual fluye el grano. Montado en el lado opuesto de la noria se ubica la unidad detectora que mide el nivel de rayos gamma incidente. Cuando no fluye grano por la cosechadora el detector recibe el nivel máximo de rayos, y cuando se empieza a cosechar el grano que fluye bloquea parte de la radiación, y el nivel de rayos gamma incidente en el detector disminuye. Esta reducción es medida por el detector. En situaciones de cosecha, el coeficiente de absorción de la masa y la distancia entre la fuente y el receptor se mantienen constantes, en consecuencia, la intensidad es función exclusiva de la densidad.

**Micro- Trak™**

El sensor de rendimiento Micro- Trak es un sistema que puede ser instalado en un gran número de modelos y marcas de cosechadoras. El sensor de rendimiento está instalado en la noria, graba el flujo de grano midiendo la fuerza aplicada a una celda de carga sellada. A medida que el grano pasa a través de la horquilla, desde la noria hacia el sinfín de la tolva, se aplica una fuerza al sensor.

La cantidad de fuerza depende del flujo de grano, a mayor flujo mayor fuerza. Esto también depende de la velocidad de la noria, a mayor velocidad, mayor fuerza. A medida que se aplica la fuerza se genera una frecuencia que es enviada a un módulo electrónico, donde es comparada con los valores de calibración y convertida en rendimiento.

Como el sistema no es una parte integral de la cosechadora, es importante que la instalación y calibración sean correctas para lograr mediciones de rendimiento precisas. El fabricante también sugiere que se deben realizar calibraciones regulares a través de una campaña de cosecha, para mantener la precisión.

**AgTech**

Algunos sistemas de monitoreo de rendimiento pesan el grano cuando atraviesa el sinfín de descarga en la tolva. El tubo del sinfín descansa sobre un plato que unido a un brazo de transferencia actúa sobre una celda de carga.

***Sensor de fuerza de impacto, AgLeader***

El rendimiento puede medirse poniendo una placa de impacto en el camino del flujo de grano. La fuerza es medida por una celda de carga, que es un dispositivo que transforma una carga incidente en una señal eléctrica. Esta conversión es lograda a través de un "strain gage" adosado a la celda. Una muy pequeña deformación de la celda de carga ocasiona un cambio medible en la resistencia ofrecida por el "strain gage" al flujo de corriente eléctrica.

Este sistema presenta muy poco desgaste con el uso al no tener piezas móviles, lo que significa que no ocurrirán cambios en la calibración debido al desgaste de las piezas del sensor. Si pueden ocurrir cambios en la calibración, y de hecho ocurren y son de importancia, por desgaste de las piezas de la cosechadora, como por ejemplo de los baldes de la noria que modifica la luz entre estos y la pared de la noria, o de la tensión de la cadena de la noria.

***Sensor de desplazamiento de placa, John Deere***

Este sistema es similar al anterior, con la diferencia de que se utiliza un potenciómetro para medir el desplazamiento de la placa donde impacta el flujo de grano. Un potenciómetro es un dispositivo que produce una resistencia variable a un flujo de corriente eléctrica a medida que las posiciones relativas de sus componentes cambian. La distancia que se desplaza la placa de impacto es proporcional al flujo de grano, y es transformada en rendimiento comparándola con los valores de la curva de calibración.

Este sistema tiene partes móviles, lo que implica que puede existir desgaste con el uso y por ende cambios en la calibración necesaria para mantener la precisión de los datos estimados de rendimiento.

**B) Sensor de humedad del grano**

Los granos son una compleja mezcla de componentes que incluyen proteínas, almidón, agua y aceites. La calidad del grano, que está determinada por estos componentes, es de importancia creciente en el mercado. De cualquier modo, en tiempo de cosecha, el agricultor está más interesado en solo dos componentes del grano: materia seca y humedad. El contenido de humedad del grano afecta el momento de cosecha, la cantidad de grano dañado y cómo el grano debe ser manipulado y almacenado luego de la misma.

El contenido de humedad de grano afecta la habilidad del productor para comparar la performance del cultivo dentro y entre lotes. Los contenidos de humedad pueden variar mucho dentro de un lote y ciertamente variarán con el tiempo. Es necesario grabarlo en el momento de la cosecha para que todos los datos de rendimiento puedan ser convertidos a valores estándar. La mayoría de los sistemas de monitoreo de rendimiento incluyen alguna manera de medición del contenido de humedad de grano automáticamente, sobre la marcha. Esto permite que cada dato de rendimiento tenga un valor de contenido de humedad asociado.

Dentro de lo que es el sensor de humedad del grano, hay otro tipo de sensores los de capacitancia, que miden las propiedades dieléctricas del grano que fluye entre las placas metálicas, mientras más alto es el contenido de humedad del grano, más alta es la constante dieléctrica, y ello indica la cantidad de humedad del grano.

Para la situación de cosecha Argentina, estos sistemas colocados en el sinfín de alimentación de la tolva, han presentado algunos problemas de pérdida de exactitud de medición por acumulación de tierra sobre el sensor, el cual por más que sea limpiado frecuentemente, para sojas verdes con malezas, con hormigueros, y trigos con malezas verdes, deja de ser confiable.

Ya existe la solución al problema, y consiste en colocar el sensor en el elevador de grano con entrada en la zona de elevación y salida regulada por un motor eléctrico en el regreso de la noria. Este equipamiento no presenta problemas de pérdida de sensibilidad y es el equipo original de John Deere y AgLeader en la actualidad.

Como cualquier sensor de humedad de grano, para ser preciso, necesita de una calibración, por ello se debe tomar simultáneamente la humedad de grano indicada por el monitor y las muestras de humedad de la tolva, para cargar el dato real y también leer la humedad promedio para luego sacar muestras representativas de varios lugares del lote y compararla para ingresar el dato real, luego de calibrado y de no ocurrir un empastado del sensor, el mismo medirá con precisión.

### **C) Sensor de velocidad de avance**

Hay dos tipos magnético y por radar:

**Sensor magnético:** mide las vueltas del palier o de las ruedas delanteras de la cosechadora. Generalmente es el medidor original de la cosechadora, son exactos cuando existen condiciones de buen piso y el neumático no se entierra ni patina. Calibrando este sensor en las mismas condiciones que de la cosecha se independiza del patinamiento y de las diferencias de diámetro de la rueda por enterramiento de los tacos.

**Radar:** emite una señal de micro ondas que es dirigida al suelo y vuelve al sensor reflejado por el suelo. Por ello estos deben estar ubicados cerca del suelo y orientados con un ángulo de 30°. Estos sensores resultan más precisos que los magnéticos cuando la cosechadora trabaja en cultivos de arroz debido al patinaje de las ruedas de tracción en el barro.

### **D) Switch de posición del cabezal**

Su función es controlar el cálculo de superficie realizada por la cosechadora.

Cuando se levanta el cabezal, el sensor suspende la medición de área, cuando el cabezal baja a una altura razonable y regulable el equipo comienza a contar distancia recorrida y área.

Los nuevos monitores de rendimiento tienen un software que le permite al operador estimar el retraso de paso, hasta que el grano llega desde el cabezal al sensor de flujo. Otros ya incluyen un comienzo de retraso de paso para permitir que el flujo inicial de grano dentro de la cosechadora sea ignorado en los cálculos del monitor de rendimiento. Ese retraso de tiempo generalmente significa una cantidad de metros recorridos dependiendo de la velocidad de avance, ese es el error que puede leer el operario en

el monitor, pero que luego en el mapa de rendimiento, será corregido por el software colocando el dato en el lugar lo más aproximado posible de donde fue tomado.

En la otra punta del lote cuando la máquina levanta el cabezal, también existe un final de retraso de paso que permite que el flujo de grano que ingresó en el cabezal cuando éste fue levantado pueda ser incluido en los cálculos del monitoreo de rendimiento y el proceso de conteo de superficie sea suspendido.

### **E) Consola del monitor**

Está conectada a todos los sensores que brindan la información para poder calcular el rendimiento del grano en tiempo real.

El operario debe cargar en la consola una serie de datos para después poder identificar a que lote pertenecen esos datos.

Los datos que debe cargar el operario son los siguientes: lote, carga, número de hileras y distanciamiento, humedad base a la que se quiere corregir el rendimiento, cargas de calibración de peso real, calibración de humedad real, o cualquier referencia del lote.

### **F) Receptor GPS- DGPS**

La antena DGPS debe ir al centro de la máquina para que las sucesivas pasadas queden a la misma distancia unas de otras; además los cables, antenas y el motor no deben interferir con la señal de DGPS.



Una vez determinados todos los sensores que hacen a lo que es la medición de monitor se puede comenzar a pensar en lo que es un mapa de rendimiento, los mismos permiten cuantificar la variabilidad de rendimiento existente durante la cosecha de un cultivo dentro del lote, quedando la misma grabada.

La variabilidad que se manifiesta en cada uno de los lotes es uno de los factores que justifican el uso de dosis variables en lo que es la siembra, la pulverización y la fertilización. Con el GPS y algunas herramientas de la agricultura de precisión, entre ellas con el monitor de rendimiento se puede conocer el área que ocupa cada sitio y cuantificar las diferencias de rendimientos que presenten los mismos.

Hay dos tipos de variabilidad que pueden presentarse en un lote: la variabilidad natural y la variabilidad inducida.

La variabilidad natural, se da básicamente por depender de factores como el clima, el suelo, el relieve, etc. O sea factores que están ajenos a la mano del hombre.

En la variabilidad inducida influye la mano del hombre ya que está determinada por el manejo que se haya realizado en ese lote, historia del lote, prácticas culturales realizadas, insumos agregados, etc.

Conocer la variabilidad del lote nos permite poder tomar decisiones a futuro sobre próximas cosechas.

