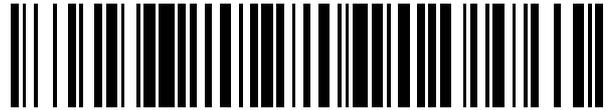


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 181**

51 Int. Cl.:

**A01C 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.01.2008 PCT/US2008/050445**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.07.2008 WO08086318**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.01.2008 E 08705750 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2104413**

54 Título: **Sistema y método de monitorización de plantadora**

30 Prioridad:

**08.01.2007 US 883965 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**27.07.2017**

73 Titular/es:

**THE CLIMATE CORPORATION (100.0%)  
201 3rd Street, Suite 1100  
San Francisco, CA 94103, US**

72 Inventor/es:

**SAUDER, GREGG, A. y  
KOCH, JUSTIN, L.**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 627 181 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema y método de monitorización de plantadora

5 **Antecedentes**

10 Cada año en los Estados Unidos, más de 70 millones de acres (1 acre = 0,4047 hectáreas) de maíz son plantados por aproximadamente 40.000 productores, dando como resultado más de 12.000 millones de bushels (1 bushel = 35,24 l) de maíz cosechados cada año, lo que, a su vez, se traduce en unos ingresos anuales en exceso de 20.000 millones de dólares. Muchos productores reconocen que uno de los factores más influyentes y controlables que afectan a la productividad de cada acre que se planta es la calidad de la colocación de semillas. Si se puede proporcionar a un productor más información antes acerca de la calidad de la colocación de semillas durante la plantación, el productor será capaz de realizar antes correcciones o ajustes en la plantadora o su funcionamiento que podrían aumentar la producción en de tres a nueve bushels por acre, lo que, a los precios de hoy en día, se traduce en de 9,00 dólares a 27,00 dólares adicionales de beneficio adicional por acre sin coste alguno. La ganancia neta para los productores y la economía de EE. UU. procedente de tales aumentos de producción equivaldría a cientos de millones de dólares cada año.

20 A pesar de que las unidades de monitorización existentes pueden advertir al operario de la plantadora acerca de determinados “eventos de robo de rendimiento”, muchos operarios simplemente ignoran las advertencias o retardan la realización de toda corrección o ajuste hasta que al operario le resulta conveniente realizar los mismos (tal como en el extremo del campo o cuando se vuelven a llenar las tolvas, etc.). La falta de motivación para emprender una acción correctiva inmediata se puede deber a que el operario no conozca o no aprecie plenamente la magnitud de la pérdida económica que es causada por el evento de robo de rendimiento. Otra posibilidad puede ser que, debido a que la mayor parte de las unidades de monitorización de plantadora existentes proporcionan solo promedios amplios en la totalidad de la plantadora en términos de semillas por acre o de porcentaje de individualización, el operario puede no saber que una hilera particular está padeciendo un evento de robo de rendimiento si la individualización o población promedio global parece encontrarse en línea con los valores deseados u objetivo.

30 En general, los “eventos de robo de rendimiento” son causados por uno de dos tipos de errores, en concreto, errores de dosificación y errores de colocación. Los errores de dosificación tienen lugar cuando, en lugar de que las semillas se descarguen una de cada vez, o bien se descargan múltiples semillas del dosificador de forma simultánea (a lo que, por lo general, se hace referencia como “múltiples” o “dobles”), o cuando no se descarga semilla alguna del dosificador cuando se debería haber descargado una (a lo que, por lo general, se hace referencia como “salto”). Se debería apreciar que múltiples de semilla y los saltos de semilla darán como resultado una pérdida neta en el rendimiento en comparación con las semillas sembradas con una separación apropiada debido a que unas plantas muy juntas producirán unas mazorcas más pequeñas debido a la competición por el agua y los nutrientes. De forma similar, los saltos de semilla darán como resultado una pérdida neta en el rendimiento incluso a pesar de que las plantas adyacentes producirán, por lo general, unas mazorcas más grandes como resultado de la menor competición por el agua y los nutrientes debido a la planta que falta.

