

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 423 106**

21 Número de solicitud: 201101306

51 Int. Cl.:

A01B 69/00 (2006.01)

G05D 3/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

24.11.2011

43 Fecha de publicación de la solicitud:

17.09.2013

Fecha de la concesión:

16.04.2014

45 Fecha de publicación de la concesión:

25.04.2014

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2012/000289

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE SEVILLA (100.0%)
OTRI-PABELLÓN DE BRASIL, PASEO DE LAS
DELICIAS SN
41012 SEVILLA (Sevilla) ES**

72 Inventor/es:

**PEREZ RUIZ, Manuel y
CARBALLIDO DEL REY, Jacob**

54 Título: **DISPOSITIVO DE DESPLAZAMIENTO LATERAL AUTOMÁTICO CONTROLADO POR GPS PARA EL CONTROL DE MALA HIERBA EN CULTIVOS EN LÍNEA**

57 Resumen:

El objeto de la presente invención plantea una estrategia sostenible en el control de la mala hierba mediante un desplazador lateral automático controlado por GPS-RTK con precisiones centimétricas. Esta precisión permite eliminar la mala hierba de forma mecánica en las proximidades del cultivo y de esta forma reducir la aplicación química en los cultivos en líneas (algodón, remolacha, tomate, etc.). La invención se encuadra en la agricultura de precisión e ingeniería de los recursos naturales.

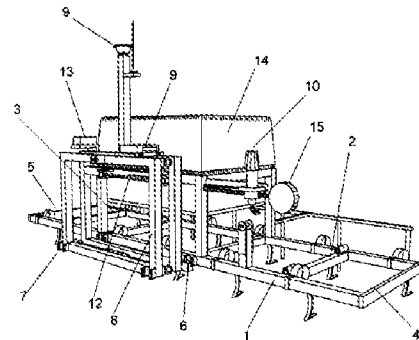


FIG. 1

ES 2 423 106 B1

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de desplazamiento lateral automático controlado por GPS para el control de mala hierba en cultivos en línea.

5 **Objeto de la invención**

El objeto de la presente invención se plantea como una solución al problema técnico de reducir sensiblemente la aplicación química en el control de la mala hierba en cultivos de línea. La solución a dicho problema técnico se obtiene mediante un dispositivo que permite combinar, en el control de mala hierba, la escarda mecánica (entre línea de cultivo) y química (en línea de cultivo) usando la información recibida por un sistema de posicionamiento, preferentemente un equipo RTK-GPS, instalado en el mismo apero. El dispositivo se desplazara lateralmente a través de un cilindro hidráulico en tiempo real, permitiendo la aproximación de los elementos de escarda mecánica a 5 cm de la línea de cultivo o semilla. Para arrastrar el dispositivo durante la aplicación se puede emplear un tractor o cualquier otro vehículo autopropulsado adecuado a suelos no preparados para el tránsito. La utilización del presente dispositivo permite un ahorro de hasta un 50% en comparación con las aplicaciones de herbicidas que se hacen actualmente, suponiendo pues una solución efectiva al problema técnico referido.

20

Estado de la técnica

En la última década, se han logrado importantes avances en ordenadores instrumentación y sensores que han permitido el inicio de la automatización e incorporación de las nuevas tecnologías en muchas operaciones agrícolas (Bak y Jacobsen, 2004; Griepentrog et al., 2004; Kise et al., 2005). El uso de estas nuevas tecnologías viene motivada fundamentalmente por dos factores: consumidores y gobiernos demanda una reducción en la aplicación de agroquímicos y conseguir la competitividad en muchos cultivos reduciendo los costes de producción.

30

El control de la mala hierba en la producción agrícola en España se basa en el uso de desinfectantes de suelo, pases de cultivador entre líneas del cultivo hasta que el desarrollo vegetativo lo permite, y tratamientos herbicidas (al menos tres, frecuentemente uno a la semana). Un adecuado manejo localizado de estas operaciones permitirá a los productores una reducción del uso de herbicidas y una optimización en el uso de operaciones mecánicas, consiguiendo de esta forma la

35

sostenibilidad y la reducción de la presencia de residuos en la alimentación humana.

