

El Piloto Automático en la Agricultura

D. Villarroel¹; F. Scaramuzza¹; A. Méndez¹; J. Vélez¹

⁽¹⁾ Red Agricultura de Precisión - INTA EEA Manfredi

Introducción

Con una agricultura cada vez más competitiva, la necesidad de hacer más eficiente el manejo de la actividad hace que hoy en día el productor agropecuario argentino incorpore a su paquete tecnológico diferentes herramientas de Agricultura de Precisión. Frente a este escenario, son muchas las explotaciones que iniciaron un manejo variable de insumos según la necesidad y potencial de cada ambiente.

Por su parte, además de las herramientas para realizar dosificación variable, también existen tecnologías que ayudan a que las actividades de siembra, cosecha y pulverización, entre otras, sean más eficientes. Desde el año 1997 los productores argentinos iniciaron un proceso de adopción de banderilleros satelitales y, más tarde, los pilotos automáticos en diferentes implementos agrícolas (Actualización Técnica N° 79).

La utilización del piloto automático en estos últimos años evolucionó en función del crecimiento tecnológico de la maquinaria, sus electrocomponentes, en las dimensiones de los mismos, en la electrónica, como así también en la precisión de la señal satelital.

El crecimiento ha sido exponencial, hasta el año 1996 se utilizaban los marcadores en la siembra, desde el año 1997 se incorporó al banderillero satelital como guía, principalmente en pulverización. A partir del año 2000 la incorporación de pilotos automáticos a diferentes implementos comenzó a demostrar el potencial de esta tecnología.

En esta línea, desde el año 2003 fue evolucionando la precisión tanto en la guía del tractor como la del implemento al mismo tiempo. Debido a estos avances, actualmente se han incorporado otras tecnologías que hacen más eficientes algunos procesos como por ejemplo el corte de la siembra cuerpo a cuerpo, la guía del implemento en la misma línea del piloto automático del tractor, el control automático del tractor y la tolva por parte del operario en la cosechadora, etc.

La tecnología de guía satelital también experimentó un proceso evolutivo hacia el automatismo y la robótica. La precisión centimétrica que se utiliza actualmente para realizar una agricultura competitiva y altamente eficiente requiere indispensablemente la incorporación de la guía automática.

Pero también es una realidad que la adopción de esta herramienta se encuentra limitada por falta de información y capacitación. Suelen generarse conceptos erróneos o equivocados y esto hace que la adquisición de la tecnología se vea retrasada, rechazada o muchas veces se adquiera algo sin conocer claramente qué se compra.

El principal objetivo de la incorporación de un piloto automático es hacer más eficientes las labores a campo, logrando entre otras cosas mayor precisión, mayor control y menor cansancio del operario en jornadas de trabajo extendidas.

Diferentes sistemas de guía automática

Piloto automático mecánico:

Son los pilotos que tienen mayor margen de error, por lo general son sistemas acoplados a la columna de dirección del volante del vehículo. Se utilizan en labores donde un error de 2.5" o 6.5 cm es admisible. Un piloto automático mecánico con el acople y desacople al volante debe estar en no más de 10 cm de error, en cambio el piloto automático mecánico anexo a la columna de dirección puede rondar en 5 cm. De todos modos esa precisión va a estar determinada por el estado en que se encuentre el tractor, pulverizadora o cosechadora a la cual se lo monte.

Piloto automático hidráulico:

Son los pilotos que proporcionan mayor precisión. Trabajan con el sistema hidráulico de dirección del vehículo. Tienen una respuesta más instantánea que los sistemas mecánicos, a pesar de que éstos han mejorado notablemente su reacción. Se utilizan en labores que requieren el menor error. Por lo general se trabaja con las correcciones más precisas como XP, RTK y RTX.

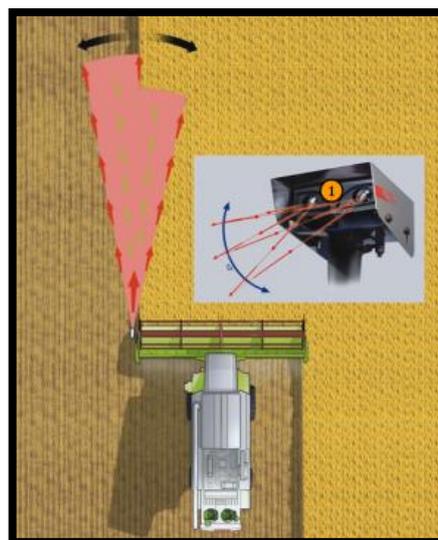
Guidance Claas

www.claasofamerica.com

Este sistema, desarrollado por Claas, trabaja a través de sensores óptico-electrónicos que definen mediante impulsos de luz el borde entre el terreno por cosechar y el terreno ya cosechado. Este sistema trabaja tanto para el lado derecho e izquierdo del mecanismo de corte. Posee una precisión de $\pm 5/10$ cm.