45 Los errores de colocación tienen lugar cuando el tiempo de desplazamiento entre semillas liberadas de forma secuencial es irregular o inconsistente en comparación con el intervalo de tiempo en el que las semillas se descargaron del dosificador de semillas, dando de ese modo como resultado una separación irregular entre semillas adyacentes en el surco. Los errores de colocación resultan, por lo general, del rebote de las semillas dentro del tubo de semillas que es causado por que la semilla no entre en el tubo de semillas en la ubicación apropiada, o por irregularidades u obstáculos a lo largo de la trayectoria de la semilla dentro del tubo de semillas, o debido a las aceleraciones verticales en exceso de la unidad de hilera a medida que la plantadora recorre el campo.

50 Más allá de los errores de dosificación y los errores de colocación, otro evento de robo de rendimiento es atribuible a una compactación inapropiada de la tierra adyacente a la semilla, debido a o bien la presión hacia abajo inadecuada que es ejercida por las ruedas de calibración sobre la tierra circundante o bien la presión hacia abajo en exceso que es ejercida por las ruedas de calibración. Tal como se analiza más exhaustivamente en la solicitud PCT del mismo solicitante que la presente y en trámite junto con la presente con n.º PCT/US08/50427, si demasiada poca fuerza hacia abajo es ejercida por las ruedas de calibración u otro miembro de regulación de profundidad, las hojas de disco pueden no penetrar en la tierra hasta la plena profundidad deseada y/o la tierra se puede hundir en el surco a medida que se están depositando las semillas, dando como resultado una profundidad de semilla irregular. No obstante, si se aplica una fuerza hacia abajo en exceso, una mala penetración de la raíz puede dar como resultado unos rodales más débiles y que puede someter los cultivos a un estrés innecesario durante condiciones secas. Una fuerza hacia abajo en exceso también puede dar como resultado la reapertura del surco, afectando a la germinación o dando lugar a la muerte de las plántulas.

65 Pese a que algunos operarios experimentados pueden ser capaces de identificar determinados tipos de acciones correctivas necesarias para minimizar o reducir tipos particulares de eventos de robo de rendimiento una vez que han sido debidamente avisados de su aparición y de su impacto económico, otros operarios pueden no ser capaces de identificar tan fácilmente el tipo de acciones correctivas que se requieren, en particular aquellos con menos

experiencia de plantación en general, o cuando el operario ha cambiado a una nueva marca o modelo de plantadora.

Por consiguiente, existe una necesidad de un sistema y método de monitorización que sea capaz de proporcionar al operario unos datos casi en tiempo que se refieren a los eventos de robo de rendimiento y al coste económico que está asociado con tales eventos de robo de rendimiento con el fin de motivar al operario a emprender una acción correctiva oportuna.

La presente invención proporciona un sistema de monitorización para una plantadora agrícola de semillas tal como se define en la reivindicación 1. Características opcionales son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una ilustración esquemática de una realización preferida de un sistema de monitorización de plantadora de la presente invención para monitorizar el funcionamiento y el desempeño de una plantadora.

La figura 2 es una vista en perspectiva de una plantadora de cultivos en hilera convencional.

La figura 3 es una vista en alzado lateral de una unidad de hilera de la plantadora de cultivos en hilera convencional de la figura 2.

La figura 4 es una vista en perspectiva del mecanismo de ajuste de altura de rueda de calibración de la plantadora de cultivos en hilera convencional de la figura 2.

La figura 5 es un ejemplo de la presentación visual en Pantalla de Nivel 1 preferida para un sistema de monitorización de acuerdo con la presente invención que muestra un formato preferido para notificar detalles de desempeño de plantadora global.

La figura 6 es un ejemplo de la realización preferida de una presentación visual en pantalla de Detalles de Población de Nivel 2 para el sistema de monitorización de la figura 5 que muestra un formato preferido para notificar el desempeño de población por hilera.

La figura 7 es un ejemplo de la realización preferida de una presentación visual en pantalla de Individualización de Nivel 2 para el sistema de monitorización de la figura 5 que muestra un formato preferido para notificar el desempeño de individualización por hilera.

La figura 8 es un ejemplo de la realización preferida de una presentación visual en pantalla de Detalles de Colocación de Nivel 2 para el sistema de monitorización de la figura 5 que muestra un formato preferido para notificar el desempeño de colocación por hilera.

