

Agricultura de precisión:

# GPS, sistemas de guiado y aplicación agrícola

*José Jesús Pérez de Ciriza Gainza  
(INTIA. Mecanización y Laboreo)*

La agricultura actual no puede entenderse sin la utilización de nuevas tecnologías. La informática y el GPS van siendo adoptados cada día por un mayor número de agricultores. Poder trabajar con más precisión, en condiciones de poca visibilidad, registrando los datos de la parcela, y realizar las labores de campo con mayor confort son algunas de las razones que llevan al agricultor a equipar su maquinaria agrícola con sistemas de precisión.

La agricultura de precisión ajusta las pasadas con diferentes aperos de trabajo: arados, cultivadores, gradas, sembradoras, abonadoras, pulverizadores, segadoras, rastrillos, picadoras, cosechadoras, conformadoras de mesas, plantadoras, etc. Además de precisión en las pasadas, que inicialmente los agricultores es lo que más valoran, también pueden recogerse datos de producción y calidad con las recolectoras, valorándose en cada zona de una misma parcela de forma individualizada el aporte adecuado de insumos a las diferentes necesidades. Con esto lo que se pretende es aumentar la productividad reduciendo al mismo tiempo los costes de producción y ser más respetuoso con el medioambiente.

La repercusión que pueden tener estas nuevas técnicas en el ahorro económico en los aportes y en la precisión en la conducción va a favorecer el resultado de la explotación. Asimismo, el ajuste de las necesidades de los cultivos dentro de una misma parcela, podría ayudarnos a mejorar la calidad y orientar la cosecha, realizándola de forma escalonada en el tiempo si se observase que en unas zonas el cultivo está más adelantado que en otras.

A continuación se analizan estos sistemas de precisión y las diversas aplicaciones que tienen para el agricultor en su trabajo.



La aplicación más usada actualmente por los agricultores son los sistemas de GPS y de guiado en el tractor para máquinas agrícolas. La utilización de estos sistemas facilita la conducción del tractor, cosechadora o equipo autopropulsado en la parcela, reduciendo los solapamientos que se producen al realizar las diferentes labores agrícolas sin sistemas de orientación o con otros sistemas como son los marcadores de espuma o referencias en parcela. Esto se traduce en una disminución de las horas de trabajo y un ahorro en las dosis de semilla, fertilizantes o productos fitosanitarios.

El empleo de estos sistemas supone **una inversión para el agricultor**. Por eso, antes de embarcarse en las nuevas tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo quiere buscar y qué tamaño de explotación tiene, con el fin de valorar si le resulta o no rentable.

El concepto de Agricultura de Precisión abarca muchas posibilidades pero todas ellas se encuentran encaminadas a: **realizar un mejor manejo del cultivo, para incrementar su rendimiento, adecuando los aportes de insumos a sus necesidades y facilitando al agricultor la realización de las labores agrícolas con una mayor rapidez y confort.**

## GPS: SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

Los sistemas de posicionamiento global por satélite pueden ser varios (SLR, VLBI, DOPLER y GPS). El sistema básico con el que se trabaja es el GPS (Sistema de Posicionamiento Global), que nos da la información de dónde estamos situados en todas las partes del mundo durante las 24 horas del día. Este sistema utiliza 24 satélites que se encuentran orbitando alrededor de la tierra y que transmiten constantemente información de posicionamiento. Pertenece al Departamento de Defensa de los Estados Unidos.



También se puede trabajar con la constelación de satélites GLONASS, que es un sistema ruso; para ello se deberá tener una antena compatible para la recepción de dichas señales.

Actualmente la Unión Europea tiene su propio sistema de posicionamiento por satélite denominado "Galileo", pero todavía no está disponible

La señal que emiten los satélites es gratuita para cualquier usuario y su precisión varía entre 5 y 15 metros, ya que depende de la posición de los mismos, de la propagación de la señal en la atmósfera, etc.

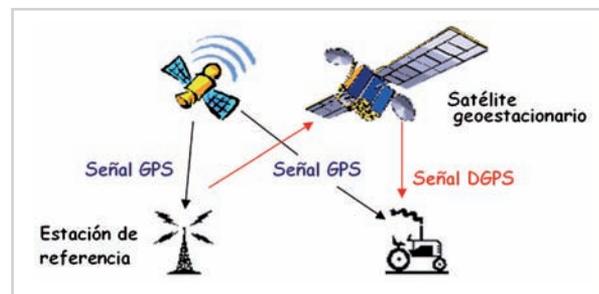
En el caso de que se realicen labores agrícolas que requieran de mayor precisión, hace falta corregir esta señal que llega. Esto puede hacerse con dos sistemas diferentes:

- ♦ Satélites geoestacionarios.
- ♦ Estaciones RTK.