Las señales del GPS son utilizadas para dirigir la cosechadora automáticamente por el borde de existencia de cultivo, trabajando a plataforma llena. No se ven dañados ni pierden precisión por causa de la oscuridad o el polvo, tampoco por la presencia de malezas.

Claas también utiliza el piloto mecánico para los cabezales maiceros, mediante palpadores ubicados entre cada puntera que guían la máquina automáticamente por las hileras.



John Deere AutoTrac Row Sense

www.deere.com

El sistema AutoTrac Row Sense combina el sistema AutoTrac (Piloto automático John Deere) y los sensores de hileras mecánicos. Este sistema elimina las limitaciones que normalmente tiene una plataforma convencional al cosechar maíz. Permite cosechar en cualquier condición: cultivos caídos, campos con curvas y de forma irregular. Además facilita la conducción de maquinaria con gran ancho de labor.

Al trabajar en modo AutoTrac Row Sense, ambos sistemas, los sensores de hileras y AutoTrac, actúan conjuntamente. Cuando los sensores no proporcionan una señal

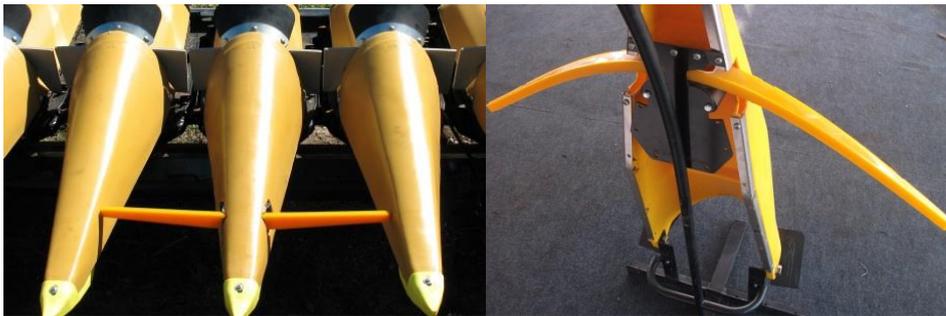
fiable, el sistema AutoTrac toma el control de guiado. El sistema cambia de inmediato a modo sensor cuando las señales de las hileras son nítidas.



Fuente: www.deere.com

Tactile Row Guidance. PSR TAC (Reichhardt).

www.reichhardt.com



Fuente: www.reichhardt.com – INTA Manfredi

Row Guidance

www.trimble.com

Es un sistema similar a los anteriores, a través de sensores ubicados en la plataforma de la cosechadora detecta la presencia de cultivo en la línea de cosecha y le permite guiar a la máquina por la línea de siembra. También utiliza tecnología de compensación de terreno para trabajar en lotes con ondulaciones, cuestas e inclinaciones en el horizonte. Es un sistema que trabaja en combinación con el piloto automático de la cosechadora.

Estos sistemas principalmente reducen la fatiga del operario que trabaja en condiciones exigidas como la trilla de un maíz volcado, siembras en curvas, pasadas largas o condiciones de poca visibilidad. Además permite realizar la cosecha en lotes donde la siembra fue realizada con otro piloto automático o sin ningún sistema de guía.

John Deere Machine Sync.

www.deere.com

Este sistema consiste en la comunicación de la cosechadora a través de radio frecuencia, el cual crea una red inalámbrica en el campo de alta velocidad para facilitar la comunicación de máquina a máquina. Una sola red puede incluir un máximo de 10 vehículos, incluyendo cualquier combinación de las cosechadoras y los tractores con tolvas.

Desde la cabina de la cosechadora se divisa la combinación posible de tractor y cosechadora disponible en su red. El operador puede enviar una "señal de listo para descarga" y el software proporciona la ubicación de la cosechadora y el estado de llenado de su tolva, que puede determinar la rapidez con que la máquina tendrá que descargar. Esto indica la prioridad de combinación para ir a una u otra cosechadora, cuando varias estén enviando la señal a la vez y que sepa determinar si llama a tolvas adicionales de ser necesario. El sistema brinda muchas ventajas, como reducir el tiempo de espera, el consumo de combustible, e incluso reduce la compactación del suelo, entre otras cosas.