5 Actualmente, el sector agrícola español usa herbicidas selectivos y no selectivos y, aunque para muchos cultivos existen herbicidas selectivos, en la sociedad sigue existiendo una gran preocupación por la aplicación de productos químicos sintéticos. Gerhards y Christensen (2006) indican que las prácticas de escarda mecanizada se han reducido en las últimas décadas, sin embargo, el uso de herbicida no ha eliminado los problemas de mala hierba en la agricultura. Usando 10 algunas áreas de las disciplinas de la automatización y robotización, se puede conseguir una mayor reducción de insumos e incluso en algunos casos se pueden llegar a eliminar por completo los tratamientos herbicidas (Pérez y Agüera, 2009).

15 La escarda mecanizada en general, elimina de forma óptima la mala hierba que crece entre líneas de cultivo, pero no elimina la que crece dentro de la línea de cultivo durante el período cuando la competencia por nutrientes, agua y radiación solar es crítica entre mala hierba y cultivo (Slaughter et al., 2008). Este hecho lleva a la necesidad de tener que eliminar la mala hierba de la línea del cultivo con escarda manual (Tillet, et al., 2008), aplicación en bandas de herbicidas en la línea 20 de cultivo (Kaya y Buzluk, 2006) o, en el peor de los casos, aplicaciones de herbicidas uniformes en todo el cultivo (forma habitual de operar de los productores en España).

25 La reducción del uso de productos fitosanitarios y fertilizantes es una preocupación de las diferentes administraciones. Actualmente los reglamentos y directivas (Directiva 91/141/CEE) sobre comercialización y uso de los productos fitosanitarios están en continua revisión por parte de la Unión Europea y sus objetivos son principalmente: aumentar la seguridad en salud humana y medio ambiente y armonizar la autorización y comercialización de productos 30 fitosanitarios. Así, la Comunicación de la Comisión Europea "Hacia una estrategia temática para el uso sostenible de plaguicidas", sienta las bases para conseguir una utilización más sostenible de los plaguicidas, garantizando, al mismo tiempo, la protección necesaria de las cosechas. Por otro lado, la Directiva 91/676/CEE del Consejo Europeo, tiene por objeto proteger las aguas comunitarias contra nitratos 35 de origen agrario, que son la principal causa de la contaminación desde fuentes

difusas. En esta Directiva se insta a los Gobiernos de los diferentes Estados miembros a limitar la aplicación de abonos nitrogenados.

5 En este sentido, las actuales técnicas de agricultura de precisión permiten el uso de un conjunto de herramientas con el doble objetivo de conseguir, por un lado, un conocimiento más preciso de las condiciones en las que se desarrolla el cultivo, permitiendo así la toma de decisiones con un mejor criterio, y por otro lado, la ejecución de dichas decisiones. La consecución de estos dos objetivos tiene como consecuencias directas un manejo sostenible del sistema, más respetuoso con el medio ambiente, y una mejor economía, a través de la optimización de las diferentes labores (Berry et al., 2003; Kitchen et al., 2005).

15 Actualmente existe en el mercado una gran variedad de dispositivos que permiten poner en práctica técnicas y procedimientos de agricultura de precisión, sin embargo su difusión entre nuestros agricultores y empresas de servicios aún no está al nivel de otros países europeos como Alemania, Francia, Reino Unido o Dinamarca. Por otra parte, la adopción de estas técnicas requiere de ensayos previos y adaptaciones a nuestras formas de trabajo, maquinaria y cultivos que hace aún más difícil su adopción, teniendo en cuenta además su todavía elevado coste.