Ambos sistemas se basan en la utilización de unos receptores fijos, cuyas coordenadas son conocidas. Si la corrección de la señal se hace a través de satélites geoestacionarios (Omnistar HP, Omnistar VBS, StarFire SF2, StarFire SF1 y EGNOS), la precisión es menor que si se hace con estaciones RTK.

Las señales enviadas por Omnistar y Egnos, son compatibles con la mayor parte de receptores GPS. Por el contrario las señales SF1 y SF2 solo pueden ser utilizadas por los GPS de John Deere.

La utilización de satélites supone un gasto adicional para el agricultor debido a que algunos de estos sistemas requieren el pago de una cuota durante el tiempo de utilización. Su empleo minimiza las fuentes de error que intervienen en las transmisiones de señal GPS hasta llegar a una precisión de 20-50 cm. Se basa en unos receptores fijos (estaciones de referencia) y satélites geoestacionarios.



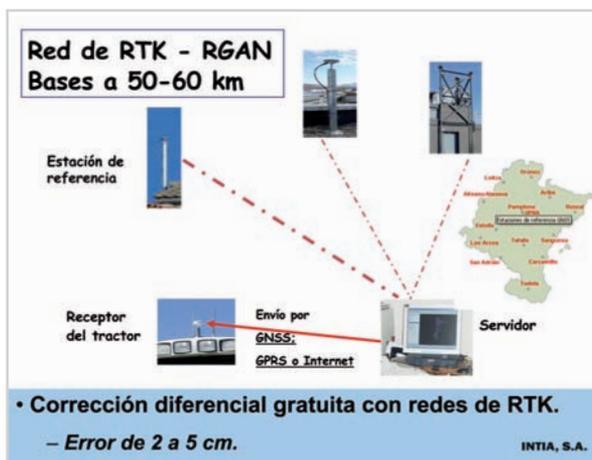
La corrección a través de una estación fija RTK es directa, al recibir la señal corregida por ésta en el tractor, mediante ondas de radio. Adquirirla supone un gasto muy grande, pero no tiene cuotas de conexión. La precisión es centimétrica y puede ser utilizada por varios equipos distintos a la vez.



Estación fija RTK.

Para poder captar la señal los tractores y cosechadoras deben trabajar con el sistema RTK en un radio máximo de 10 kilómetros desde la estación fija.

Actualmente en Navarra se utiliza RGAN (Red de Geodesia Activa de Navarra), propiedad del Gobierno de Navarra, que consiste en una red de 16 estaciones RTK, que hacen la corrección de la señal emitida por los satélites y las transmite al tractor vía GNSS, GPRS. La ventaja de RGAN es que no tienes que implantar ninguna estación fija y puedes desplazarte conectado por casi toda la superficie de Navarra.



En la siguiente tabla quedan reflejados todos los sistemas de corrección de señal que pueden emplearse en la actualidad, con las precisiones que aportan cada uno de ellos y si son gratuitos o de pago.

Tabla 1. Sistemas de corrección de señal

Gratis					De pago			
GPS	Free-Diff	E-diff	Egnos	RTK	Star-Fire SF1	Om-nistar VBS	Star-Fire SF2	Om-nistar HP
Precisión > 5 m	Precisión métrica (1-5 m)			Precisión 1-2 cm	Precisión submétrica (20-50 cm)		Alta precisión (< 20cm)	



En el mercado podemos encontrar una amplia gama de GPS de 1, 5 y 10 MHz. De esto va a depender el número de datos recibidos por segundo. Así, para trabajos que requieran mayor precisión o que se realicen a mayor velocidad sería mejor optar por un receptor de 5 ó 10 MHz.

## SISTEMAS DE GUIADO

Los sistemas de guiado se colocan en máquinas autopropulsadas y en algunos casos también se colocan sobre otro tipo de máquinas (plantadoras, binadoras, etc). Equipar un tractor o una cosechadora con un sistema de guiado conectado a un GPS, va a permitir realizar una conducción más precisa de la máquina. Para ello se necesita instalar varios componentes, más o menos precisos y caros, con el fin de disminuir los solapamientos entre pasadas en las diferentes labores, conseguir mayor rapidez a la hora de realizar las tareas y mayor confort para el agricultor. Asimismo, va a permitir al agricultor trabajar en condiciones atmosféricas desfavorables (presencia de niebla), con gran cantidad de polvo e incluso de noche.

Los componentes básicos de un sistema de guiado son la antena y la pantalla ó la barra de luces.



Algunos aparatos llevan el receptor integrado en la antena y la consola de programación integrada en la barra de guiado.

### Tipos de sistemas de guiado

Hay dos formas de poder conducir el tractor con GPS, **manual y automático**. Los sistemas de guiado manual son mucho más económicos que los automáticos pero con menor precisión, teniendo en cuenta que la precisión en las labores a realizar y la forma de trabajar con uno u otro es diferente.