#### 2.2.4 - Calibración<sup>5</sup>

Debido a que cada monitor de rendimiento es distinto, para cada uno de ellos se deben realizar distintos tipos de calibraciones. La calibración se realiza básicamente para asegurar que el dato que mide el sensor y datos que fueron siendo ingresados por el operario sean usados correctamente por el monitor para arrojar un dato final en unidades de kg / ha. Entonces el primer paso es calibrar el monitor antes de comenzar a cosechar.

Hay dos tipos de calibraciones que deben realizarse:

##### a. Calibraciones previas a la cosecha:

**Calibración por vibración:** El monitor de rendimiento debe ser calibrado para eliminar falsas lecturas de flujo de grano causadas por las fuerzas de vibración cuando la cosechadora está funcionando a régimen. Para llevar a cabo esta operación se debe poner en funcionamiento la máquina en vacío con el cabezal embragado, a las revoluciones de régimen, y mover el valor de calibración hacia arriba o hacia abajo hasta que el monitor no produzca lecturas de rendimiento. Como las fuerzas de vibración no son constantes se puede no lograr una lectura de flujo 0 constante, en ese caso se debe ajustar el valor de calibración a un valor en el que se produzca una lectura de flujo mayor que cero en un período de 10 segundos. Estas tres calibraciones son independientes del cultivo que se coseche, o sea que no se deben realizar para cada tipo de grano distinto. En cambio las calibraciones de humedad y flujo deben ser realizadas por cultivo independientemente.

**Calibración de distancia:** Para llevar a cabo esta operación se debe medir una distancia en el terreno, (Ej: 100 m) y marcarla con estacas o banderas. Luego se ubica la cosechadora a la altura de la primera marca, tomando un punto de referencia en la máquina, se baja el cabezal hasta que el monitor indique que está contando superficie, luego se recorre la distancia que separa las dos marcas y se frena en la próxima marca utilizando el mismo punto de referencia. El monitor posee una tecla que muestra en el display la distancia recorrida. Si no coinciden las distancias marcada con la recorrida se debe corregir, y luego realizar la tirada de verificación.

**Calibración de temperatura:** El sensor de humedad posee un sensor, que mide la temperatura del grano para corregir la humedad medida. Para realizar esta calibración se toma la temperatura ambiente e ingresa como dato de calibración al monitor. La temperatura ambiente debe ser medida después de que se haya estabilizado por un par de horas. El sensor de temperatura mide la temperatura del grano que es muy similar a la ambiente a lo largo del día.

##### b. Calibraciones durante la cosecha:

**Calibración del sensor de altura del cabezal:** se debe realizar cada vez que se cambie de cultivo. El sensor de altura del cabezal le indica al monitor cuando la máquina está cosechando y cuando no. Para cada cultivo hay una altura diferente de cosecha, y para un mismo cultivo puede haber diferencias en la altura de cosecha según las condiciones. Cada vez que se ingresa a un lote se debe regular la altura de corte de este sensor, esto se hace poniendo el cabezal a la altura de trabajo y se mueve la constante hacia arriba o hacia abajo hasta que la luz indicadora de conteo de superficie este apagada. Luego se

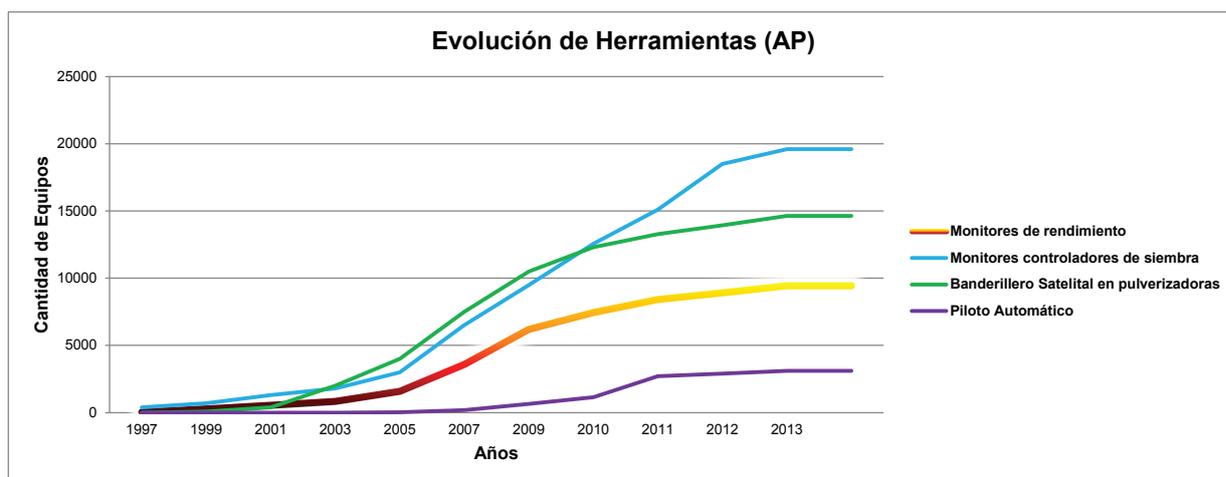
<sup>5</sup> Bragachini M, Méndez A., Scaramuzza F. (2012). "Monitores de rendimiento y calibración". Proyecto Agricultura de Precisión, INTA Manfredi.

levanta el cabezal a la altura que generalmente lo hace el operario al llegar a los extremos del lote, en este caso la luz debe estar prendida indicando que no cuenta superficie. Si al llegar a los extremos del lote no se levanta el cabezal lo suficiente como para que prenda la luz indicadora, el monitor interpretará que hay zonas de rendimiento cero, porque la máquina estaría cosechando pero no ingresa grano. Esto arruinaría los promedios al aumentar la superficie para una misma cantidad de grano, y figuraría en el mapa como zonas de puntos de rendimiento cero; estos ruidos en los mapas podrán ser limpiados a través de un operario con experiencia en el manejo del software.

**Calibración de humedad del grano:** Para calibrar la humedad se debe comparar la medida determinada por el monitor con una serie de determinaciones de algún otro medidor de humedad cuyas medidas hayan sido verificadas en su precisión. Para lograr una calibración precisa de humedad se aconseja iniciar una carga nueva en el monitor y cosechar una pequeña cantidad de grano para evitar variaciones en la muestra testigo. El hecho de llevar a cabo esta operación cosechando poco grano hace menos probable que la humedad varíe dentro de la carga, lo que resultará en una calibración más precisa.

**Calibración del peso del grano:** antes de realizar esta calibración si o si se debe haber realizado la calibración de la humedad del grano. El monitor se calibra sobre la base de pesos actuales que se le ingresan, los mismos se obtienen pesando el grano cosechado en una carga, en una balanza precisa. La calibración del monitor puede ser muy precisa porque este genera un valor de calibración para cada nivel de flujo de grano o cantidad de grano que pasa por la cosechadora que el sensor está midiendo. El flujo de grano varía cuando se cambia la velocidad de avance o cambia el rendimiento del cultivo. Sin embrago, el monitor puede calibrarse solo para el rango de flujos de grano que pasaron por el sensor cuando se cosecharon las cargas de calibración. Por eso, para lograr una calibración precisa en todo el rango de flujo de granos, se debe cambiar en forma programada el flujo de grano, variando la velocidad de avance y/o el ancho del cabezal, de una carga de calibración a la otra. Para obtener resultados precisos de la calibración se deben cosechar por lo menos 6 cargas de calibración (con pesos actuales), y cada una de estas cargas debe ser cosechada a un diferente flujo de grano variando la velocidad de avance y/o el ancho del cabezal, y contener por lo menos 2000 kg de grano recolectado dentro de la tolva en cada pasada. Para realizar la calibración de peso son muy útiles las tolvas autodescargables con balanza electrónica, de esta manera se independiza de la existencia de una báscula cercana al lugar de la cosecha. Esta calibración se debe realizar para cada cultivo independientemente y se debe repetir si la precisión de calibración excedió el 5% de error comparado con las básculas.

### 2.2.5 – Evolución



Elaboración Propia – Evolución de equipos y herramientas de AP

Años	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Herramientas</b>											
<b>Monitores de rendimiento</b>	50	300	560	850	1600	3600	6200	7450	8415	8915	9450
<b>Monitores controladores de siembra</b>	400	700	1300	1800	3000	6500	9500	12560	15105	17305	19600
<b>Banderillero Satelital en pulverizadoras</b>	0	70	400	2000	4000	7500	10500	12298	13270	14589	14630
<b>Piloto Automático</b>	0	0	0	0	25	190	650	1150	2710	3610	3990

Elaboración Propia – Evolución de equipos y herramientas de AP según datos INTA MANFREDI

Como se puede ver en los gráficos la evolución del Monitor de rendimiento ha sido importantísima, desde la primer aparición en la Argentina entre los años 1995-1996 su crecimiento ha sido de un 50%. Esta evolución se da básicamente porque hace ya varios años que el productor se dio cuenta que incorporando activamente esta herramienta a su sistema de gestión, obtenía beneficios y en ciertos casos disminuía sus costos; otro detalle relevante en cuanto a la adopción de esta herramienta por parte del productor fue que comenzó a crecer la industria nacional en cuanto a la fabricación de monitores de rendimiento como así también de demás herramientas de la AP.

Actualmente hay 20 empresas Argentinas que se encargan de fabricar Monitores de Rendimiento conjuntamente con otras herramientas que hacen a la AP.

Hoy en día con la cantidad de equipos que se cuenta se estima que se puede llegar a monitorear cerca del 66% de la superficie cultivable del país.

