

## Agroguía®

### dispositivo de asistencia al guiado basados en GPS, sobre plataforma hardware Pocket PC

Jaime Gómez Gil, Javier Santana Fernández • Departamento de Teoría de la Señal, Comunicaciones e Ingeniería Telemática. E.T.S. de Ing. de Telecomunicación. Universidad de Valladolid.



#### Introducción

Con el aumento en precisión de los receptores GPS, a la par de su disminución en precio, muchos han sido los sectores que se han beneficiado de este sistema de posicionamiento global. Uno de ellos ha sido la agricultura, y la aplicación más inmediata quizás sea la asistencia al guiado de tractores agrícolas.

En aplicaciones agrícolas como la distribución de fertilizantes y la aplicación de herbicidas, el tractorista debe mantener la distancia entre pasadas. Un sistema de asistencia al guiado basado en GPS permite mantener de forma más precisa esta separación entre pasadas, y además evita tener que utilizar otros marcadores como copos de espuma.

Un sistema de asistencia al guiado tiene una gran ventaja con respecto a otras aplicaciones, su fácil instalación en el tractor, sin necesidad de hacer ninguna adaptación. Las ventajas obtenidas por el agricultor, son claras, y se aprecian desde el primer momento de la instalación. Por otra parte su diseño y fabricación, partiendo de un receptor GPS que en un determinado formato envía datos de posicionamiento, no es muy complicado.

Hoy en día existen en el mercado muchos sistemas de asistencia al guiado. Algunos, como el Paralell Tracking® son distribuidos por el propio fabricante del tractor, en este caso John Deere. Otros son fabricados por empresas de electrónicas, y vendidos para ser instalados en los tractores. Tal es el caso del modelo S, de OutBack, el modelo

Centerline® de Mit-Tech, el modelo E-Z Guide® de Trimble, el modelo Canlink VGS® de FarmScan, el modelo AccuSteering® de AccuTrack, el modelo RowGuide® de AgGuide, el modelo ATC® de Cultiva, el modelo ZYNX® de Kee Technologies o el modelo ArvaNav de ArvaTec. En España, han sido desarrollados al menos tres sistemas de asistencia al guiado para tractores agrícolas. Uno de ellos en Zamora ([www.ssiia.com](http://www.ssiia.com)), y los otros dos en Valladolid. En este trabajo se presenta el sistema de guiado AGROGUÍA®, desarrollado en la E.T.S.I. Telecomunicación de la Universidad de Valladolid.

#### Instalación

El conjunto necesario consta de tres partes, el GPS, el terminal PocketPC y el adaptador de alimentación para el mechero. El terminal GPS se colocará en el interior del vehículo, en un lugar visible para el agricultor durante la tarea y se le coloca el cable de alimentación. El otro extremo irá al mechero del tractor. Un ejemplo de colocación se muestra en la **figura 1**. Se disponen de otros mecanismos de sujeción con dos ventosas mediante las que el dispositivo queda mejor sujeto y vibra menos.



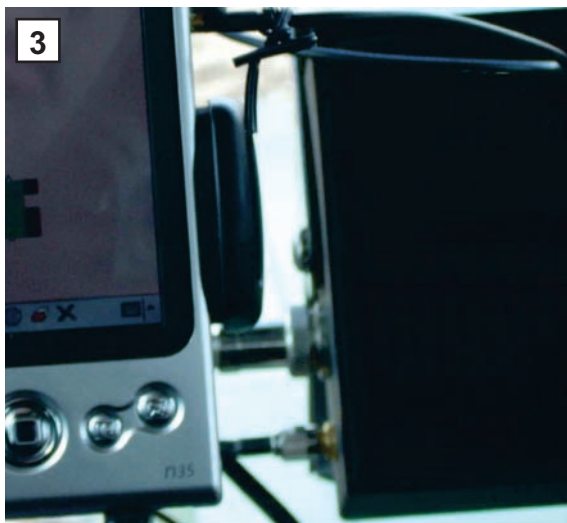
Instalación del Pocket-PC en el tractor mediante una ventosa de sujeción

El GPS se colocará en la parte superior de la cabina, fuera del vehículo, centrado. La parte donde se coloque no afecta al funcionamiento de la aplicación, sin embargo se recomienda situarlo en la parte central de la cabina. En la **figura 2** se puede observar una situación adecuada para el receptor GPS.



Antena GPS situada en la parte superior externa de la cabina

El cable irá conectado al terminal GPS por la ranura correspondiente. El detalle de la conexión se puede observar en la **figura 3**. También es conveniente colocar el adaptador de alimentación del Pocket-PC al mechero del tractor, para que no se agote la batería del Pocket-PC. Con esto, quedaría finalizada la instalación.



Detalle de la conexión del cable de antena al receptor GPS

### Uso de la aplicación

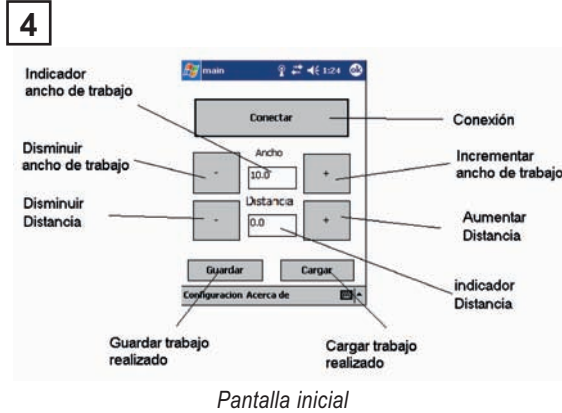
La aplicación se inicia con: "INICIO- >PROGRAMAS->EXPLORADOR. Una vez abierto acceder a la carpeta SD-MMC-Card y pinchar en el programa AGROGUÍA®.