25 Lee et al. (1999) diseñaron un equipo de control de mala hierba basado en la aplicación selectiva a través de sistemas de visión muy precisos. Con el sistema de visión se consigue hacer la diferenciación de zona con mala hierba y zona de cultivo, eliminando sólo las malas hierbas. El equipo consigue tomar una imagen cada 0,34 segundos, que posteriormente procesaba representando una región de línea de cultivo de 11,43 cm x 10,16 cm, permitiendo así alcanzar una velocidad de trabajo de 1,20 km/h. Los algoritmos de procesamiento de las imágenes fueron correctamente identificados en tiempo real en términos de un 73,1 % en tomates y un 68,8 % de mala hierba respectivamente.

35 Norremark *et al* (2003) desarrollaron un equipo para la generación de un mapa de localización de cultivos, derivados de datos geo-referenciados registrados durante la operación de siembra. Para ello se eligió el cultivo de la remolacha azucarera, utilizando una máquina sembradora de precisión, adaptada con sensores ópticos

para detectar la dispersión de las semillas en el surco. Además, utilizaron un sistema (RTK-GPS) y un sensor de inclinación del eje de doble indicación: posición global y magnitud de los ángulos de la sembradora. Para todo esto trabajaron con un sistema de adquisición de datos que se configuró para la grabación y almacenamiento de posiciones globales de siembra y la posición real de estas semillas al sembrarse. La validación mostró que el 95% de la remolacha azucarera en plantas sembradas figuraba en las posiciones del mapa geo-espacial elaborado. En general, la precisión global de la estimación en cuanto a georeferenciación de las plantas fue satisfactoria.

10

Sun *et al* (2010) estudiaron la viabilidad del uso de la RTK-GPS para la generación de mapas de posición de plantas de tomates, en el momento del transplante. Para ello se utilizó una máquina plantadora con un receptor RTK-GPS, y un controlador, a tiempo real, a bordo de la máquina. Los errores obtenidos en la generación del mapa de cultivo fueron 0,8 a 2.1cm en la dirección Norte y 1,6 a 3,8 cm en la dirección Este. Los resultados sugieren la viabilidad positiva de la creación de un mapa de localización de plantas mediante un equipo de plantación RTK-GPS. Este mapa puede ser usado como mapa de prescripción para el control de mala hierba.

20

En la actualidad son varias las patentes que presentan metodologías y/o procedimientos basados en el uso de los sistemas de posicionamiento en tiempo real aplicado al sector agrícola (US 2003187560 y WO 9837977) y teledetección (P200503103). También existen algunas patentes de equipos para la eliminación de mala hierba de forma optimizada, pero que en ningún caso consiguen la precisión y reducción del coste de la presente invención, que a título de ejemplo podemos mencionar las patentes U200602565, P0509571 y E99119492.

25

En esta relación de dispositivos que hemos encontrado en la bibliografía se pueden señalar los siguientes inconvenientes:

30

1º.- Los que llevan dispositivos de visión para la aplicación necesitan de un mayor tiempo para el procesado de imágenes, por lo que la velocidad de trabajo alcanzada no es muy alta. Además el éxito de dispositivos de visión para reconocer mala hierba está afectado por factores ambientales incontrolados (luz natural, viento, etc.), la adquisición de la imagen (en movimiento o estacionaria) y el nivel de validación estadística.

35

2.º- La obtención de un mapa de localización de cada una de las plantas o semilla de cultivo para ser utilizado en el control de mala hierba, presenta el inconveniente de generar el mapa en una operación anterior a la aplicación de eliminación de mala hierba (no en tiempo real). Aunque, esta forma de trabajar supone un manejo
5 localizado muy preciso y permite a los productores la eliminación por completo de herbicidas, no es una opción competitiva actualmente en agricultura.

Con base en los planteamientos anteriores, consideramos que es necesario desarrollar un equipo combinado de desplazamiento lateral para el control de mala hierba en cultivos en línea con un coste asumible que permita dar respuesta a los
10 puntos señalados anteriormente, reduciendo el coste y consiguiendo la competitividad exigida en esta operación agrícola.