Es una herramienta que está en evolución constante y le queda mucho más por crecer.<sup>6</sup>

### 2.2.6 - Monitores que se ofrecen en el mercado

La marca D&E ofrece ciertos tipos de monitores los de la marca conocida Ag Leader que son el INTEGRAL, VERSA Y EDGE y el CFX 750 de Trimble como innovación en 2013. El mismo cuenta con las siguientes características: seguimiento de variedades, permite hacer un mapeo y compara el rendimiento de distintas variedades en el lote, también cuenta con un seguimiento de cargas, esto permite realizar un registro de la cantidad de granos cosechados y cargados en los camiones. Podemos tener un registro de la humedad, ya que determina si es necesario almacenar el grano o secarlo. Cuenta con un dispositivo de ancho de corte automático que ajusta el ancho de corte al desplazarse por los lotes de forma irregulares, etc. Y por último genera un mapa de rendimiento a partir de los datos registrados durante la cosecha para determinar las zonas de alto y bajo rendimiento. Junto con el Monitor de Rendimiento CFX 750 la marca D&E ofrece un kit que se compone de:

- Sensores Ópticos
- Sensor de humedad Trimble
- Módulo CAN con IMU's
- Sensor de Altura de Cabezal

<sup>6</sup> Ver Anexos 9.2

Monitor de Rendimiento	Nombre del modelo
	INTEGRA
	VERSA
	EDGE
	CFX 750

Elaboración propia, Distintos monitores que ofrece D&E

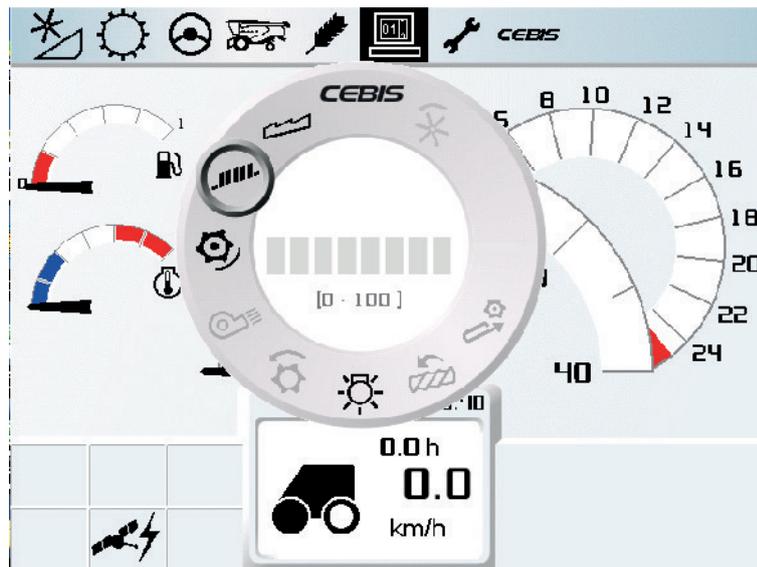
La marca CLASS de cosechadoras ofrece el Monitor de Rendimiento CEBIS con el sistema TELEMATICS.

Con el monitor y el sistema Telematics se puede maximizar la capacidad de la cosecha optimizar el rendimiento de la máquina y el proceso de cosecha.

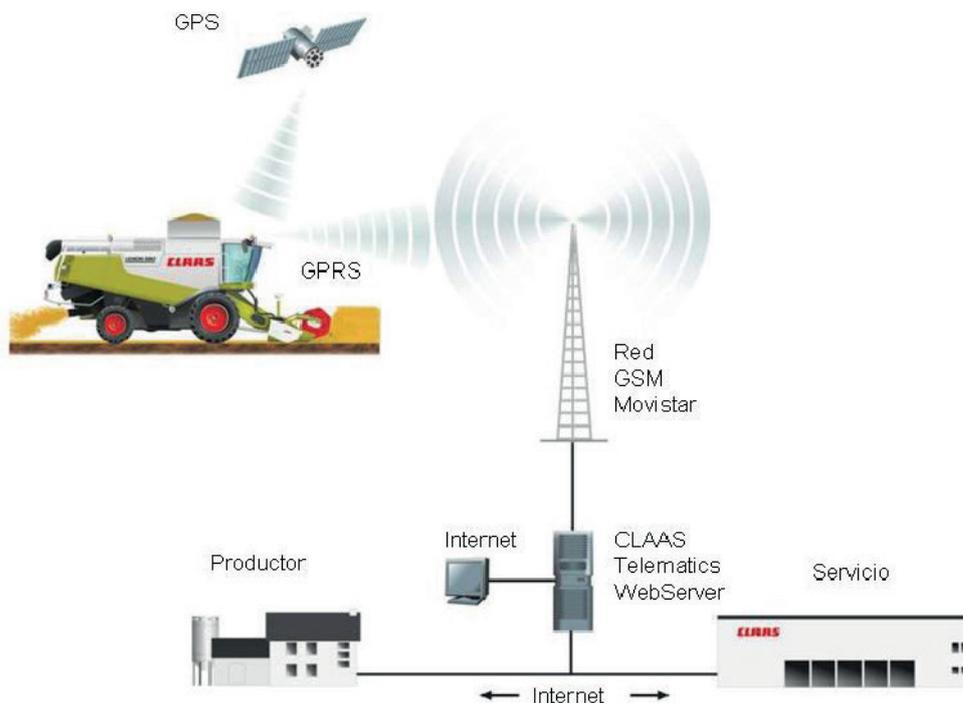
Ya que este sistema controla los siguientes datos como primera medida el reglaje de los órganos de trilla como ser vpm<sup>7</sup> del cilindro, de los rotores, de las turbinas del viento, del desparramador de paja, pérdida de vueltas en los órganos de trilla por resbalamiento, apertura de los cóncavos, apertura de cribas superior y la apertura de cribas inferior. También hace un control del rendimiento y la condición del cereal, tomando la información que arrojan los siguientes datos, toneladas por hora, hectáreas por hora, toneladas por hectárea, mapa de rendimiento – online, humedad actual, humedad promedio, tipo de cultivo, peso hectolitro del cultivo. Organiza la cosecha teniendo en cuenta la superficie trabajada, toneladas cosechadas, las veces que la maquina se tuvo que detener. Y por último hace un control de la planta motriz, temperatura del motor, nivel de aceite del motor e hidráulico, revoluciones, control de consumo de combustible.

<sup>7</sup> Vpm: vueltas por minuto

**Pantalla del Monitor de Rendimiento CEBIS (2)**



**Sistema TELEMATICS.**



La marca Control Agro ofrece el Monitor de Rendimiento SR 2.5, el mismo cuenta con una serie de ventajas como ser

Adaptable a la mayoría de Modelos de Marcas Nacionales e Importadas. Brinda información de las variables medidas en forma simple y confiable. 4 memorias configurables de acceso rápido, fácil manejo y calibración, generación de alarmas y avisos con registro de eventos, excelente relación costo beneficio, mapeo de rendimiento, humedad y velocidad Software de conversión a formato genérico (.SHP). Cuenta

con un sensor de tipo placa de impacto, sensor de humedad, Ecu rinde, sensor altura del embocador, sensor de rotación, antena GPS y sensor de velocidad.

**Monitor SR 2.5**



La firma CASE proporciona su Monitor de Rendimiento AFS con un monitor Pro 700. El sistema cuenta con lector de USB, opción 3 cámaras de video y pantalla TouchScreen 10.4". Sensor de humedad, de flujo, de altura de plataforma, de velocidad de noria y de velocidad de avance.

**Monitor Pro 700**



La firma Plantium ofrece el Monitor de Rendimiento S-BOX con las siguientes características pantalla táctil con un formato WIDE-SCREEN 10,2". este sistema cuenta también con antena GPS, sensor de humedad y medidor de flujo.

**Monitor S-BOX.**



La firma John Deere ofrece el Monitor de Rendimiento Green Star TM para mapeo de cosecha. Este monitor como novedad ofrece la posibilidad de poder ver 5 pantallas distintas en el mismo monitor, también cuenta con monitor de video y se puede hacer un mapeo en equipo cuando varias cosechadoras están en un mismo lote. También cuenta con una opción que se denomina bloqueo de accesos que cumple la función de no alterar la configuración del equipo en el caso de que otra persona ajena a la empresa quiera modificar algo en el equipo.

### **Monitor Green Star y Antena GPS.**



La firma Abelardo Cuffia ofrece el Monitor de Rendimiento RDS. La ventaja que tiene este monitor es que es adaptable a cualquier marca de cosechadoras. También cuenta con sensor de humedad por pasada de flujo, humidímetro por electroconductividad, conjunto de sensor de altura de plataforma y corte, sensor de velocidad de avance y sensor de flujo de grano.

### **Monitor RDS.**



La firma New Holland ofrece el Monitor de Rendimiento IntelliView que brinda la siguiente información:

- Punto
- Latitud (grados)
- Longitud (grados)
- Altura (m)
- Humedad (%)
- Producción (ton/ha)
- Economía de gasoil (l/ha).

Como las demás firmas el monitor para poder monitorear está acompañado de los siguientes sensores humedad, flujo, cabezal, velocidad y velocidad de noria, cuenta con puerto USB para obtener el mapa de rendimiento con solo colocar un pendrive en la consola del monitor.

**Monitor de rendimiento IntelliView.**

Como ya se mencionó una de las utilidades del monitor de rendimiento es poder brindarnos un mapa de rendimiento que es en sí el que después nos va a servir para poder tomar decisiones a futuro. Para poder obtener el mismo hay que seguir una serie de pasos.

### 3 - Obtención de mapas de rendimiento

La información que se obtiene de un mapa de rendimiento es una herramienta básica para la agricultura de precisión, ya que permite visualizar y también cuantificar la variabilidad espacial que se puede encontrar en un lote.

Una adecuada utilización de mapas de rendimiento requiere de técnicas para poder acondicionar los datos que el mapa nos ofrece, eliminando errores podemos obtener una mejor lectura de los datos y ello nos ayudara a realizar una lectura más acertada de la información que contengan los mismos para poder tomar decisiones a futuro más acertadas.

Para ello a continuación se van a detallar una serie de técnicas que nos ayudan a realizar una mejor interpretación de los datos que nos brinda un mapa de rendimiento. Un mapa de rendimiento, posee formato vectorial donde los datos se representan utilizando puntos y un sistema de coordenadas X, Y (cartesiano), referencia las ubicaciones del mundo real (**Figura 2**). Cada punto de un mapa posee coordenadas y la cantidad de información que se obtiene de cada punto depende del monitor de rendimiento que se utilice; estos pueden ser altura del cabezal, ancho de franja, distancia recorrida, velocidad de avance, flujo de granos, humedad de grano, pérdidas de cosecha, entre otros.