En caso de ser la primera vez que se ejecuta la aplicación en el Pocket-PC, ofrecerá un número de identificación, y pedirá una clave de programa para dicho número de identificación. Dicho número se suministrará por el distribuidor una vez abonada la licencia. Una vez introducida dicha clave aparecerá la pantalla de la **figura 4**.

La petición de la clave de programa sólo se realiza una vez. En el uso cotidiano, se accederá directamente a la pantalla inicial de la **figura 4**.

En esta pantalla, cabe destacar que se deben configurar dos anchos:

- ANCHO: Corresponde al ancho de trabajo del apero que se está utilizando. Este ancho será el que coloreará la aplicación.

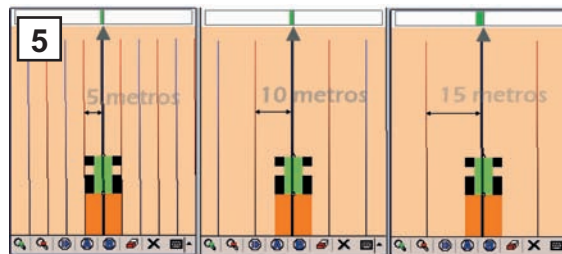


Pantalla inicial

- DISTANCIA: Corresponde a la distancia a la que la aplicación colocará líneas paralelas.

En una labor de distribución de abonado, el ANCHO y la DISTANCIA coincidirán (por ejemplo 24 metros ambos). Aunque el tractorista cometa algún error, como las pasadas de abonado van solapadas, no quedarán franjas sin tratar.

En una labor de aplicación de herbicidas, el ANCHO coincidirá con el ancho de trabajo del equipo (por ejemplo 18 metros), y la DISTANCIA es conveniente que sea algo menor (por ejemplo 17 metros). Con esto se consigue que no quede ninguna franja sin tratar debida a errores del GPS, o a errores del usuario en la conducción, ya que en la aplicación de herbicidas, es preferible solapar un poco, a que queden franjas sin tratar. Para una mejor comprensión de lo que representa el ANCHO y lo que representa la DISTANCIA, se presenta la **figura 5**, en la que se presentan tres situaciones. En una de ellas se ha fijado ANCHO=10 y DISTANCIA=5. En otra ANCHO=10 y DISTANCIA=10, y en la tercera se ha fijado ANCHO=10 y DISTANCIA=15.



Representación de DISTANCIA=5, 10 y 15, con ANCHO=10

El siguiente paso es iniciar el trabajo. Para ello hay que pulsar en el botón CONECTAR. Tras esto la aplicación esperará a que el GPS esté listo y cuando esté listo el botón de conectar pasará a ser de COMENZAR como se muestra en la **figura 6**. En el caso de disponer de un GPS bluetooth al pulsar en conectar aparecerá una pantalla de selección de dispositivo en la que se debe escoger el dispositivo bluetooth correspondiente al GPS. Habitualmente sólo habrá un dispositivo para elegir, sin embargo puede que aparezcan otros si en las proximidades del PDA hay un teléfono o similar.

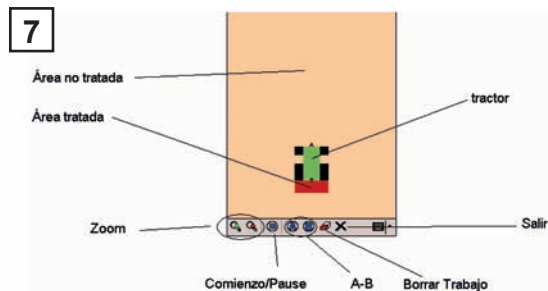
Cuando se pinche en el botón COMENZAR, se podrá empezar a realizar la labor. La pantalla que se mostrará cuando el tractor se haya movido unos metros será la de la



Cuando el GPS ofrece información de posicionamiento válida, el botón CONECTAR pasa a COMENZAR

**figura 7.** En esta figura además se muestra la botonera, en la que destacan:

- Los botones para aumentar o disminuir ZOOM.
- El botón PAUSA, y REANUDAR TRABAJO. Útil cuando hay que ir a recargar el equipo con herbicida o fertilizante, o cuando se pasa por una zona en la que no se aplican insumos.
- El botón BORRAR TRABAJO. Lo utilizaremos cuando hemos finalizado una parcela y comenzamos una nueva.
- Los botones para el GUIADO A-B. Este guiado se explica más adelante.
- El botón SALIR, que presentará una pantalla para guardar el trabajo. De esa forma, se puede cargar el trabajo otro día con toda la información de zonas tratadas y zonas sin tratar, así como las líneas de guía.