Descripción de las figuras

Para completar y complementar la descripción de la presente invención y para
15 hacer más comprensible las características de ésta, se acompaña una serie de figuras que con carácter ilustrativo y no limitativo se representa lo siguiente:

- La figura 1, es una vista frontal en perspectiva, del desplazador lateral en primer plano y resto del equipo, con los marcos de extensión abiertos, con los elementos de presión y los módulos de aplicación necesarios para realizar un trabajo en
20 campo de 6 líneas de cultivo.

- La figura 2, es una vista posterior en perspectiva, muestra en detalle las cuchillas biseladas para el tratamiento mecánico de precisión junto con el equipo de aplicación de producto químico en bandas.

25

Descripción de la invención

El sistema eléctrico del equipo de desplazamiento lateral conecta los dispositivos electrónicos del sistema de posicionamiento (equipo GPS y caja inercial) a un automatismo y a una placa de circuito impreso utilizados para producir el
30 movimiento del sistema hidráulico de correcciones laterales. El sistema de corrección lateral queda controlado por el receptor GPS y la caja inercial de giróscopos. De la caja inercial sale una manguera de cables de los cuales cuatro tienen la función de accionar dos electroválvulas encargadas de dirigir en un sentido u otro el cilindro hidráulico de doble efecto encargado de desplazar el

equipo. Estos cuatro cables no van directamente a las electroválvulas, sino que están unido a unos relés independientes de 12 V (relés de dos circuitos conmutados) que se encargan de accionar las electroválvulas. Estos relés permiten introducir un mando externo para controlar el desplazamiento lateral del equipo de forma manual.

El desplazamiento automático del cilindro hidráulico en posición horizontal esta limitado por dos finales de carrera de varilla a la misma altura.

El cilindro hidráulico de doble efecto se montó en un bastidor o estructura soporte del conjunto formado por al menos un tubo de sección rectangular con la longitud y consistencia necesaria para el apoyo del número de elementos de escarda mecánica y química que se precisen. Este bastidor posee en su parte central los elementos de enganche para su acoplamiento al vehículo que lo deba arrastrar, asegurando además su perfecta horizontalidad durante la operación.

Sobre dicho bastidor se fijan los distintos brazos metálicos con su respectiva reja en el extremo en dos planos diferentes de trabajo. La longitud de los brazos deben ser idénticas para que se realice la labor en el suelo a una misma profundidad y la separación entre ellos la misma para que el trabajo entre líneas de cultivo o semillas sea preciso. También sobre el bastidor se monta un equipo regulable en altura para la distribución de productos agroquímicos en bandas.

El grosor y la anchura de las rejas, para la escarda mecánica, serán los menores posibles para asegurar la resistencia mecánica del elemento, pero serán dependientes de la separación entre líneas del cultivo o semillas. Las rejas pueden adoptar distintas formas geométricas pero en cualquiera de los casos dispondrán de un borde de ataque biselado para facilitar el corte del terreno. Las rejas fijadas al brazo porta-herramientas cortará al suelo, eliminando la mala hierba presente entre línea de cultivo, a un primer nivel de profundidad por lo que todo su borde de ataque situado bajo el nivel del suelo será de corte.

Modo de realización de la invención

En las figuras 1 y 2 puede apreciarse una posible forma de realización del dispositivo de control localizador de mala hierba, equipado en este caso con 12 cuchillas biseladas (aplicación mecánica) y 6 módulos de pulverización (aplicación química). Consta de un bastidor (1) formado por dos barras paralelas horizontales unidas en sus extremos derecho e izquierdo a sendas barras de sujeción (2) y (3).

El bastidor en sus barras de sujeción (2) y (3), unidos por bisagras, tiene un paralelepípedo a derecha (4) e izquierda (5) plegable que permite conseguir un mayor ancho de trabajo y una mayor seguridad en la configuración de transporte. Unido al bastidor, en la parte posterior, lleva una placa de anclaje que permite la
5 unión del bastidor al desplazador (6) y este a su vez dispone de otra placa de anclaje que une el desplazador al vehículo que se utilizará para arrastrarlo (posición de trabajo) o suspenderlo (posición de transporte) el cual a su vez deberá llevar los elementos de adaptación necesarios (7). Las cuchillas biseladas montadas sobre brazos en espiral están unidas al bastidor mediante una placa
10 angular (90°) que permite la regulación en los niveles de profundidad necesarios para cada tipo de suelo.