La figura 9 es un ejemplo de la realización preferida de una presentación visual en pantalla de Detalles de Hilera de Nivel 3 para el sistema de monitorización de la figura 5 que muestra un formato preferido para notificar detalles de desempeño de hilera específicos.

La figura 10 es un ejemplo de una presentación visual en pantalla de Selección de Hilera para el sistema de monitorización de la figura 5 que muestra un formato preferido para seleccionar una hilera de la plantadora para ver detalles adicionales de esa hilera tal como se identifica en la figura 6.

La figura 11 es un ejemplo de una presentación visual en pantalla para el sistema de monitorización de la figura 5 que muestra un formato preferido para la preparación y la configuración.

La figura 12 es un ejemplo de una presentación visual en pantalla para seleccionar o introducir el tipo de cultivo durante la configuración.

La figura 13 es un ejemplo de una presentación visual en pantalla para introducir ajustes de población durante la configuración.

### Descripción detallada

Haciendo referencia a continuación a los dibujos, en los que números de referencia semejantes designan partes idénticas o correspondientes por la totalidad de las varias vistas, la figura 1 es una ilustración esquemática de una realización preferida de un sistema de monitorización de plantadora 1000 de la presente invención para monitorizar el funcionamiento y el desempeño de una plantadora 10. Tal como es convencional, el sistema de monitorización de plantadora 1000 preferido incluye un visualizador 1002 y una interfaz de usuario 1004, preferiblemente una interfaz gráfica de usuario (GUI, *graphic user interface*) de pantalla táctil. La GUI de pantalla táctil 1004 preferida preferiblemente se soporta dentro de una carcasa 1006 que también aloja un microprocesador, una memoria y otro soporte físico y soporte lógico aplicable para recibir, almacenar, procesar, comunicar, presentar visualmente y realizar las diversas características y funciones preferidas tal como se describe en lo sucesivo en el presente documento (en lo sucesivo en el presente documento, de forma colectiva, el “conjunto de circuitos de procesamiento”) tal como será fácilmente entendido por los expertos en la materia.

Tal como se ilustra en la figura 1, el sistema de monitorización de plantadora 1000 preferido preferiblemente coopera y/o interacciona con diversos sensores y dispositivos externos tal como se describe en lo sucesivo en el presente documento, incluyendo, por ejemplo, una unidad de GPS 100, una pluralidad de sensores de semillas 200, uno o más sensores de carga 300, uno o más inclinómetros 400, acelerómetros verticales 500, acelerómetros horizontales 600, sensores de vacío 700 (para plantadoras con sistemas de dosificación neumática), o cualquier otro sensor para monitorizar la plantadora o el entorno que puede afectar a las operaciones de plantación.

La figura 2 ilustra una plantadora de cultivos en hilera 10 convencional tal como una plantadora MaxEmerge o

MaxEmerge Plus de John Deere en conexión con el cual se pueden usar el sistema y método de monitorización de plantadora de la presente invención. Se debería apreciar que, a pesar de que por la totalidad de la presente memoria descriptiva se hace referencia a plantadoras de cultivos en hilera y, en particular, determinados modelos de plantadoras de John Deere, tales referencias son simplemente ejemplos para proporcionar un contexto y un marco de referencia para la materia objeto que se analiza. En ese sentido, el presente sistema y método de monitorización de plantadora no se debería interpretar como limitado para su uso con marca o modelo particular alguno de plantadora. De forma similar, el presente sistema de monitorización de plantadora no se debería interpretar como limitado a las plantadoras de cultivos en hilera, debido a que las características y funcionalidades del sistema de monitorización pueden tener aplicación asimismo para sembradoras u otros tipos de plantadora.

La plantadora 10 incluye una pluralidad de unidades de hilera 12 separadas que se soportan a lo largo de una barra de herramientas 14 del bastidor principal 13 de la plantadora. El bastidor principal 13 de la plantadora se sujeta a un tractor 15 de una forma convencional, tal como por medio de una barra de tiro 17 o una disposición de enganche de tres puntos tal como es bien conocido la técnica. Unos conjuntos de rueda de suelo (que no se muestran) soportan el bastidor principal 13 por encima de la superficie del suelo y son móviles en relación con el bastidor principal 13 a través del accionamiento del sistema hidráulico (que no se muestra) de la plantadora, que está acoplado con la hidráulica del tractor para subir y bajar el bastidor principal 13 de la plantadora entre una posición de transporte y una posición de plantación, respectivamente.