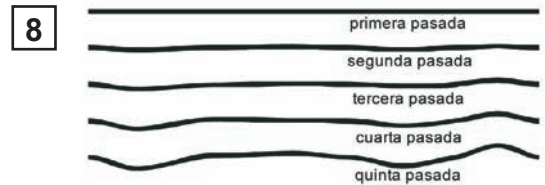
**Pantalla de AGROGUÍA cuando el tractor se ha desplazado unos metros de su posición inicial, y explicación del contenido de dicha pantalla**

## El modo de GUIADO A-B

El modo de guiado normal simplemente marca de un color las zonas tratadas y de otro las zonas sin tratar. Con esto el tractorista puede mantener la separación con respecto a la pasada anterior. Mediante el GUIADO A-B, la aplicación AGROGUÍA muestra unas líneas paralelas separadas el parámetro DISTANCIA, que inicialmente configura el usuario. Este modo de guiado se puede realizar cuando se va a trabajar la parcela en pasadas de ida y vuelta a lo largo de uno de sus lados, que es recto. Cuando la parcela y el modo de trabajo permiten el GUIADO A-B, conviene utilizarlo, ya que este modo ofrece las dos siguientes ventajas:

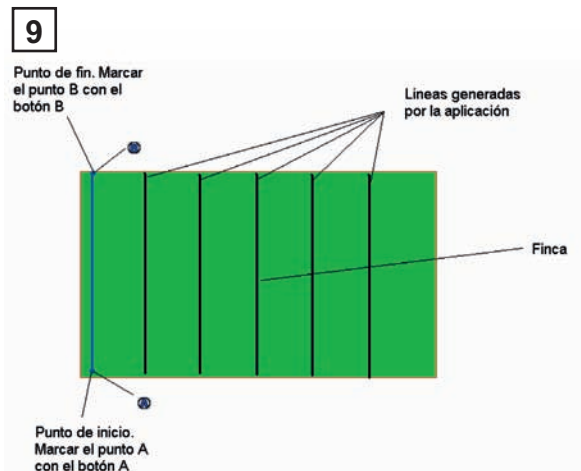
- Si no se utiliza el modo de GUIADO A-B en parcelas

grandes que requieran muchas pasadas, aunque la primera pasada se realice de forma precisa y sea recta, es posible que el error de las pasadas se vaya acumulando, y las pasadas al final de la labor sean muy diferentes a líneas rectas. Este proceso se ilustra en la **figura 8**.



*El error entre pasadas puede aumentar si no se utiliza el GUIADO A-B*

- Permite realizar pasadas entrelazadas, es decir, volver por una pasada que no sea contigua a la última realizada. La gran ventaja de esto, es que es muy posible que en este caso el tractorista no tenga que hacer maniobra en la cabecera, pues el radio de giro de la dirección del tractor será suficiente para entrar en la nueva pasada. En el modo de GUIADO A-B, el tractorista debe presionar el botón A en el inicio de la primera pasada de la parcela, y presionar el botón B al final de la primera pasada. En el momento que se presiona el botón B, se generan automáticamente infinitas rectas paralelas a la que une A con B, tal y como se muestra en la **figura 9**. El tractorista podrá guiarse en su trabajo por cualquiera de las líneas, sin tener que estar pendiente de si solapa o no con la pasada anterior.



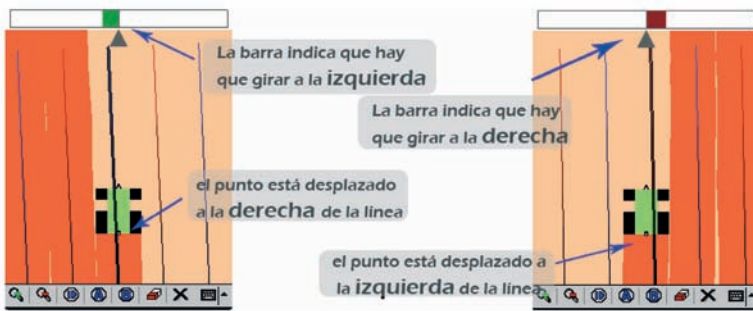
*En el modo de GUIADO A-B, el tractorista debe marcar el punto A y el punto B al principio y fin de la primera pasada*

En el modo de GUIADO A-B, aparece una barra en la parte superior que indica el sentido y magnitud del giro necesario del volante para seguir la línea (ver **figura 10**). El tractorista se puede guiar por esta barra, o por un triángulo y un cuadrado situados en respectivamente en la parte delantera y trasera de la representación del tractor.

La forma de trabajar una vez se han marcado los puntos A y B es la siguiente:

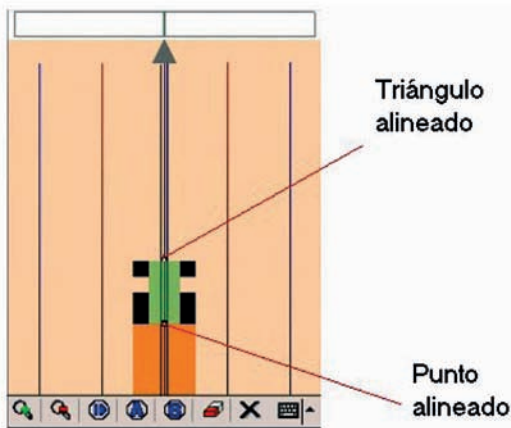
Cuando se ha seleccionado el GUIADO A-B, el punto blanco rodeado de negro debe estar sobre la línea prin-

10



En el modo de GUIADO A-B, aparece una barra de guiado en la parte superior. Además, un cuadrado en la parte central y trasera del tractor indica si el tractor está desviado de la ruta, y un triángulo en la parte delantera del tractor ayuda al guiado