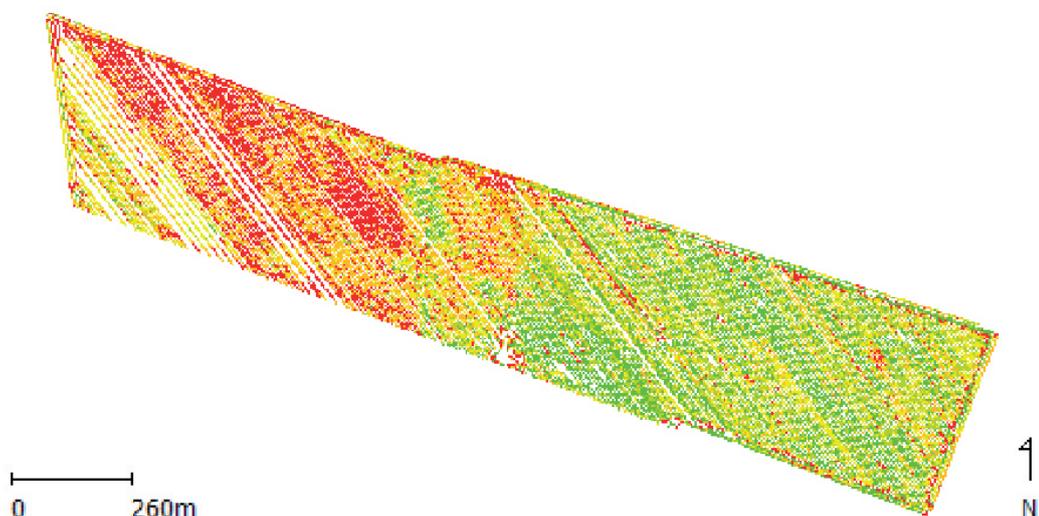


Figura 2. Mapa de rendimiento, Fuente "Técnicas para el procesamiento de mapas de rendimiento" INTA Paraná.

Un mapa de rendimiento se obtiene gracias a la recopilación de datos que hacemos con la cosechadora junto con una serie de sensores que calculan la cantidad de granos cosechados. En el mercado están disponibles diferentes monitores de rendimiento, entre ellos se encuentran los que utilizan una placa de impacto en el camino de flujo de grano (**Figura 3**). El impacto es medido por una celda de carga que transforma el flujo incidente en una señal eléctrica. Cada monitor también posee un sistema automático de medición de humedad del grano. Esto permite que cada dato de rendimiento tenga un valor de contenido de humedad asociado y puede ser utilizado luego para la confección del mapa de rendimiento para obtener un contenido de humedad estándar.

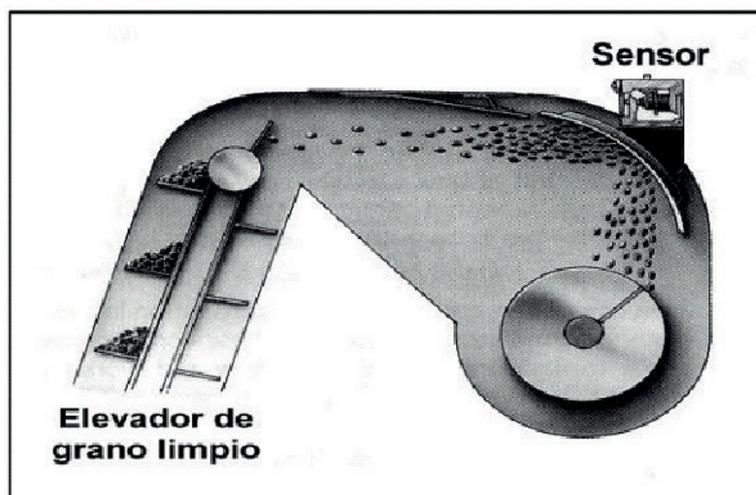


Figura 3. Sensor de flujo de grano por impacto, Fuentes: Técnicas para el procesamiento de mapas de rendimiento” INTA Paraná.

## 4 - Software para el mapeo de rendimiento

En el mercado hay diferentes software que ofrecen las distintas marcas de cosechadoras junto con el monitor. Dentro de este grupo de software hay dos tipos están los que se llaman específicos que son los que fabrican las marcas de cosechadoras y que solo pueden leer su monitor específico y los que se llaman generales con los que se pueden leer los datos de cualquier monitor provenientes de cualquier marca de cosechadoras. Con lo que respecta a los programas específicos los mismos se dividen a su vez en abiertos y cerrados; dentro del grupo de abiertos se encuentra el JD MAP y JD Office de John Deere y otro es el de Case/New Holland denominado AFS . Dentro del grupo de los cerrados se encuentra el software de la firma AGCO denominado Fieldstar.

Dentro de los programas generales esta el SMS de la empresa Ag Leader, que permite leer los datos de todos sus monitores lanzados al mercado y también de la empresa Case/New Holand y John Deere entre los más destacadas.

En el programa se van a visualizar las siguientes partes:

- 1- **Arbol de administración:** se ordenan los lotes; los archivos que contengan datos geoposicionados se van a visualizar en negrita.
- 2- **Previsualizacion de los mapas:** se ubica en la parte inferior debajo de lo que es el árbol de administración. Cuando nos posicionamos sobre un dato que este en el árbol de administración automáticamente veremos una pre visualización del mapa en ese espacio.

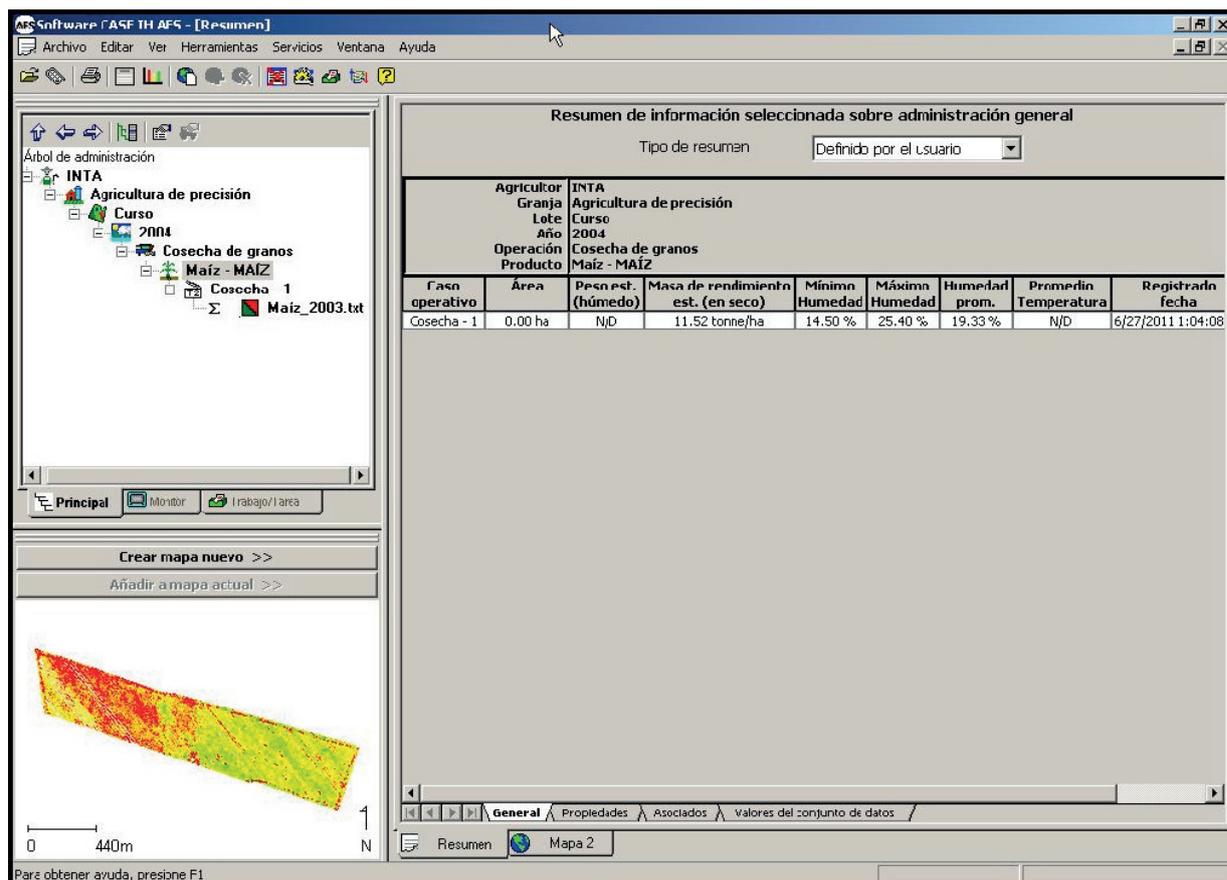


Figura 4. Indicación del árbol de administración y la ventana de previsualización de mapas.  
Fuentes: Técnicas para el procesamiento de mapas de rendimiento" INTA Paraná.