De la precisión que se busca se va a derivar la señal más apropiada, y tras esto sólo queda elegir un aparato compatible con esa señal. En cualquier caso, es interesante optar por una antena que pueda recibir **diferentes tipos de correcciones**.

El precio y la precisión de los aparatos no son los únicos criterios de elección, deben **responder a las necesidades de la explotación** y ser **de fácil uso** para el agricultor.

Algunas funciones resultan más importantes que otras; todo depende de la necesidad del usuario. Algunos aparatos sólo servirán para realizar el guiado de la máquina, otros son más polivalentes y van a permitir el registro de datos (trazabilidad). Por eso, antes de



*El guiado con GPS permite ahorrar insumos y carburante, evita solapamientos en las pasadas y ahorra tiempo.*

decantarnos por un determinado equipo de precisión, hay que comparar la amplia gama de productos que hay en el mercado, estudiar sus posibilidades, prestaciones, opciones de trabajo y su compatibilidad con otros equipos.

El guiado con GPS permite una racionalización de la productividad del trabajo y de los insumos: ganancia de tiempo, disminución de insumos y de carburante. Además, está al alcance de todos, sobre todo porque no es necesario ningún conocimiento informático previo.

### Sistema de guiado manual

En el sistema manual el conductor es el que guía la máquina por la parcela. Mediante un marcador de diodos, una línea en una pantalla LCD o un sistema sonoro, el conductor va a recibir la información de su posicionamiento y por dónde debe ir su trayectoria.

En el mercado podemos encontrar diferentes tipos de señalizadores o pantallas, que se diferencian por sus características y precios. En el momento de la elección **deben conocerse las necesidades que tiene el agricultor, el tamaño de la explotación** y las características específicas de la antena y pantalla.

La antena del GPS debe recibir las frecuencias L1 como mínimo, que sean compatibles con EGNOS, OMNISTAR ó SF1. Que sean fiables en el seguimiento de la conducción en trayectorias rectas y curvas.

El monitor puede ser simplemente un marcador LED o con pantalla. Según el tipo de pantalla que se instale subirá el precio de 1.400 a 5.000 €.



### Sistema de guiado automático

En el sistema automático, la máquina agrícola automotriz se guía sola en la parcela según la anchura prefijada para las pasadas. El ordenador de a bordo es el que toma la dirección del volante, el agricultor sólo deberá manejar el volante en el momento de realizar actuaciones no previstas o giros no registrados. La precisión depende de las labores a realizar, pero con este sistema de guiado por lo menos se debe trabajar con separaciones de 2 a 20 centímetros como máximo.

El control de la dirección del tractor se hace mediante uno de estos dos sistemas:

- ♦ motor eléctrico adaptado al volante (como es el caso del sistema Ez-Steer);
- ♦ electroválvula colocada en el circuito hidráulico de la dirección.

En el guiado automático, **además de antenas y pantallas es necesario que haya compatibilidad con los programas y conexiones de los equipos**, que tengan



entradas USB, con ISO-BUS con el fin de poder realizar las labores con la maquinaria agrícola y obtener los datos registrados.

Se utilizan estos equipos principalmente para trabajos muy "finos" con separaciones de 2 a 10 cm. Las máquinas deben responder a esas distancias entre pasadas. Como por ejemplo, sembradoras de precisión, plantadoras, conformadoras, laboreos, y todos los trabajos

Los precios de estos guiados son bastante más caros que los manuales. Teniendo en cuenta todos los componentes que lleva, su precio oscila desde los 7.000 a los 40.000 €.

## MAPAS DE RENDIMIENTO Y MONITORES DE APLICACIONES

Equipar una cosechadora con un monitor de cosecha conectado a un GPS, va a permitir realizar mapas de rendimientos, humedades, impurezas, etc, de las parcelas cosechadas. En base a estos mapas de cosecha podremos planificar parámetros del cultivo como las dosis de siembra, tratamientos fitosanitarios y abonos.

La utilización de estos mapas en el campo es posible si, además del GPS y la pantalla en el tractor, la maquinaria (abonadora, sembradora y pulverizador) es compatible con los mapas programados y que tengan los elementos necesarios para su posible regulación en el momento de trabajo.

### Una cosechadora para poder realizar mapas de rendimiento debe llevar:

- ♦ Antena receptora de GPS.
- ♦ Sensores de pesos cosechados y humedades.
- ♦ Procesador de los datos del sensor.



Una cosechadora puede trazar mapas de rendimientos con los equipos de medición adecuados

- ♦ Tarjeta de almacenamiento de datos.
- ♦ Pantalla para la visualización de los datos en cosecha y consola de selección.

Normalmente los datos se transfieren mediante una tarjeta de memoria o un cable USB de conexión a un ordenador fijo en el que se realizan las representaciones y los mapas de prescripción correspondientes.