11

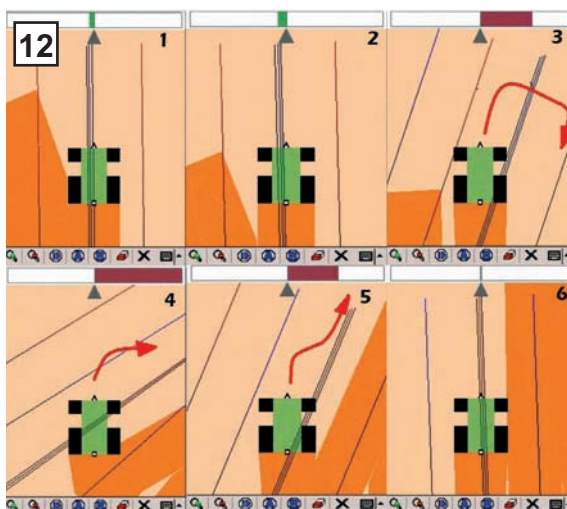


Trabajo correcto en el modo de GUIADO A-B

cial y el triángulo de la parte superior debe estar apuntando en la misma dirección que la línea principal. Se puede ver en la figura 11.

La figura 12 explica el proceso que hay que seguir cuando se gira para ir a la siguiente línea:

1. En esta figura se ve cómo el tractor va por la línea azul y está llegando al final de la parcela.



Proceso a seguir en la cabecera

2. Aquí se ve cómo ha llegado al final y debe girar para ir a la siguiente línea.

3. En esta imagen gira un poco a la izquierda para poder tener más espacio para el giro.

4. En la imagen se ve cómo ha girado y se ha acercado a la línea roja que ahora aparece rodeada por dos negras. Esto indica que esta línea es a la que hay que seguir con el tractor.

5. Ahora el punto del tractor se encuentra encima de la línea roja, es necesario girar para que además del punto también coincida la flecha como se ve en la figura 6.

6. El tractor ya está alineado porque tanto el punto como la flecha están sobre la línea. A la derecha del tractor está la línea azul por la que se ha venido en la anterior pasada.

### Funcionamiento de la aplicación, visión global

Para tener una visión en conjunto de lo que hace la aplicación un buen sistema es mostrar la realidad y la representación de la realidad en la pantalla del PocketPC. En este apartado, mediante una serie de fotos, se puede observar el comportamiento de la aplicación en una parcela tratada mediante pasadas concéntricas. En las figuras se puede ver un borde negro que hace referencia al límite de la parcela. En la primera pasada el agricultor se referenció con la linde de la parcela, tal y como se muestra en la figura 13.

En la figura 14 se observa cómo termina la primera pasada. Se puede ver como en la pantalla del PocketPC se visualiza el comienzo de la parcela.

Cuando comienza la segunda pasada el agricultor comienza a referenciarse usando la aplicación.

En la figura 15 se puede ver cómo en la pantalla del PocketPC se visualiza el terreno que hay unos metros por delante de forma que se puede ver si está tratado o no pudiendo anticipar los giros del tractor cuando se aproxima una curva.

El agricultor una vez finaliza la segunda pasada y en la siguiente pasada se referenciará a la pasada anterior mirando la zona ya tratada que le marca el PocketPC.

El agricultor ya ha dado varias pasadas (comienza la cuarta) y se puede ver cómo ya sólo queda una parte de la parcela sin tratar. En la pantalla del PocketPC no se visualiza toda la parcela pero se puede ver cómo la porción de terreno a tratar es menor.

En las figura 19 se observa cómo el área de la parcela que queda sin tratar se ve casi por completo en la pantalla del PocketPC.

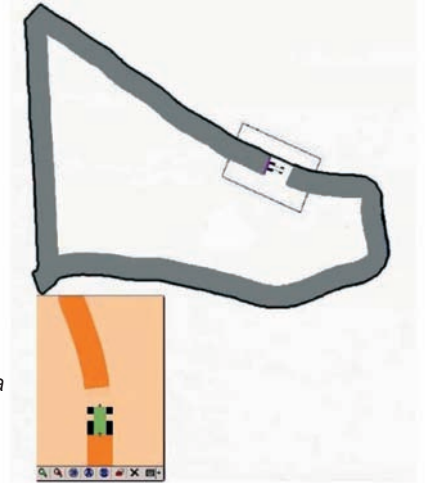
Últimos metros para terminar la parcela. Se puede ver en la figura 20 cómo en la parte central del tractor que es transparente, se permite ver el área que queda sin tratar.