3- **Ventana de capa:** se ubica en el lado inferior derecho. En ello se detalla las siguientes cosas;

- a- **Nombre del mapa:** solo la capa que estamos utilizando es la que aparece en color rojo.
- b- **Atributo:** son el rendimiento, altura, humedad, productividad, etc. La cantidad que podemos visualizar depende de la cantidad de atributos que nosotros hayamos seleccionado en el proceso de importación de datos.
- c- **Tipo de mapa:** sirve para utilizar los datos de diferentes maneras, mapa de puntos, de cuadrículas, o de contorno.
- d- **Transparencia de la capa:** permite ver por debajo de la capa actual.
- e- **Visualización de capa:** permite cambiar de orden, cambiar de nombre, desactivar capas, etc.
- f- **Editar leyenda:** permite editar los parámetros rango, color, formato, etc.
- g- **Editar opciones de carga:** permite modificar las opciones de carga de los atributos seleccionados.
- h- **Leyenda o referencia.**

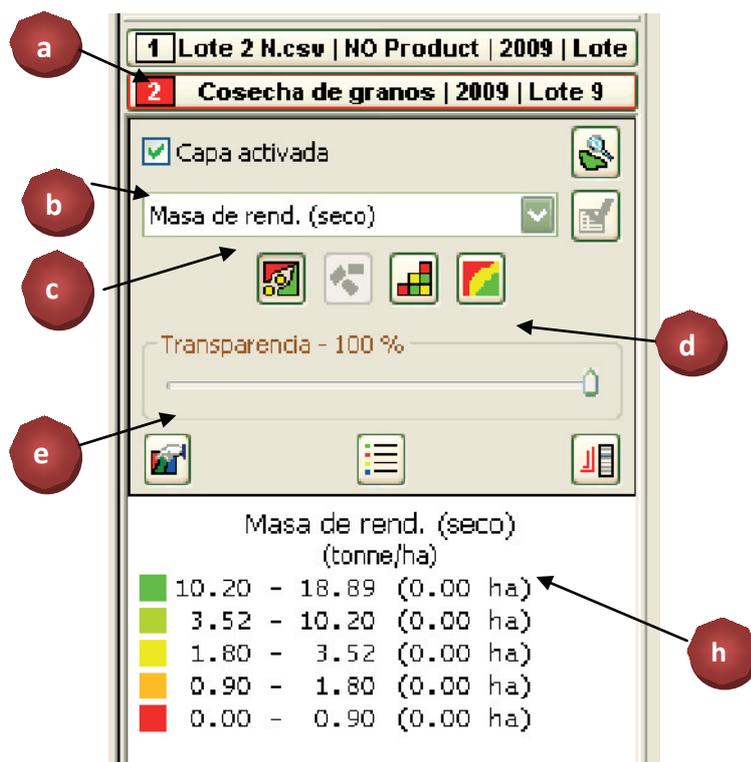


Figura 5. Partes de la ventana de capa. Fuente: "Técnicas para el procesamiento de mapas de rendimiento" INTA Paraná.

#### 4- Barra de herramientas: está compuesta por diferentes partes;

- **Selección:** esta opción permite seleccionar un punto del mapa, un rectángulo, un polígono, un círculo, un eclipse, un paso que hace referencia a seleccionar una pasada de máquina, filtro, etc.
- **Zoom:** que sirve para acercar o alejar el mapa.
- **Editar:** permite realizar cambios en una capa como por ejemplo cortar datos, guardarlos, eliminar puntos, fusionar otros que estaban separados, etc.
- **Nuevo:** es para realizar un archivo nuevo y el mismo está compuesto por;
  - **Capa de límites:** permite crear un nuevo conjunto de datos
  - **Genérico:** permite crear un conjunto de datos genéricos
  - **Mapa de navegación**
  - **Mapa de prescripción:** nuevos datos, fertilización, siembra, etc.
  - **Capa de muestreo de suelos:** permite crear un conjunto de datos mediante un asistente de este modo los resultados de laboratorio de suelos se pueden importar y vincular a los puntos

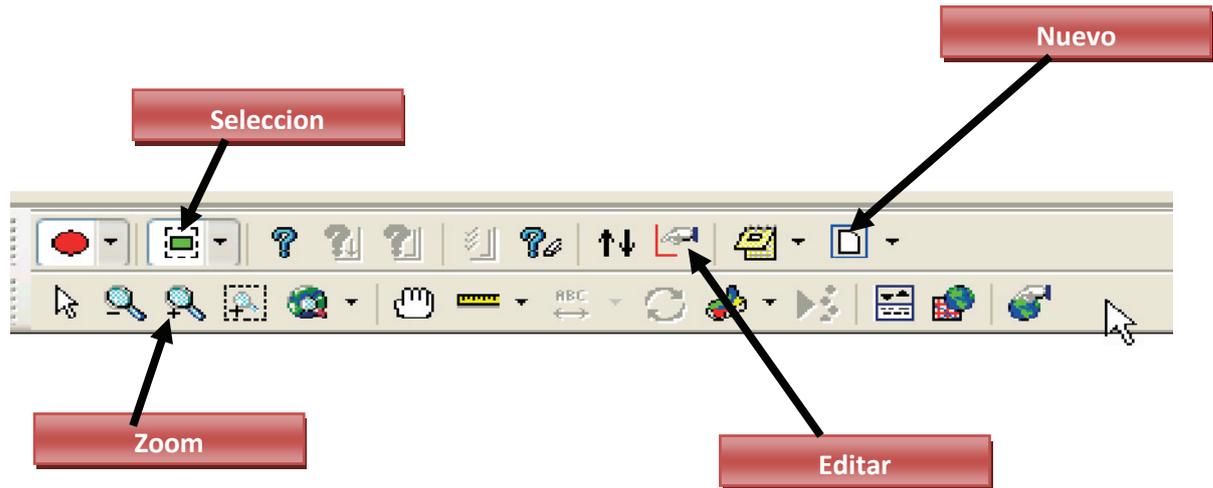


Figura 6. Barra de herramientas y sus componentes.  
Fuente: "Técnicas para el procesamiento de mapas de rendimiento" INTA Paraná.

#### 4.1. - Errores de registro

Haciendo la lectura del mapa de rendimiento podemos encontrar valores que son incorrectos debido a las diferentes fuentes de error por eso es necesario hacer una buena limpieza del mapa de rendimiento, ya que el mismo nos aporta datos duros que luego nosotros en base a lo que nos interese debemos ir depurando; a continuación se detallan los errores más comunes que debemos afinar para obtener un mapa de rendimiento mas confiable para que nos ayude a poder tomar una decisión a futuro.

**Errores por altura del cabezal:** el sensor de posición del cabezal controla la superficie que se cosecha. Cuando se levanta el cabezal el sensor suspende la medición y cuando se baja comienza a censar nuevamente suministrando una cantidad de datos para esos puntos. Si la máquina avanza con el cabezal bajo aun cuando la misma no este cosechando se generan puntos sin datos de rendimiento que luego se visualizan en él, con rendimiento cero y en color rojo.

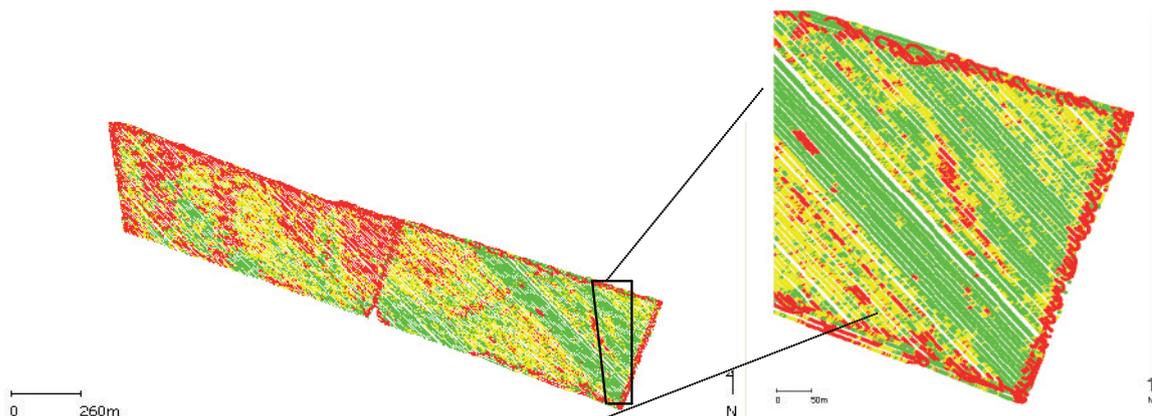


Figura 7. Errores de registro por altura del cabezal.  
Fuente: "Técnicas para el procesamiento de mapas de rendimiento" INTA Paraná.

**Retardos con el inicio y fin de la cosecha:** se pueden visualizar en el mapa como puntos faltantes al inicio de una franja de cosecha y al final de una franja de cosecha como puntos de más. Los nuevos monitores tienen un software que permite al operador estimar el retraso de peso hasta que el grano llega al cabezal hasta el sensor de flujo.

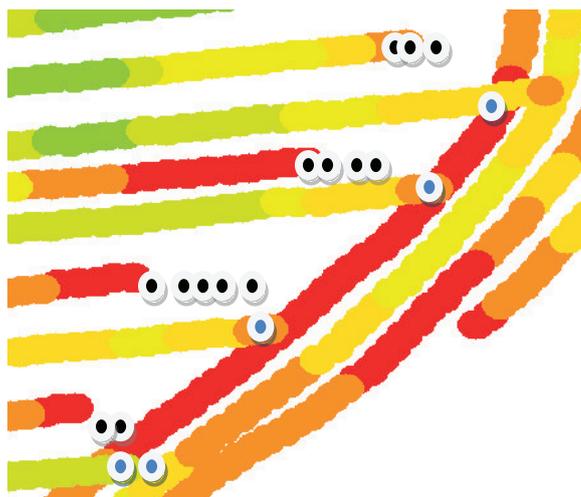


Figura 8. Retraso al inicio de la franja de cosecha (puntos negros) y retraso al final de la línea de cosecha (puntos azules).  
Fuente: "Técnicas para el procesamiento de mapas de rendimiento" INTA Paraná.

**Valores fuera del rango:** son datos dentro de los atributos que no se encuentran dentro del valor promedio más y menos tres desvíos estándar. Este criterio de limpieza se utiliza para la distancia recorrida, flujo de grano y el contenido de humedad.