La unidad desplazador está formado por un cilindro hidráulico de doble efecto montado sobre una estructura soporte formada por un tubo de sección rectangular con una longitud de 60 cm (8) y la consistencia necesaria. Sobre el desplazador se
15 sitúa la caja de navegación (9) (caja de giróscopos) del equipo de guiado y en su parte más alta, para evitar el error multipath del GPS, es colocada la antena de recepción de la señal GPS (10). También en el desplazador se sitúa los actuadores (electroválvulas) que permiten el movimiento del cilindro hidráulico a izquierda y derecha (12).

20 Sobre las dos barras horizontales del bastidor se sitúa un depósito (14), en este caso de 500 litros, con los elementos de regulación y distribución necesarios para conseguir una presión y distribución selectiva del producto agroquímico (15). Las 12 cuchillas biseladas (16) unidas al bastidor se encuentra separadas entre sí 35 cm quedando centradas 2 en cada entre línea de cultivo. Los 6 módulos de
25 pulverización se encuentran separados 50 cm (17) y cada uno de ellos consta de una boquilla de pulverización de 80° de ángulo de apertura proporcionando en la aplicación 0,8 l/min en cada línea de cultivo.

Reivindicaciones

1.- Dispositivo de desplazamiento lateral acoplable a vehículos autopropulsados, con capacidad de control de mala hierba en cultivos en líneas,
5 caracterizado porque comprende

a) elementos de escarda mecánica y química;

b) un sistema de posicionamiento ajustable de dichos elementos de escarda mecánica y química, estando dicho posicionamiento controlado por GPS.

c) un sistema combinado de eliminación de mala hierba que comprende los
10 elementos de escarda mecánica y química, configurado para realizar separadamente un tratamiento mecánico entre líneas de cultivo y un tratamiento químico en las líneas de cultivo, a través del ajuste del sistema de posicionamiento de dichos elementos de escarda mecánica y química.