13



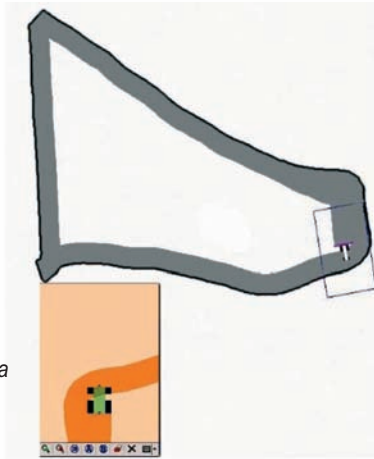
Comienzo de la parcela

14



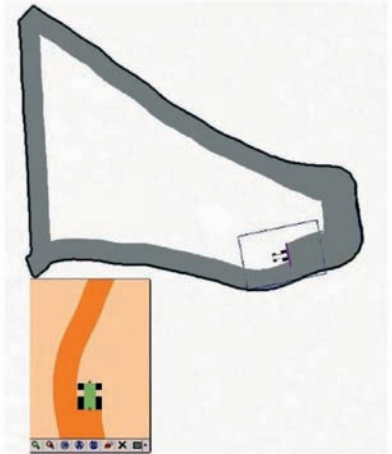
Terminando la primera pasada

15



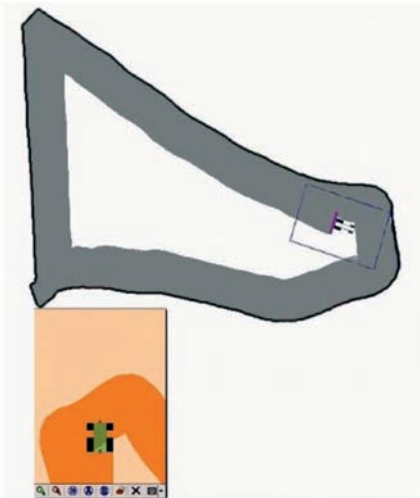
Comienza la segunda pasada

16



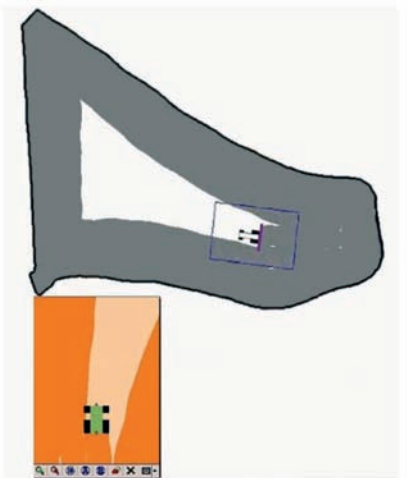
El agricultor toma la curva

17



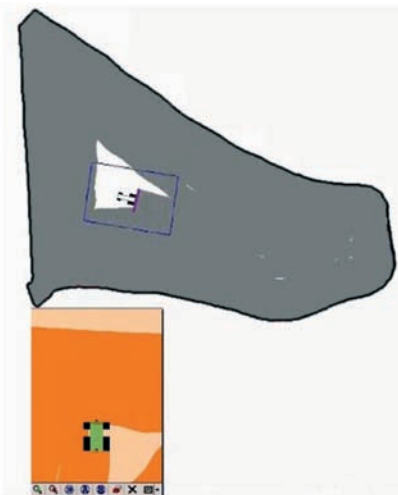
Acaba la segunda vuelta

18



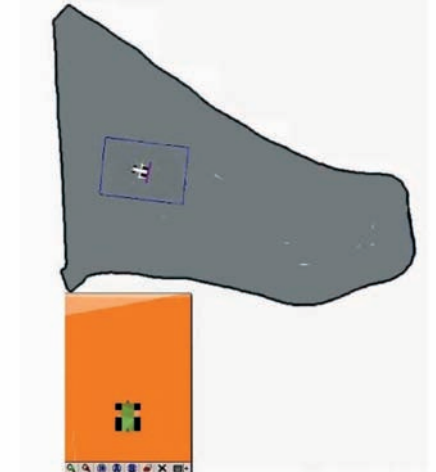
Comienzo de la cuarta pasada

19



Última pasada

20



Parcela finalizada

## Pruebas de campo

En este apartado se van a tratar las diferentes pruebas de campo que se han realizado con la aplicación. En primer lugar las realizadas en entornos controlados, como el simulador o en un turismo, hasta pruebas de campo con diferentes aperos.

Las pruebas de campo se han llevado a cabo usando diferente hardware y diferentes versiones de la aplicación:

- PocketPC HP ipaq con GPS SIRF START II interfaz serie.
- PocketPC Acer n30 con GPS SIRF START III interface bluetooth.
- PocketPC Acer n35 con GPS NEMERIX integrado.

Además se contó con otro hardware y software comercial específico para las tareas que se realizaron:

- AGROSAT®: Es un dispositivo electrónico que proporciona asistencia en las labores de aplicación de fertilizantes y herbicidas. Para ello hace uso de una barra de luces con la que indica si existe solapamiento y zona vacía entre diferentes pasadas. Es una aplicación creada y desarrollada por GMV Sistemas en colaboración con Jaime Gómez Gil, profesor de la Universidad de Valladolid.
- SatGuide®: Es una herramienta para el guiado del agricultor en diferentes tareas, especialmente en las que tienen un gran ancho de trabajo. Tiene un funcionamiento similar al de la aplicación de este proyecto, sin embargo no muestra en pantalla el área tratada, solamente muestra las líneas y la posición y dirección del tractor. Es un producto basado en PocketPC usando GPS y pertenece a la marca francesa ISAGRI®. Se puede ver a la derecha de la **figura 21**.

Las pruebas reales se han realizado en diferentes parcelas, con diferentes aperos, y distintos agricultores. Los objetivos de las pruebas eran los siguientes:

- Comprobar el funcionamiento en un entorno real.
- Comparativa del funcionamiento en diferentes PocketPC y diferentes tipos de GPS.
- Comparativa con herramientas comerciales.
- Obtener la visión del agricultor.
- Viabilidad para diferentes anchos de trabajo.

Las primeras pruebas se realizaron en la zona norte de Burgos, en concreto en Aguilar de Bureba y Terrazos. Se realizaron 2 pruebas, una diurna y otra nocturna y se usaron una Acer n35, una Acer n30, AGROSAT y SatGuide (ver **figura 21**).