#### 4.1.2 - Filtros

Utilización de filtros: filtrar los datos remueve valores erróneos y puede mejorar la habilidad para explicar la variabilidad del rendimiento. Generalmente el filtro se realiza sobre los atributos que se fueron eligiendo como humedad, altura del cabezal, etc. Desde una perspectiva analítica remueve datos y permite poder comparar datos mejorando la precisión de las decisiones de manejo.

## 5 - Actualidad de la herramienta

Actualmente se puede destacar que la mayoría de los Monitores de Rendimiento nacionales envían a una página web todos los datos que sensa el monitor y esto recae en un beneficio para aquella persona que es la encargada de administrar la información, debido a que la misma llega en tiempo real, lo más importante a tener en cuenta es que estos datos serán más confiables en la medida que la calibración del mismo se haga de la mejor forma posible.

En julio de 2013 se llevo a cabo el curso Internacional de Agricultura de Precisión y Exposición de Maquinas Precisas en INTA Manfredi, Córdoba, y la marca Claas presentó como novedad la utilización de Monitores de rendimiento para picadoras de forraje JAGUAR. Donde en su exposición la marca destacó la importancia de poder obtener mediante la utilización de un monitor de rendimiento un mapa donde detalle que área del lote se destino para silaje y lo más importante saber cómo se están realizando los manejos de los cultivos.

Con este sistema colocado en la picadora se puede medir la materia seca; también hacer un ajuste automático de la longitud de corte de picado, cartografía de rendimiento y telemetría Claas Telematics que es un sistema que lo destacable que tiene es que cada 5 seg graba para obtener una cartografía precisa del rendimiento, de la humedad etc., a su vez estos datos son enviados mediante JAGUAR a través de internet móvil a un servidor pudiendo de esa manera visualizar en cualquier momento, desde cualquier lugar todos los datos importantes que arroje la maquina. También cuenta con la posibilidad de poder enviar vía internet datos de funcionamiento de la máquina al servicio técnico de la misma. La medición

que realiza el monitor mediante la medición de MS<sup>8</sup>, muestra continuamente tanto el contenido de MS de un margen de medición definido, como también los datos de rendimiento.



Foto Propia, Picadora Claas Jaguar, Farm Progress Show 2013

En agosto de 2013 se llevo a cabo en EEUU una de las grandes exposiciones en lo que respecta a maquinaria agrícola, e innovación en el sector agropecuario, el Farm Progress Show en Decatur, Illinois. Allí empresas como Trimble y Ag leader presentaron innovaciones en cuanto a los software que se utilizan para interpretar los mapas de rendimiento y la firma Precision Planting junto a Monsanto también lanzó un nuevo sistema.

Trimble mostró como innovación un sistema denominado Connected Farm el mismo proporciona una sola ubicación para ver la información clave que afecta lo que el maquinista esta haciendo o alguna decisión que está tomando el productor. Con la información que brinda este sistema se pueden tomar mejores decisiones ya que se utilizan datos más recientes. El tablero incluye información sobre los precios de las materias primas, el clima, los totales de lluvia, mapas de operaciones sobre el terreno, y los límites del campo.

Este sistema combina hardware y software para aumentar la eficiencia y permitir una mejor toma de decisiones para el negocio agrícola.

Ag leader presento el SMS Water Management. Es un módulo de Gestión que permite trazar líneas y permite visualizar el campo desde diferentes perspectivas, así como superposición con otras capas, como el rendimiento o los mapas de tipo de suelo.

---

<sup>8</sup> MS: Materia seca

También presentaron el Software para lectura de mapas de rendimiento denominado SMS Advanced (**Figura 8**), este software en 3D sirve para obtener un registro de los datos brindados por el monitor de rendimiento más avanzados, permite gestionar un número ilimitado de campos para analizar los datos tanto individuales o poder tratarlos como conjunto.

Cuenta con la opción de poder comparar más de una variable como ser elección del híbrido, tipo de suelo, fertilización, humedad, etc. Y todas estas variables se pueden combinar para influir en los resultados como el rendimiento.

Brinda informes detallados en gráficos que ayudan a tener una perspectiva más clara y de esa forma poder planificar a futuro.

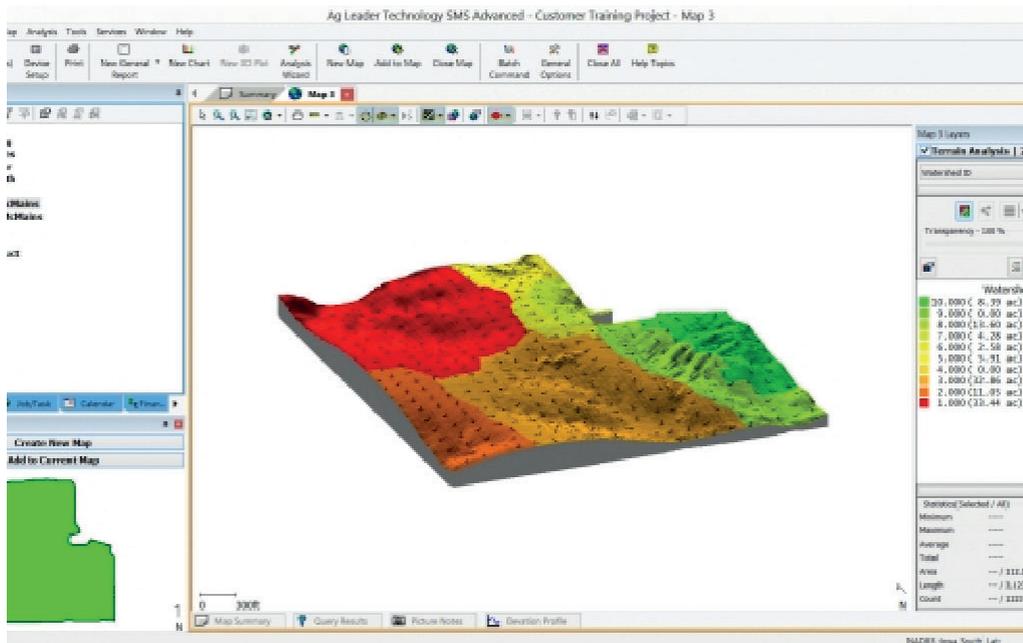


Figura 9, SMS Advanced y vista de la lectura de un mapa en 3D.

Por último como novedad Monsanto junto con la firma Precision Planting presentaron un sistema denominado Fieldscrips, que es el primer producto de Monsanto de sus sistemas integrados, el mismo tiene como objetivo producir el ambiente perfecto para la siembra de semillas de alto valor actual. Es un programa que ayuda a optimizar la elección de un híbrido, su rendimiento y la siembra variable. Para todo esto es necesario crear buenos mapas de rendimiento para tener prescripciones de calidad.

Monsanto junto con la firma Precision Planting propone que el productor trabaje conjuntamente con su agente Monsanto, los productores participantes proporcionarán datos como: límites del campo, datos de rendimiento y resultados de pruebas de fertilidad del suelo a su agente Dekalb distribuidor de semillas. Monsanto usará sus datos de semillas para dar una recomendación de densidad de siembra de tasa variable, clase de híbrido, etc. Esta prescripción se proporcionará a través del FieldView, aplicación de la siembra de precisión, propiedad de Monsanto a través de un dispositivo portátil iPad en el tractor del agricultor. La prescripción será utilizada con el monitor SeedSense 20/20 para siembra de precisión asociado a los sistemas de control de la sembradora.

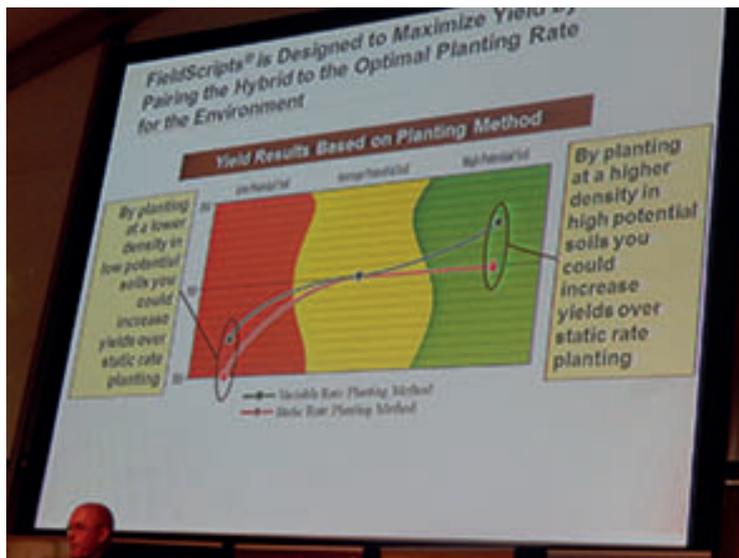


Foto Propia: Robert Fraley presentando el Programa FieldScripts en el Farm Progress Show 2013



Foto Propia. Monitor SeedSense 20/20, Farm Progress Show 2013

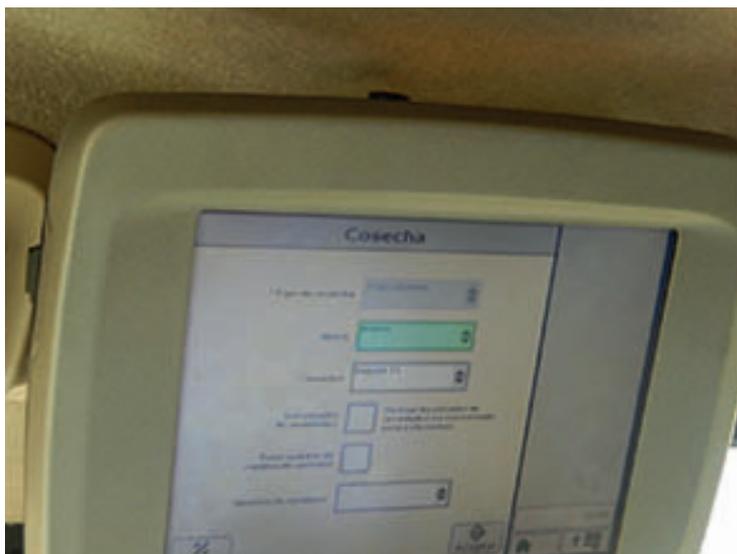
## 6- Marco práctico

### 6.1- Análisis del uso del Monitor de Rendimiento

**Objetivo:** determinar la adopción de la herramienta, que tipo de calibración se realiza, como se ofrece el servicio y si el uso de la herramienta arroja un resultado beneficioso en cuanto al rendimiento.