Los fabricantes de cosechadoras en general pueden equiparlas con todos los sistemas necesarios para realizar mapas de rendimiento si son solicitados por el comprador. Este tendrá que conocer si estos equipos son compatibles con los que tiene ó piensa adquirir próximamente.

# Fácil de manejar

**Pantalla X30 - Control total en múltiples ventanas al mismo tiempo**

Arrastra y Suelta: Única pantalla del mercado con diferentes soluciones de Agricultura de Precisión manejada con un solo dedo.

Pantalla X30 todo-en-uno, guiado visual con barra de luces integrada, autoguiado, pulverización, abonadoras, entrada ISO BUS, visualización de área tratada, gestión de datos, plantación, y mucho mas ...

Pídale a su distribuidor Topcon una demostración del Sistema 350 con la nueva pantalla X30. Vea lo fácil y rápido que un simple toque se convierte en precisiones resultados espectaculares en el campo.



Sistema 350 con dirección eléctrica AES-25 opcional



**TOPCON**  
Precision Agriculture

www.topconpa.com



**SUMINISTROS AGRICOLAS E INDUSTRIALES**

**DISTRIBUIDOR OFICIAL:**

Piño, Arazuri Orcyoyen, B14 31170 ARAZURI  
Tel 948 312 633 Fax 948 312 640

Merkatondoa, 18 31200 ESTELLA  
Tel 948 554 300 Fax 948 553 855

www.mainate.es  
mainate@mainate.es

**GPS PARA AGRICULTURA DE PRECISION**

La generación de los distintos mapas de rendimiento y prescripción según parcelas y zonas, tiene su sentido en la aplicación de siembras, fertilizantes o aplicaciones de fitosanitarios adecuadas a las condiciones específicas de cada zona para ajustar las necesidades del cultivo.

La aplicación variable requiere una maquinaria preparada con todos los mecanismos de regulación y de transmisión de datos al receptor mediante ISO-Bus, para interpretar los mapas previamente trabajados o directamente leídos y hacer la traducción de las distintas dosis en la labor realizada.

Las empresas dedicadas a agricultura más importantes cuentan con modelos de pulverizadores, sembradoras y abonadoras equipados con diferentes sistemas de control (volumétricos, másicos, impactos...) conectados al GPS para lograr la distribución de los diferentes inputs de acuerdo con un mapa de dosificación variable en tiempo real.

Las máquinas controlan con sistemas hidráulicos o eléctricos el caudal mediante el cierre del dosificador, con el fin de ajustarlo a la velocidad y a las diferentes cantidades reflejadas en el mapa preestablecido.

Las sembradoras deberán ser neumáticas, estando equipadas con un sensor individual de cierre de las líneas de siembra cuando se cruce con un pase anterior. Además tendrá un sistema de dosificación variable en marcha, para poder hacer la dosificación según el mapa de rendimiento o el tipo de suelo.

Los pulverizadores deberán tener cierres independientes de tramos o de boquillas



Cierre de semilla en siembra de maíz.

para no hacer doble tratamiento en las esquinas y en los giros. Además si hay mapas de malas hierbas también pueden hacerse dosificaciones variables de herbicidas, pero esta técnica está todavía en entredicho.

En la aplicación de fertilizantes pueden utilizarse sólidos o líquidos. Para distribuir líquidos se pueden utilizar pulverizadores o cisternas, con boquillas, paletas, tubos o inyectores. Para los sólidos se utilizan las abonadoras centrífugas o neumáticas, y los remolques estercoladores.

En los ensayos realizados por INTIA se ha utilizado la abonadora centrífuga con evaluación del abonado en dosificación variable On Time. Esta máquina se caracteriza por el correcto grado de regulación y uniformidad de distribución.



Sensores de control de semilla.



Aportación neumática de fertilizante sólido.



Pantalla de regulación e información.

## MEJORA DE LA PAJA COMO ALIMENTO DEL GANADO



### ¿POR QUÉ USAR ESTA TÉCNICA?

- Partimos de un subproducto del cereal
- Obtienes un alimento enriquecido en proteínas.
- Aumentas la apetecibilidad de la paja
- Aumentas la digestibilidad de la paja
- Perfecta conservación gracias al poder antifúngico del amoníaco.
- No requiere ningún tipo de inversión

### TRATAMIENTO CON AMONIACO DE LA PAJA DE CEREAL

Se inyecta Amoníaco Anhidro en una pajera cerrada al aire libre. Los animales comerán más cantidad de paja, con un aumento de las ganancias diarias de peso (aumento de la producción de carne y leche), limitando los riesgos de acidosis.



ALIMENTAME EN TIEMPOS DE CRISIS CON UN ALIMENTO BARATO, NUTRITIVO Y FÁCIL DE OBTENER