En la prueba se colocaron las antenas de los 3 dispositivos en la parte superior de la cabina del tractor como se observa en la **figura 22**. Se hicieron dos pruebas con un ancho de trabajo de unos 25 metros, aunque el apero que llevaba el tractor medía 5.5 metros. El apero, un rastro, durante el trabajo dejaba suficiente marca en la tierra para poder realizar mediciones para comprobar la precisión del sistema.

Se realizaron unas pasadas probando que el sistema funcionaba correctamente, usando el modo AB y comparando con las aplicaciones comerciales.

En la primera prueba se obtuvieron los siguientes resultados:



De izquierda a derecha, Hacer n35, AGROSAT y SatGuide



Posición de las antenas de los GPSs

- El GPS con interfaz bluetooth no funcionó correctamente, había un problema de lectura del puerto correspondiente.
- El GPS NEMERIX integrado en el PocketPC Acer n35 tenía mala precisión y había variaciones bruscas tanto en la dirección como en la posición.
- La precisión fue buena, con un ancho de trabajo de 25 metros se midieron entre pasadas contiguas 24.5 metros. Se puede observar una imagen del proceso de medición en la **figura 23**.



Proceso de medición de la distancia entre pasadas

• El funcionamiento de las herramientas comerciales y de la aplicación desarrollada en este proyecto son muy similares.

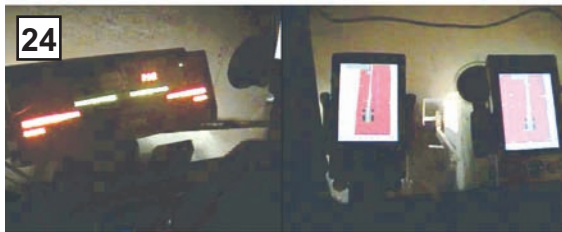
Se realizaron posteriores pruebas, y las conclusiones obtenidas fueron las siguientes:

• El funcionamiento de las 3 aplicaciones es muy similar. En la **figura 24** se pueden observar las diferencias. En la parte derecha se observa cómo existe un área sin tratar entre varias de las pasadas.

Para indicarlo, AGROSAT no ilumina esa sección de luces. En esta figura también se puede constatar la diferencia entre el GPS NEMERIX y SIRF STAR III.

• En cuanto a la impresión del usuario se puede decir que no tardó en aprender a guiarse con la AGROGUÍA®. El usuario estaba familiarizado previamente con PocketPC y con aplicaciones similares.

El usuario también hizo apuntes sobre la aplicación, destacó la facilidad de uso e indicó la ventaja de contar con una representación gráfica del área tratada en lugar de sólo contar con indicaciones vectoriales que es el caso de SatGuide®. En los puntos negativos destacó la fragilidad del sistema en un entorno de fuerte vibración como es el tractor.



Comparativa de funcionamiento entre AGROSAT® y AGROGUÍA®

## Comparativa de los distintos receptores GPS

Es importante saber qué relación tiene la calidad del hardware del GPS con la precisión que se obtiene en la aplicación, por ello se han realizado una serie de pruebas con los diferentes GPS de los que se disponía bajo las mismas condiciones. En este apartado se describirán las pruebas realizadas, los diferentes dispositivos utilizados, y se analizarán los resultados usando el visor de trabajos.

Las pruebas se realizaron con los siguientes GPS:

- Kirrio con chipset SiRF Star II.
- Leadtek 9553 con chipset SiRF Star III.
- GPS integrado de Acer n35 chipset NEMERIX.
- Mid-tech RX 350p.

A priori la calidad del Mid-tech es muy superior en cuanto a precisión y a frecuencia de actualización del resto de dispositivos. Éste es el usado por Isagri en el producto SatGuide® y una de las características es que aporta datos 5 veces por segundo en vez de 1 que suelen aportar los GPS domésticos. El Leadtek tiene la peculiaridad de tener una configuración predefinida para obtener una sensibilidad alta con el objetivo de que sea más cómodo cuando se usa como sistema de navegación en un turismo.



Sembradora con la que se realizaron las pruebas, que dispone de un marcador

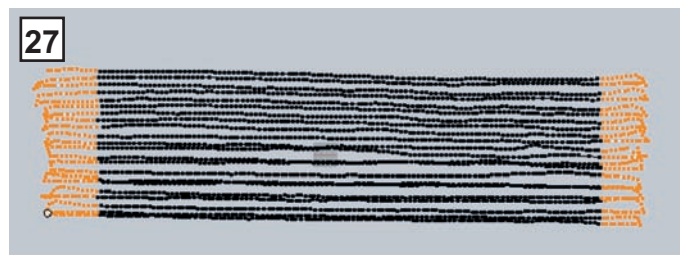


La diferencia entre pasadas se mantiene de forma visual haciendo que la rueda circule por la marca

## Pruebas dinámicas

Para obtener una medida de la precisión de cada uno de los dispositivos durante el trabajo se ha optado por medir la distancia media de una pasada a la siguiente en una parcela tratada con un trazado AB con un apero que permita mantener de una forma precisa la distancia el trabajo. Se empleó una sembradora de girasol con marcador (ver **figura 25**), de forma que las pasadas se podían realizar de forma muy precisa, simplemente haciendo que la rueda del tractor pisase la marca dejada por el marcador (ver **figura 26**).