Tal como se ilustra del mejor modo en la figura 3, cada unidad de hilera 12 se soporta desde la barra de herramientas mediante una articulación paralela 16 que permite que cada unidad de hilera 12 se mueva en sentido vertical con independencia de la barra de herramientas 14 y las otras unidades de hilera separadas con el fin de dar cabida a los cambios en el terreno o tras encontrar la unidad de hilera una roca u otro obstáculo a medida que la plantadora es arrastrada a través del campo. Unos medios de empuje 18, tales como resortes, bolsas de aire, cilindros neumáticos o hidráulicos o similares, actúan sobre la articulación paralela 16 para ejercer una fuerza hacia abajo sobre la unidad de hilera para fines que se analizan con detalle posteriormente. Cada unidad de hilera 12 incluye adicionalmente un soporte de montaje delantero 20 en el que está montada una viga de soporte de tolva 22 y un bastidor secundario 24. La viga de soporte de tolva 22 soporta una tolva de semillas 26 y una tolva de fertilizante 28 así como soportar de forma operativa un dosificador de semillas 30 y un tubo de semillas 32. El bastidor secundario 24 soporta de forma operativa un conjunto de apertura de surcos 34 y un conjunto de cierre de surcos 36.

Durante el funcionamiento, el conjunto de apertura de surcos corta un surco 38 (figuras 3 y 4) en la superficie 40 de la tierra a medida que la plantadora es arrastrada a través del campo. La tolva de semillas 26, que contiene las semillas a plantar, comunica un suministro constante de semillas 42 al dosificador de semillas 30. Por lo general, el dosificador de semillas 30 de cada unidad de hilera 12 se acopla a las ruedas de suelo a través del uso de ejes, cadenas, ruedas dentadas, cajas de cambio, etc., tal como es bien conocido la técnica, de tal modo que las semillas individuales 42 se dosifican y se descargan al tubo de semillas 32 a unos intervalos regularmente separados basándose en la población de semillas que se desea y la velocidad a la que la plantadora es arrastrada a través del campo. La semilla 42 cae del extremo del tubo de semillas 32 al surco 38 y las semillas 42 se cubren con tierra mediante el conjunto de rueda de cierre 36.

Por lo general, el conjunto de apertura de surcos 34 incluye un par de hojas de disco planas de apertura de surcos 44, 46 y un conjunto de regulación de profundidad 47. En la realización de las figuras 2 y 3, el conjunto de regulación de profundidad 47 comprende un par de ruedas de calibración 48, 50 ajustables en sentido vertical de forma selectiva en relación con las hojas de disco 44, 46 mediante un mecanismo de ajuste de altura 49. No obstante, se debería apreciar que, en lugar de discos de apertura dobles y ruedas de calibración dobles tal como se muestra en la realización de las figuras 2 y 3, la plantadora 10 puede utilizar cualquier otro conjunto de apertura de surcos y de regulación de profundidad adecuado, que sea adecuado para cortar un surco en la tierra y regular o controlar la profundidad de ese surco.

En la realización de plantadora de las figuras 2 y 3, las hojas de disco 44, 46 se soportan de forma rotatoria sobre un eje 52 que está montado en un cuerpo 54 que pende del bastidor secundario 24. Las hojas de disco 44, 46 están inclinadas de tal modo que las periferias exteriores de los discos entran en contacto íntimo en el punto de entrada 56 en la tierra y divergen hacia fuera y hacia arriba lejos de la dirección de desplazamiento de la plantadora tal como es indicado por la flecha 58. Por lo tanto, a medida que la plantadora 10 es arrastrada a través del campo, los discos de apertura de surcos 44, 46 cortan un surco en forma de V 38 a través de la superficie 40 de la tierra tal como se ha descrito previamente.