**Materiales y Métodos:**

La evaluación se realizó en un lote perteneciente a la Empresa Barbi Hnos. ubicado en Alsina Partido de Baradero, la Granja se llama Loma Redonda de 40has<sup>9</sup>. El cultivo utilizado fue Trigo, variedad Baguet 11 de Nidera.



Vista en el Monitor GS2 de las características del cultivo.

La cosechadora que se utilizó fue una John Deere 9770 STS con un Monitor de Rendimiento GS2<sup>10</sup>, y una velocidad de avance de 7km/h.



Vista de la Cosechadora John Deere 9770 STS

<sup>9</sup> Ha/s: Hectarea/s

<sup>10</sup> GS2: Green Star 2.

Antes de comenzar su trabajo el maquinista muy bien capacitado en cuanto a Monitores de Rendimiento realizo las calibraciones del monitor para obtener un mapa lo más limpio posible. Comenzó por realizar una prueba en una cabecera del lote para tomar como referencia una distancia para determinar cuántas hectáreas va haciendo a medida que se cosecha el cultivo.

También calibro el sensor de temperatura.

Durante la cosecha fue calibrando la altura del cabezal, y cabe destacar que como el lote era muy desparejo debido a muchos bajos que poseía constantemente el maquinista debía ajustar la altura. Una vez que comenzó con la cosecha con una función del monitor de rendimiento tiro dos paralelas para poder calibrar el piloto automático. Luego definió los rangos de rendimiento comenzando con 100 kg/ha hasta 3700 kg/ha y mayores. Estos rangos en el monitor se ven plasmados de diferentes colores a medida que se va viendo el mapa de rendimiento.



Vista de los Rangos de Rendimiento del Monitor en colores.

También en la pantalla del monitor se puede ver detallada la cantidad de has que va cosechando la máquina, la humedad instantánea, el promedio seco, el promedio húmedo, la humedad promedio, los kg que va cosechando y las has. El nombre del cliente, número de lote, el nombre de la granja y el tipo de pasada que en este caso es pasada recta.

Abriendo otra ventana del monitor de rendimiento podemos obtener información de la plataforma.



Vista de la información de la plataforma

Toda esta información que nos brinda el monitor de rendimiento nos facilita ver la respuesta de un cultivo, en cuanto a rendimiento, a humedad, etc.

### **Resultado del caso práctico**

De esta visita al establecimiento del productor Esteban Barbi, obtuve las siguientes conclusiones en base al tema tratado en el trabajo final que es el Monitor de Rendimiento.

Es una herramienta que nos brinda un amplio abanico de información; según lo hablado con el productor, la utilización de toda esa información lleva un proceso de adopción más lento ya que hace 3 años comenzaron con la utilización de esta herramienta de AP y todavía no pudieron traducir esa información en una mejora del rendimiento, o en poder tomar una decisión eficiente con la productividad del campo.

Otro punto que resaltó fue la falta de gente capacitada en la zona a la hora de la lectura del mapa que arroja el monitor, viendo esto como una desventaja al momento de poder explotar al máximo los beneficios que nos brinda la herramienta.

Por último señaló que no solo están adoptando el monitor de rendimiento sino que en todas sus máquinas cuentan con piloto automático, y están internalizándose en lo que es la siembra y fertilización variable.

## 7- Conclusión

La agricultura extensiva crece año a año y eso conlleva a un uso más eficiente de la mano de obra, rápida adquisición de tecnología ampliando el abanico en cuanto a sistemas que el productor tiene disponibles para hacer más eficiente su sistema productivo. También la información que se obtiene es mucho más amplia por el crecimiento tecnológico que se viene dando hace varios años. La información que es generada va desde poder caracterizar un lote definiendo varios ambientes, hasta poder realizar una interpretación de un mapa de rendimiento o de una imagen satelital, ayudando esto a poder tomar una decisión a futuro en cuanto a fertilización, manejo de un cultivo, etc.

Hace más de 10 años que los monitores de rendimiento llegaron al país de la mano del INTA Manfredi, es una tecnología que se está desarrollando.

La evolución ha sido muy importante y hoy en día son muy pocas las tareas que el productor o maquinista desempeñan que no se puedan realizar con esta herramienta. Sin duda la adopción de la herramienta fue rápida pero cabe destacar que en cuanto a la información que nos brinda la misma debemos relevarla durante varios años para poder llegar a una conclusión concreta.

Las ventajas que obtenemos con el uso del Monitor de Rendimiento son varias, se puede minimizar el impacto ambiental reduciendo la cantidad de agroquímicos a aplicar en un lote, ya que con el mapa que obtenemos del monitor podemos conocer que partes del lote llevan más o menos agroquímico, logrando así una agricultura más eficiente y en algunos casos se obtiene una reducción de los costos de producción. Asimismo se accede a un conocimiento más exacto de lo que está siendo recogido por la cosechadora en el campo, también el operario puede realizar una corrección inmediata en el caso que se manifiesten desvíos en el rendimiento instantáneo, etc.

Esta tecnología está ligada al empleo de métodos informáticos como lo es el software que se utiliza para interpretar los mapas que obtenemos con el monitor. De modo que no solo se trata de una inversión en tecnología sino que también requiere de una asimilación de conocimientos y preparación previa, de ahí surge la importancia de contar con personal capacitado.

Por tanto si bien se vislumbra un gran futuro en cuanto al uso de esta herramienta, se deberán seguir comunicando los beneficios que genera la misma a la hora de su puesta en práctica y capacitando gente, para contar con más personal idóneo.

Los dos recursos más escasos en el futuro serán la tierra y el agua. La AP es una herramienta que nos permitirá aprovechar estos dos recursos con la máxima eficiencia.

La biotecnología, la genética y las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) serán los pilares fundamentales de la agricultura del futuro.

La Agricultura de Precisión y el uso del Monitor de Rendimiento contribuirán al logro de una agricultura eficiente y sustentable.

Los actores del sector agropecuario deberán estar capacitados para enfrentar estos desafíos.

## 8- Bibliografía

- Albarenque S.M., Vélez J.P., (2013), “*Técnicas para el procesamiento de mapas de rendimiento*”. Centro Regional Entre Ríos, INTA.
- Amuchástegui J. (1999). “*Interpretación de mapas de rendimiento*”. Agricultura de precisión, INTA Manfredi
- Ag Leader Technology, (2013). “Software SMS versión 12.60.0005”. Ag Leader Technology Incorporated.
- Bragachini M., Méndez A., Vélez J.P. (2011), “*Argentina, un referente mundial en tecnología de Agricultura de Precisión*”. INTA EEA Manfredi (Unidad Ejecutora Proyecto Agricultura de Precisión y Máquinas Precisas)
- Bragachini M., Méndez A., Vélez J. P., Scaramuzza F., Viyarroel D. (2009), “*Manejo de cultivo por ambiente*”. Proyecto Agricultura de Precisión - INTA Manfredi.
- Bragachini, M.(2000) “*Nivel de adopción actual y potencial de la agricultura de precisión en el mundo y en Argentina*” Proyecto Agricultura de Precisión INTA Manfredi.
- Bragachini M. (2013). “*Rol de la Agricultura y Gandería de Precisión en el desarrollo del sector agroalimentario y agroindustrial argentino*”. Proyecto Nacional Agroindustria y Agregado de Valor, INTA EEA, Manfredi.
- Bragachini M., Von Martini A., Méndez A. (2000). “*Componentes de Agricultura de Precisión*” Proyecto Agricultura de Precisión, INTA Manfredi.
- Bragachini M., Von Martini A., Méndez A. (2000). “*Alcances y precisión de monitores de rendimiento*”. Proyecto Agricultura de Precisión, INTA Manfredi.
- Bragachini M., Méndez A., Scaramuzza F. (2012). “*Monitores de rendimiento y calibración*”. Proyecto Agricultura de Precisión, INTA Manfredi.
- Curso Internacional de Agricultura de Precisión y Exposición de Maquinas Precisas. Actas (2013). INTA Manfredi, Córdoba.
- Farm Works(2013). “*Software Office Solutions*”. Trimble navigation limited.
- GeoAgris, (2011). “*Pautas para el uso de monitores de rendimiento*”. Sistema de optimización y tecnología satelital.
- Kuhar J.E., (1997), “*The precision- farming guide for agriculturists*”. Deere & Company.
- Lowenberg-DeBoer, J. (2000) “*Precisión Agrlculture in Argentina*” Purdue Univeisly
- Lowenberg-DeBoer, J. (2001) “*La Agricultura de Precisión en EEUU y su potencial en países en desarrollo*” Universidadde Purdue- INTA Manfredi,
- Red Agricultura de Precisión, (2013). INTA Manfredi.
- Scaramuzza F., Méndez A., Villarroel D., Bragachini M., Vélez J.,(2013) “*Tomar decisiones con información precisa, es un objetivo clave*”. Red Agricultura de Precisión, EEA INTA Manfredi.
- Tazzioli R. (2013). “*Mapeo de rendimiento en picado*”. Agricultura de Precisión Class Argentina.
- Trimble ,Geosistemas, Case, D&E, Ag Leader, Abelardo Cuffia, Plantium, John Deere (2013), últimas tendencias en Monitores de Rendimiento.