Una vez que el tractor y la tolva están junto a su cosechadora, ésta toma control de la velocidad y la ubicación del tractor para que el mismo siga sus movimientos mientras el cereal se descarga. Esto permite reducir el derrame de granos y el estrés del operador.



Fuente: www.deere.com

Kinze Autonomus Tractor.

www.kinze.com

El sistema de cosecha autónoma Kinze se compone de cosechadora, tractor y tolva auto descargable equipada con sensores, computadora y GPS. El sistema está controlado por el maquinista de la cosechadora, el cual elimina la necesidad de un operario en la cabina del tractor para transportar la tolva. El objetivo de este sistema es generar la misma eficiencia, productividad y seguridad desde el comienzo de la jornada de trabajo hasta el final.

El sistema trabaja tomando el control del motor, la transmisión, la dirección y los frenos del tractor. Los componentes en el tractor son: receptor GPS, sensores de medición inercial para pendientes, encoders de rueda, LIDAR (Light Detection and Ranging) sensores, sensores de radar para la detección de largo alcance y una cámara para ver lo que visualiza el sistema.

Los componentes de la cosechadora son: un botón de parada de emergencia, receptor GPS, módulo de comunicación entre las máquinas que trabajan en red, y una tableta, que es la interfaz de usuario.

El sistema trabaja en cuatro modos: seguimiento, descarga, parque e inactivo.

En el seguimiento, el tractor y la tolva siguen la dirección que lleva la cosechadora a través del campo. El sistema lee donde el combinado ha operado y designa esas áreas como seguras para trasladarse. Si los obstáculos son conocidos en el campo, el operario puede indicarlos en el mapa, o si se encuentran obstáculos durante la cosecha, por ejemplo, un pozo en el lote o áreas a evitar.

Cuando la cosechadora está lista para ser descargada, el tractor y la tolva acompañan a la cosechadora a su lado y diferentes sensores controlan la velocidad y dirección del tractor y la tolva.

Para estacionar el tractor y la tolva, el maquinista le da una orden al sistema para que la maquinaria vuelva al área designada en el borde del campo. En reposo, el sistema se detiene siempre que haya nuevas instrucciones.

Desde el año 2009 la firma Kinze viene trabajando en este proyecto, realizando ajustes y mejoras en estos años. Actualmente, en Abril de 2014, el sistema aún no se encuentra disponible comercialmente pero se ha avanzado mucho, incluso desarrollando kits para montar en diferentes marcas.



Fuente: www.kinze.com

True Guide implement guidance system

www.trimble.com

En la actualidad, el uso del piloto automático implica la guía de la maquinaria (tractor, pulverizadora, cosechadora), pero en el caso del tractor, el implemento que es remolcado tiene que seguir la dirección que éste le marca. Bajo este concepto muchas veces el implemento se encuentra trabajando en desniveles y el mismo sufre un leve

desplazamiento hacia la parte con más depresión, lo cual no es compensado por el piloto automático.

Para contrarrestar esta problemática se han desarrollado diferentes tecnologías que incorporan la guía automática al implemento, tal es el caso de True Guide implement guidance system. Este sistema guía al implemento independientemente de la dirección del tractor. Permite trabajar en líneas sucesivas a una misma distancia sin la necesidad de que el implemento se acople al piloto automático del tractor. No es un sistema para trabajar en cultivos que necesiten un manejo entre hileras, donde se requiere un control con múltiples pasadas.



Fuente: www.trimble.com

True Tracker implement steering system.

www.trimble.com

Este sistema corrige la posición del implemento sin la intervención del tractor. El implemento se acopla a la guía que va trazando el piloto automático de tractor. A su vez dispone de una tecnología que permite realizar una compensación de terreno en lotes donde se trabaja con cierta inclinación o en lotes donde se siembra en curvas de nivel. Es muy utilizado en cultivos que se trabajan en hileras y donde es necesario un manejo periódico del entre surco con múltiples aplicaciones, como por ejemplo la Caña de Azúcar.



Fuente: www.trimble.com INTA Manfredi.

Utilidad del piloto automático en las principales actividades agrícolas

La principal ventaja del uso del piloto automático en la agricultura es mantener la eficiencia, productividad y seguridad al mismo nivel a lo largo de toda la jornada laboral. Claramente reduce la fatiga del operario, permitiendo que este focalice su atención en otros puntos importantes de la labor que esté realizando. Se logran cultivos más prolijos, los cuales permiten un mejor tratamiento a lo largo de sus ciclos, logrando aplicaciones fitosanitarias y cosechas de mayor eficiencia.

Esto hace que en el momento de adquirir un piloto automático se tengan en cuenta varios puntos pero principalmente el nivel de precisión que se busca en función de la labor que se quiera realizar.