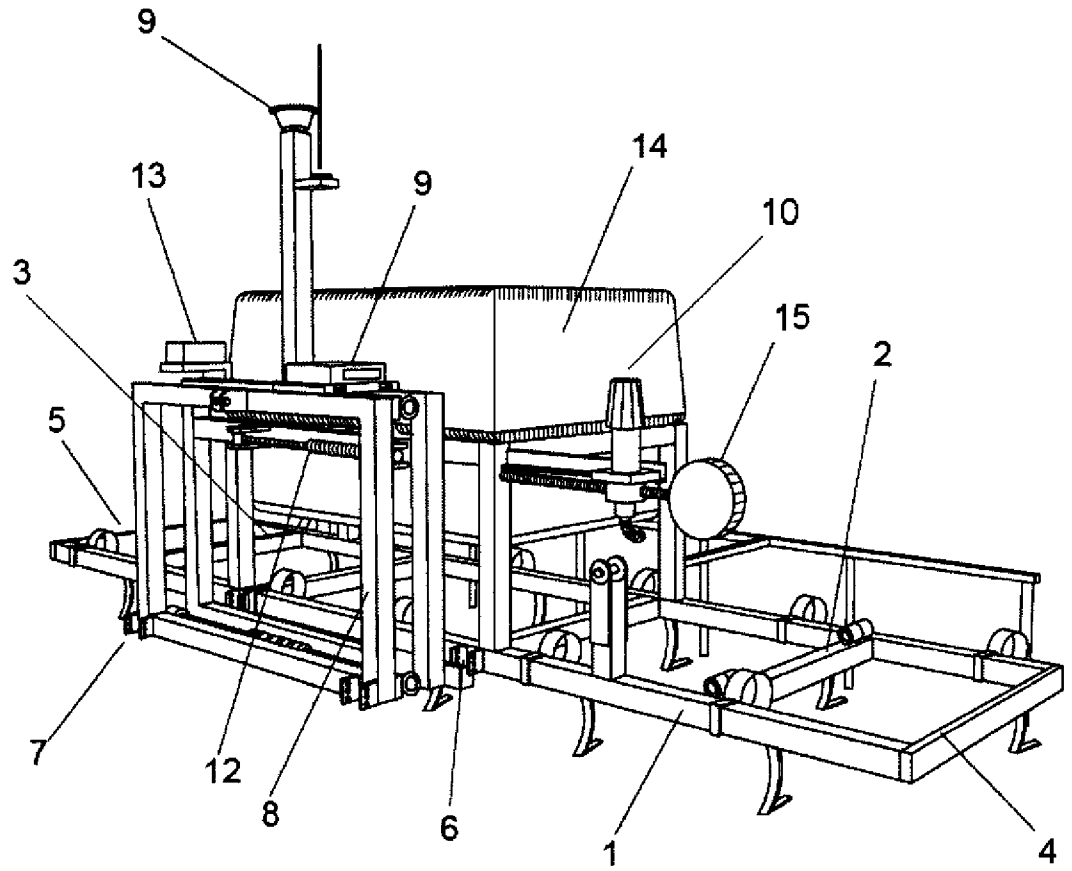


FIG. 1

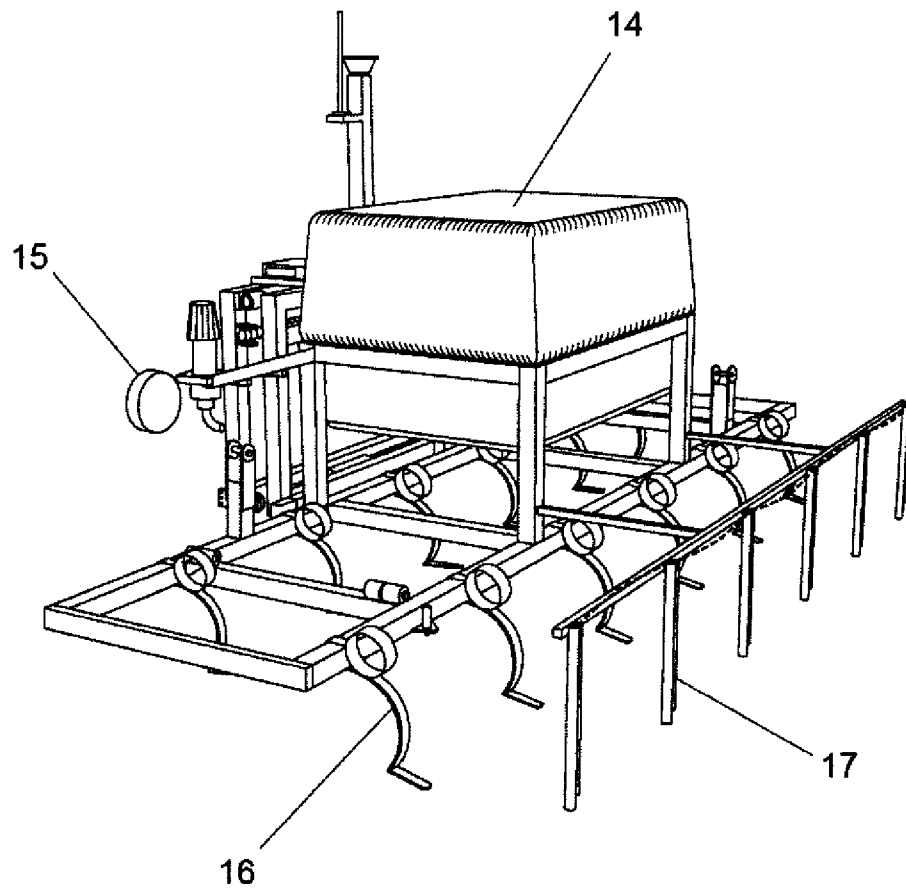


FIG. 2