### 8.1- Comunicaciones Personales

- Entrevista a Productor Esteban Barbi. Lima Prov. de Buenos Aires (2013).
- Farm Progress Show 2013. Ag Leader Technology. Marcio Muraro Regional Manager South America.
- Farm Progress Show 2013. TOPCON Precision Agriculture. Julián Rioja Sales & Marketing Cordinator. Lenadro Crummenauer .Technical Manager South America.
- Farm Progress Show 2013 John Deere Company. Juliana Nieto. Asistente de Marketing (Argentina).
- Curso Internacional de Agricultura de Precisión y Exposición de Maquinas Precisas 2013. Ing. Agr. Andrés Mendez. Coordinador Proyecto Agricultura de Precisión.

### 8.2- Páginas Webs

- <http://www.agriculturadeprecision.org/>
- <http://inta.gob.ar>
- <http://www.minagri.gob.ar/>
- <http://www.geosistemas.info>
- <http://www.trimble.com>

- <http://www.agcoallis.com.ar/>
- <http://www.agleader.com/>
- <http://www.dyesa.com/>
- <http://www.abelardocuffia.com>
- <http://farmprogressshow.com/>
- <http://www.deere.com.ar/>
- <http://www.precisionplanting.com/>
- <http://www.monsanto.com>
- <http://www.caseih.com>

### **8.3- Artículos periodísticos**

- Diario Clarín Sección Rural, (17 de agosto de 2012), *“Monitoreando la Precisión”*
- Diario Clarín Sección Rural,(9 de Marzo de 2013), *“De los datos a la eficiencia”*
- Diario La Nación Sección Rural, (20 de Julio de 2013), *“Monitor de rendimiento”*
- Diario Clarín, Sección Rural, *“Aportes reales y perspectivas de la agricultura de precisión”*

## 9- Anexos

### 9.1- Características de distintos monitores de siembra según empresa fabricantes.

#### Geosistemas:



CAS 1000

#### **CARACTERÍSTICAS:**

- instalación total con un solo cable de tres conductores
- Aviso de tubo tapado, y falta de semilla o fertilizante
- Capacidad de control de 64 surcos de semillas / fertilizante
- Aviso por diferencia de densidad de siembra entre surcos
- Detección de fallas por desconexión de sensores
- Indicación instantánea con alarmas visuales y sonoras diferentes según el tipo de falla
- Alarma de detección de óptica sensor sucio



CAS 2500

#### **CARACTERÍSTICAS:**

- Instalación total con un solo cable de tres conductores
- Aviso de tubo tapado, y falta de semilla o fertilizante
- Capacidad de control de 64 surcos de semillas / fertilizante
- Aviso por diferencia de densidad de siembra entre surcos
- Detección de fallas por desconexión de sensores
- Indicación instantánea con alarmas visuales y sonoras diferentes según el tipo de falla
- Alarma de detección de óptica sensor sucio
- Cuenta hectárea hasta 100 lotes diferentes
- Indicaciones de semilla por metro, sem. Por hectárea, distancia entre semillas
- Indicación de velocidad de avance y alarmas por exceso o mínima de velocidad
- Adicional de avisos de mantenimiento de cambios de correa, filtros, aceite, etc. del tractor
- Indicación del consumo de combustible total o parcializado, por lote. (Opcional)
- Fecha y hora actual trabajadas por lote. Control de giro de ejes, (Opcional)
- Comunicación al módulo GPS para mapeo de siembra georeferenciada



CAS 4500

**CARÁCTERISTICAS:**

- Instalación total con un solo cable de tres conductores
- Aviso de tubo tapado, y falta de semilla o fertilizante
- Capacidad de control de 64 surcos de semillas / fertilizante
- Aviso por diferencia de densidad de siembra entre surcos
- Detección de fallas por desconexión de sensores
- Indicación instantánea con alarmas visuales y sonoras diferentes según el tipo de falla
- Alarma de detección de óptica sensor sucio
- Cuenta hectárea hasta 100 lotes diferentes
- Indicaciones de semilla por metro, sem. Por hectárea, distancia entre semillas
- Indicación de velocidad de avance y alarmas por exceso o mínima de velocidad
- Adicional de avisos de mantenimiento de cambios de correa, filtros, aceite, etc. del tractor
- Indicación del consumo de combustible total o parcializado, por lote. (Opcional)
- Fecha y hora actual trabajadas por lote. Control de giro de ejes, (Opcional)
- Comunicación al módulo GPS para mapeo de siembra georeferenciada
- Sensor de tolva. (Opcional)
- Monitor con sistema de siembra y fertilización variable
- Puerto de comunicación a impresora, pocket PC o Notebook
- Lector de tarjeta de datos SD o MMC, de información histórica o mapeo automático de pre siembra satelital
- Control de equipo hidráulico variable de semilla y doble fertilización, en forma manual o satelital automático
- Dosificación en forma georeferenciada de Semillas y fertilizante. Se entrega Software de aplicación
- Controla y monitorea hasta 128 surcos de siembra y/o fertilizante

Plantium:

**Plantium F20****Prestaciones:**

- Supervisa hasta 20 surcos.
- Semilla por: surco, hectárea y metro.
- Área trabajada total y parcial.
- Alarma sonora y visual por: mínima, máxima o nula.
- Distancia.
- Velocidad.
- Población total y promedio de semillas.



Landtech:  
**MS3000**



#### **Prestaciones:**

- Controla hasta 60 surcos de siembra y/o fertilizante; toda la información es mostrada en una sola pantalla
- Permite monitorear la regulación de la sembradora mostrando permanentemente en pantalla la densidad de siembra expresada en semillas por metro y las miles de plantas por hectárea
- Equipo con capacidad de cuenta semillas en tiempo real, metro a metro, verificando su correcta distribución y control de caída
- Visualizan las densidades de cada uno de los surcos, expresada en semillas por metro
- Indica a través de un sistema de grafico de barras, si todos los surcos arrojan en forma porcentual la misma cantidad de semillas, asegurando una correcta distribución de siembra
- Se configuran surcos para siembra a chorillo y/o fertilizante o para siembra grano/grano
- Informa la velocidad de desplazamiento en km/hora
- Informa la superficie trabajada en hectáreas totales y parciales
- Detecta si algún surco se obstruye total o parcialmente y si existen semillas partidas
- Permite encontrar en forma rápida e intuitiva la velocidad optima de siembra
- Indica en forma visual y sonora el surco que deja de sembrar a fin de corregir cualquier inconveniente
- Una vez configurado, la operación es totalmente automática

**DS 1500****Prestaciones:**

- Equipo con capacidad de cuenta semillas en tiempo real, metro a metro y surco a surco, verificando su correcta distribución y control de caída
- Modo de Presentación Dual (exclusivo LANDTECH®) que permite visualizar un modo gráfico y un modo densidad (surco a surco) con solo oprimir una tecla
- En el modo densidad, se visualizan las densidades de todos y cada uno de los surcos en una sola pantalla expresada en semillas por metro. Esto, permite monitorear la regulación de la sembradora
- En el modo grafico, a través de un sistema de grafico de barras, muestra si todos los surcos arrojan en forma porcentual la misma cantidad de semillas, asegurando una correcta distribución de siembra
- Informa la velocidad de desplazamiento en km/hora
- Informa la superficie trabajada en hectáreas totales y parciales
- Detecta si algún surco se obstruye total o parcialmente y si existen semillas partidas
- Permite encontrar en forma rápida e intuitiva la velocidad optima de siembra
- Indica en forma visual y sonora el surco que deja de sembrar a fin de corregir cualquier inconveniente
- No requiere de calibración, regulación ni programación de ningún tipo, ya que posee Gestión de Auto-test.
- Display exclusivo. Presenta la información dualmente DENSIDAD / GRÁFICA

**D&E****D&E Terra Smart. Computadora de siembra inteligente**

Es lo último en generación de computadoras inteligentes de siembra con pantalla color sensible al tacto de 7,8". Receptor GPS interno. Sistema basado en tecnología CAN y norma ISO BUS. Posee la capacidad de monitorear hasta 120 líneas de siembra y/o fertilizante a partir de un solo nodo. Cuenta con un sistema de alarmas sonoras y graficas por fallas totales y/o parciales (tubo tapado, falta de se-

milla, error de densidad), informa cantidad de semillas sembradas por metro lineal, población sembrada por hectárea, calcula superficie sembrada parcial y total. Incluye kit de mapeo con tarjeta de memoria y software para imprimir mapas de siembra. Este sistema puede ser actualizado para realizar siembra y fertilización variable.

#### **D&E Terra 5000. Monitor de siembra satelital**



Es el primer Monitor de Siembra con sistema GPS incorporado para medición de velocidad. La concepción de este producto está focalizada en los productores y/o contratistas que buscan una herramienta de control sencilla y práctica sin sacrificar información de vital importancia. Tiene la capacidad de monitorear hasta 32 líneas de siembra y/o fertilizante. Cuenta con un sistema de alarmas sonoras y graficas por fallas totales y/o parciales (tubo tapado, falta de semilla, error de densidad), informa cantidad de semillas sembradas por metro lineal, población sembrada por hectárea, calcula superficie sembrada parcial y total.

**9.2-Evolución de los Monitores de Rendimiento según cada empresa de fabricantes**

<p>AgLeader</p>	 <p>PF 2000</p>	 <p>PF 3000 Advantage</p>	 <p>Insight</p>	 <p>EDGE</p>
<p>AgLeader</p>	 <p>Yield Monitor 2000</p>			
<p>Case</p>	 <p>AFS</p>	 <p>AFS IH</p>	 <p>AFS Pro 600</p>	 <p>AFS Pro 700 Monitor</p>
<p>John Deere</p>	 <p>Green Star</p>	 <p>Green Star II</p>	 <p>Green Star GS3</p>	
<p>Agco</p>	 <p>Fieldstar</p>	 <p>Fieldstar II</p>		
<p>RDS</p>	 <p>Ceres</p>	 <p>Ceres</p>	 <p>Pro Serie 8000</p>	
<p>Trimble</p>	 <p>FmX Integrated</p>			
<p>Claas</p>	 <p>Cebis</p>	 <p>Cebis</p>		