Tal como se ilustra del mejor modo en las figuras 3 y 5, unos brazos de rueda de calibración 60, 62 soportan de forma pivotante las ruedas de calibración 48, 50 desde el bastidor secundario 24 en torno a un primer eje 61. Las ruedas de calibración 48, 50 están montadas de forma rotatoria en los brazos de rueda de calibración 60, 62 que se extienden hacia delante en un segundo eje 63. Las ruedas de calibración 48, 50 son de un diámetro ligeramente más grande que el de las hojas de disco 44, 46 de tal modo que las periferias exteriores de las hojas de disco rotan a una velocidad ligeramente mayor que la de las periferias de las ruedas de calibración. Cada una de las ruedas de calibración 48, 50 incluye un borde flexible 64 (figuras 4) en su cara interior que entra en contacto con la cara

exterior de la hoja de disco 44, 46 respectiva en el área 66 (figura 3) en la que las hojas de disco salen de la tierra. Se debería apreciar que, a medida que los discos de apertura 44, 46 salen de la tierra después de cortar el surco en forma de V 38, la tierra, en particular en condiciones húmedas, tenderá a adherirse al disco, lo que, de no evitarse, daría lugar a que las paredes de surco fueran arrancadas a medida que el disco rotara fuera de la tierra, dando lugar a una mala formación de surcos y/o al hundimiento de las paredes de surco, dando como resultado una profundidad de plantación de semillas irregular. Por lo tanto, tal como se ilustra del mejor modo en las figuras 3 y 4, para evitar que las paredes de surco sean arrancadas a medida que las hojas de disco salen de la tierra, las ruedas de calibración 48, 50 se posicionan para compactar la banda de tierra adyacente al surco mientras que, al mismo tiempo, sirviendo para raspar contra la cara exterior de los discos 44, 46 para eliminar por corte cualquier acumulación de tierra a medida que los discos salen de la tierra. Por consiguiente, los discos de apertura 44, 46 y las ruedas de calibración 48, 50 cooperan para endurecer y formar unas paredes de surco uniformes a la profundidad deseada.

En la realización de plantadora de las figuras 2 y 3, el mecanismo de ajuste de profundidad 67 que se usa para variar la profundidad del surco de semillas 38 se logra a través del ajuste vertical de las ruedas de calibración 48, 50 en relación con las hojas de disco de apertura de surcos 44, 46 mediante el posicionamiento selectivo de un brazo de ajuste de altura 68. En la presente realización, un brazo de ajuste de altura 68 se soporta de forma pivotante desde el bastidor secundario 24 mediante un pasador 70 (figuras 3 y 5). Un extremo superior 72 del brazo de ajuste de altura 68 se puede posicionar de forma selectiva a lo largo del bastidor secundario 24. Tal como se ilustra del mejor modo en la figura 5, un balancín 76 está fijado holgadamente al extremo inferior 74 del brazo de ajuste de altura 68 por un pasador o perno 78. El balancín 76 se apoya contra las superficies superiores de los brazos de rueda de calibración 60, 62 pivotantes, sirviendo de ese modo como un tope para evitar que los brazos de rueda de calibración 60, 62 pivoten en el sentido contrario al de las agujas del reloj en torno al primer eje de pivote 61 tal como es indicado por la flecha 82. Por lo tanto, se debería apreciar que, a medida que el extremo superior 72 del brazo de ajuste de altura 68 se posiciona de forma selectiva, la posición del balancín / tope 76 se moverá en consecuencia en relación con los brazos de rueda de calibración 60, 62. Por ejemplo, haciendo referencia a la figura 5, a medida que el extremo superior 72 del brazo de ajuste de altura 68 es movido en el sentido indicado por la flecha 84, la posición del balancín / tope 76 se moverá hacia arriba lejos de los brazos de rueda de calibración 60, 62, permitiendo que las ruedas de calibración 48, 50 se muevan en sentido vertical hacia arriba en relación con las hojas de disco de apertura de surcos 44, 46 de tal modo que más de la hoja de disco se extenderá por debajo de la parte de debajo de las ruedas de calibración 48, 50, permitiendo de ese modo que las hojas de disco de apertura de surcos 44, 46 penetren adicionalmente en la tierra. De forma similar, si el extremo superior 72 del brazo de ajuste de altura 68 es movido en el sentido indicado por la flecha 86, el balancín / tope 76 se moverá hacia abajo hacia los brazos de rueda de calibración 60, 62, dando lugar a que las ruedas de calibración 48, 50 se muevan en sentido vertical hacia abajo en relación con las hojas de disco de apertura de surcos 44, 46, acortando de ese modo la profundidad de penetración de las hojas de disco en la tierra. Cuando se plantan cultivos en hilera tales como maíz y semillas de soja, la posición del balancín / tope 76 se establece, por lo general, de tal modo que las hojas de disco de apertura de surcos 44, 46 se extienden por debajo de la parte de debajo de las ruedas de calibración 48, 50 para crear una profundidad de surco de entre una y tres pulgadas (entre 2,54 y 7,62 cm).