Una vez obtenidos los resultados de los 4 dispositivos GPS se ha tratado la información para no tener en cuenta tramos en los cuales no se ha mantenido una distancia paralela, por ejemplo en las vueltas al terminar una pasada. Para ello se ha programado un script para Blender que permite importar los trabajos realizados con la aplicación de guiado (**figura 27**).



En color naranja se muestran las partes del trabajo recortadas

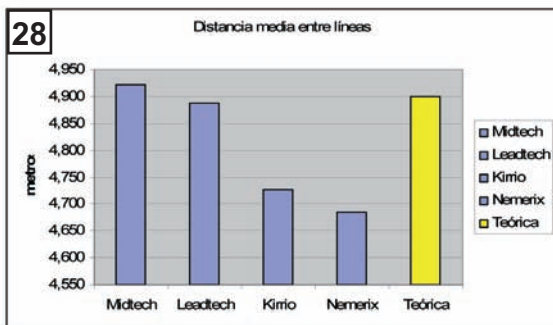
El cálculo se realiza de la siguiente forma: se toma la primera línea y por cada punto se busca el punto más cercano de la siguiente línea. Esta será la distancia que se tomará para realizar la media de distancias. Este proceso se realiza con todos los puntos de la línea y para cada una de las líneas. El proceso de subdivisión realizado anteriormente evita introducir errores en el cálculo y los facilita ya que no es necesario calcular la distancia del punto al segmento más cercano de la siguiente línea. La fórmula utilizada para el cálculo de la media es:

$$m = \frac{1}{N} \sum d_i$$

siendo:

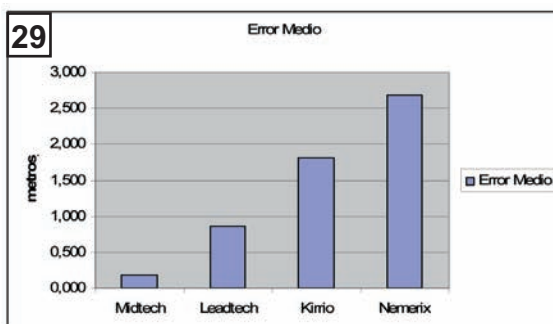
- $d_i$ : error con respecto a la línea real  $i$ .
- $N$ : número de puntos de la línea.

La **figura 28** muestra la media de la separación entre líneas para cada receptor GPS. Se observa que la media es muy cercana al valor teórico, en el peor caso, el del NEMERIX, se tiene una separación de 25 cms, lo cual es un error aceptable. En las siguientes gráficas se verá como esta gráfica dice poco de la precisión real de los dispositivos.



Gráfica que muestra la separación media entre líneas detectadas por los diferentes receptores GPS

Si se observan la gráfica del error medio (**figura 29**) se pueden obtener unas conclusiones más claras de la precisión. Mientras el dispositivo Midtech no llega a los 50 cms de error, el dispositivo de peor calidad, NEMERIX, obtiene unos errores mayores de 2,5 metros.



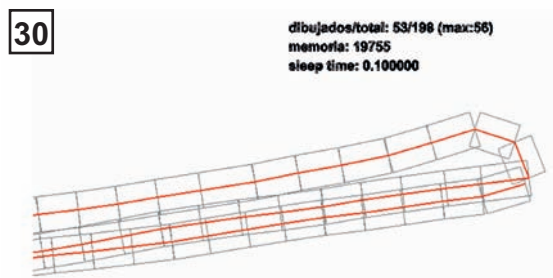
Error medio cometido por los diferentes receptores GPS

### Prueba visual

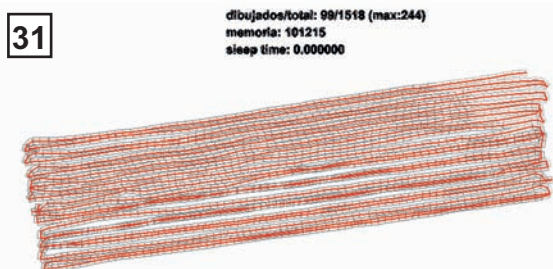
Por otra parte, también se han representado en pantalla las trayectorias seguidas, teniendo en cuenta que el tractor mantenía de forma precisa la separación entre pasadas. De forma visual, aquel receptor que mantenga las líneas equidistantes será el que ofrezca una mayor calidad. A continuación se muestran los resultados en una parcela de Aguilar de Bureba (Burgos).

#### Receptor KIRRIO (Sif Star II)

Con este GPS se observa que no hay mucha precisión ya que la segunda trazada se solapa con la primera. Aunque se puede ver cómo las trazadas son regulares, no hay variaciones bruscas de dirección. (**figura 30** y **figura 31**).



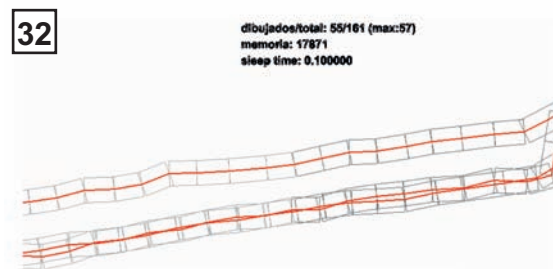
Primeras pasadas con GPS KIRRIO



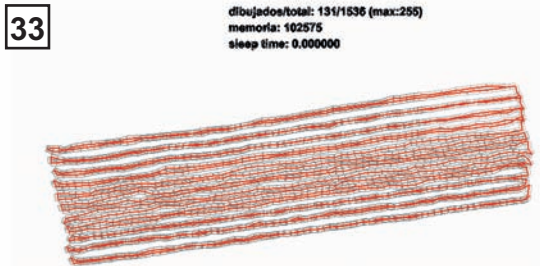
Trabajo total con GPS KIRRIO

#### Receptor NEMERIX

Al igual que el Kirrio, la segunda pasada se solapa con la primera y así sucesivamente hasta más o menos la mitad del trabajo, pero además de esto el cambio de dirección observado es brusco, lo que dificulta la labor ya que despista al agricultor. Resultados muy malos. (**figura 32** y **figura 33**).