Siembra

En esta labor, la utilización de pilotos automáticos aumenta directamente la eficiencia del trabajo, le brinda al operario la posibilidad de tener mayor control en otros aspectos puntuales, como la observación en pantalla del correcto funcionamiento de la sembradora y el tractor. Le permite extender jornadas laborales hasta altas horas de la noche, donde la observación de la línea que deja el marcador sería imposible o también en situaciones donde la cobertura del cultivo hace imposible divisar la línea del entresurco.

Es habitual observar en una siembra sin piloto automático que al comienzo de la jornada laboral la precisión del trabajo es aceptable, pero hacia la tarde se observan claramente distracciones y fallas, causadas por la misma fatiga del operario. Con el piloto automático la precisión del trabajo se mantiene constante a lo largo de la jornada.

En la siembra, la incorporación del piloto automático posibilitó también incorporar diferentes tecnologías como por ejemplo el corte por sección de siembra o por cuerpo sembrador.

Es marcado el impacto en la producción que se observa en ciertos cultivos con la incorporación de este sistema, tal es el caso de la Caña de Azúcar, la Papa y el Maní, entre los más destacados.

Pulverización

Si bien en esta labor no es necesario incorporar el piloto automático, ya que con el uso del banderillero satelital se logran buenas labores, la inclusión de esta tecnología aumenta la eficiencia, ya que el operario reduce su nivel de estrés en la conducción observando continuamente la barra de luces. El uso del piloto automático define claramente una aplicación eficiente, ya que no se observan zonas con sobre y sub-aplicación de productos. Al mismo tiempo que la incorporación de cortes automáticos por sección de botalón o pico a pico lo hace más preciso.

Cosecha

La utilización de pilotos automáticos en la cosecha aumenta directamente la eficiencia de la misma, ya que permite realizar la labor utilizando siempre la plataforma al 100%.

Por otro lado beneficia directamente al operario, ya que le permite trabajar más relajado, pudiendo prestar atención a otros puntos, como parámetros de control del sistema de trilla y de la mecánica misma de la cosechadora.

Con la utilización del piloto automático la cosecha se extiende hasta altas horas de la noche sin afectar la precisión de cada pasada. Además, de noche, la guía virtual del monitor orienta al operario en dónde debe entrar en la pasada siguiente cuando la máquina gira en cabecera y queda envuelta en la nube de polvo generada por la trilla.

Además, se observa un mejor trabajo en condiciones exigidas como la trilla de un maíz volcado, siembras en curvas, pasadas largas y principalmente la conducción de plataformas de gran ancho de labor.

Referencias

Agricultura de Precisión y Máquinas Precisas. 2014. Actualización Técnica N° 79.

Bragachini, M; Méndez, M. 2010. Novedades de Agricultura de Precisión. EEUU 2009 Viaje INTA/Coovaeco. En: 9º Curso de Agricultura de Precisión y 4ª Expo de Máquinas Precisas. Ediciones INTA. E.E.A. Manfredi, Córdoba, Argentina. pp 38-44.

John Deere AutoTrac Row Sense. En: http://www.deere.com/wps/dcom/en_US/products/equipment/ag_management_solutions/guidance/autotrac_rowsense_sf2/autotrac_rowsense_sf2.page Consultado: 28-5-2014

John Deere Machine Sync. En: http://www.deere.com/wps/dcom/en_US/products/equipment/ag_management_solutions/guidance/machine_sync/machine_sync.page Consultado: 28-5-2014

Precision Farming. Guidance Claas. Laser Pilot. En: <http://www.claasofamerica.com/product/precision-farming/guidance/Laser-pilot> Consultado: 23-5-2014

Precision Farming. Guidance Claas. Auto Pilot. En: <http://www.claasofamerica.com/product/precision-farming/guidance/auto-pilot>

Consultado: 23-5-2014

RG – 100 row guidance. En: <http://www.trimble.com/agriculture/rg-100.aspx> Consultado: 24-6-2014

Robots Coming to a Field near you – Kinze Autonomous Tractor. En: <http://www.kinze.com/article.aspx?id=236&Robots+coming+to+a+field+near+you+-+Kinze+autonomous+tractor> Consultado: 30-6-2014

Tactile Row Guidance. En: http://www.reichhardt.com/us_products_autosteer-system_auto guidance-tac.html Consultado: 21-6-2014

True Guide implement guidance system. En: <http://www.trimble.com/Agriculture/trueguide.aspx> Consultado: 24-6-2014

True Tracker implement steering system. En: <http://www.trimble.com/Agriculture/truetracker.aspx> Consultado: 24-6-2014