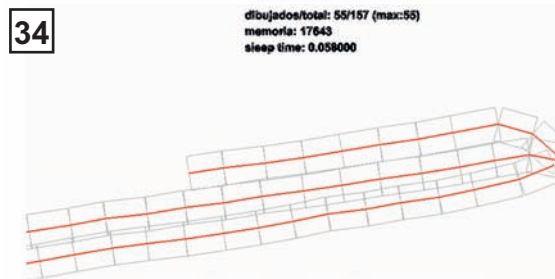
Primeras pasadas con GPS NEMERIX



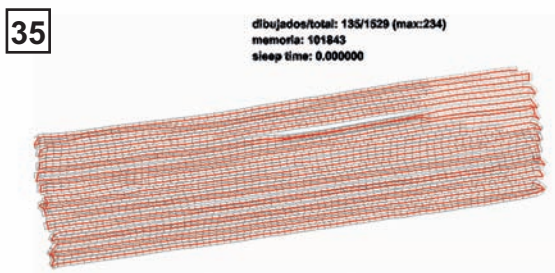
Trabajo total con GPS NEMERIX

## Receptor LEADTECH

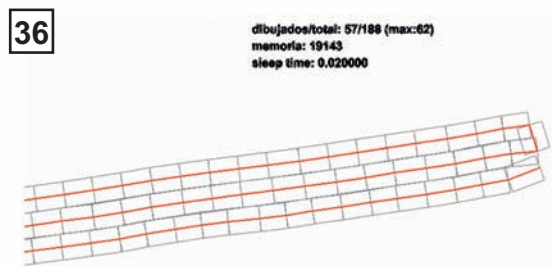
Este dispositivo tiene una buena precisión ya que mantiene prácticamente alineadas las dos primeras pasadas y durante todo el trabajo mantiene una alineación correcta. Durante las pruebas se ha detectado que este dispositivo para velocidades muy bajas mantiene la posición anterior, lo cual es problemático ya que la velocidad de trabajo puede ser baja en algunas labores. Para evitar esto, se deben cambiar parámetros de configuración con la aplicación SirfDemo. (figura 34 y figura 35).



Primeras pasadas con GPS LEADTECH



Trabajo total con GPS LEADTECH



Primeras pasadas con GPS MIDTECH

## Receptor MIDTECH

Este dispositivo da unos buenos resultados, apenas tiene error y las posiciones que se obtienen de él son muy homogéneas. No hay cambios bruscos de dirección y la precisión es muy alta. La única desventaja de este dispositivo, aparte del elevado precio, es que tiene muy baja sensibilidad y con obstáculos pierde la señal de satélite. Además, produce datos de posición no válidos. (figura 36 y figura 37).

## Conclusiones

Se ha presentado un sistema de asistencia al guiado que, además de adaptarse a parcelas de geometría irregular, presenta una interfaz con el usuario muy amigable, y permite diferentes opciones de guiado.

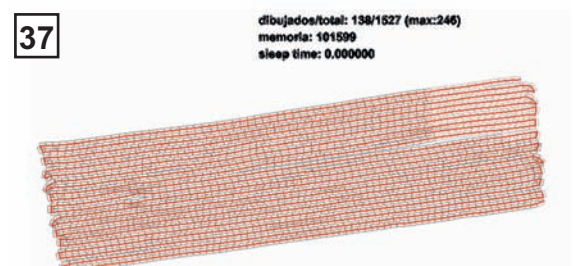
En este dispositivo influye en gran medida el receptor GPS a utilizar. De los receptores analizados, es fácil ver que el mejor para el trabajo es el MidTech ya que su precisión es mucho mejor que la del resto. Sin embargo la desventaja de su alto precio hace que sea inviable económicamente el uso para esta aplicación. Los GPS NEMERIX y Kirrio quedan descartados ya que su precio es similar al del LeadTech dando este último mejores resultados. Es necesario, no obstante, ajustar ciertos parámetros de configuración en el receptor LeadTech con chipset Sirf Star III. Una vez hecho esto, la precisión obtenida es suficiente para distribución de fertilizantes y aplicación de herbicidas.

Hoy en día, dado el precio de los fertilizantes y herbicidas, se puede pensar que la utilización de uno de estos sistemas no implica un costo, sino a la larga un ahorro en la explotación. Se prevé que dentro de unos años los tractores dispongan de sistemas de guiado autónomo de serie.

Hasta que llegue ese momento, cualquiera de estos dos dispositivos es una buena y económica solución.

## Para ampliar información:

Pueden dirigirse a los autores en el correo electrónico [jgomez@tel.uva.es](mailto:jgomez@tel.uva.es) o al móvil 617507469 para contactar con Jaime Gómez y en [javi@agrigps.com](mailto:javi@agrigps.com) o en el número 690083407 si quieren dirigirse a Javier Santana.



Trabajo total con GPS MIDTECH