Además de servir como un tope tal como se ha descrito previamente, el balancín 76 fijado holgadamente presta la doble función de "igualar" o distribuir la carga que es portada por las dos ruedas de calibración 48, 50, dando de ese modo como resultado una profundidad de surco más uniforme. Se debería apreciar que, durante las operaciones de plantación, sustancialmente la totalidad de la carga móvil y la permanente de la unidad de hilera 12 junto con la fuerza hacia abajo complementaria que es ejercida por los medios de empuje 18 será portada por las ruedas de calibración 48, 50 después de que los discos de apertura 44, 46 penetren en la tierra hasta la profundidad a la que los brazos de rueda de calibración 60, 62 encuentran la posición de tope previamente seleccionada del balancín 76. Esta carga es transferida por el pasador 78 a través del balancín 76 a los brazos de rueda de calibración 60, 62. Debido a que el balancín 76 está fijado holgadamente al brazo de ajuste de altura 68, la carga de unidad de hilera se distribuye de forma sustancialmente igual entre los dos brazos de rueda de calibración 60, 62 de tal modo que la mitad de la carga es portada por cada brazo 60, 62. Por lo tanto, por ejemplo, si la rueda de calibración 48 encuentra un obstáculo tal como una roca o un terrón duro, el brazo de rueda de calibración 60 se forzaría hacia arriba a medida que la rueda de calibración 48 se desplaza hacia arriba y por encima del obstáculo. Debido a que el balancín 76 está conectado con el brazo de ajuste de altura 68 mediante el pasador 78, el balancín 76 pivotará en torno al pasador 78 dando lugar a una fuerza igual pero opuesta hacia abajo sobre el otro brazo 62. En ese sentido, el balancín 76 iguala o distribuye la carga entre las dos ruedas de calibración. Si no hubiera balancín alguno de tal modo que el extremo inferior 74 del brazo de ajuste de altura 68 fuera simplemente una superficie de apoyo, tras encontrar una de las ruedas de calibración un obstáculo o un terreno poco uniforme, la totalidad de la carga de la unidad de hilera 12 sería portada por esa única rueda de calibración a medida que la misma se desplaza hacia arriba y por encima del obstáculo o hasta que el terreno se encuentra de nuevo a nivel. Una vez más, tal como se ha expuesto previamente, la referencia específica a los componentes anteriores que describen el tipo de conjunto de apertura de surcos, miembro de regulación de profundidad, dosificador de semillas, etc., puede variar dependiendo del tipo de plantadora.

Existen diversos tipos de dosificadores de semillas 30 disponibles en el mercado, los cuales se pueden dividir, en general, en dos categorías sobre la base del mecanismo de selección de semillas que se emplea, en concreto,

mecánico o neumático. Los dosificadores mecánicos más comunes disponibles en el mercado incluyen dosificadores de recogida con dedos tal como se divulga en la patente de EE. UU. con n.º 3.552.601 a nombre de Hansen (“601 de Hansen”), dosificadores de disco con cavidades tal como se divulga en la patente de EE. UU. con n.º 5.720.233 a nombre de Lodico et al. (“233 de Lodico”), y dosificadores de correa tal como se divulga en la patente de EE. UU. con n.º 5.992.338 a nombre de Romans (“338 de Romans”).

Los dosificadores neumáticos más comunes disponibles en el mercado incluyen dosificadores de disco de vacío tal como se divulga en la patente de EE. UU. con n.º 3.990.606 a nombre de Gugenhan (“606 de Gugenhan”) y en la patente de EE. UU. con n.º 5.170.909 a nombre de Lundie et al. (“909 de Lundie”) y dosificadores de aire positivo tal como se divulga en la patente de EE. UU. con n.º 4.450.979 a nombre de Deckler (“979 de Deckler”).

El sistema y método de monitorización de plantadora de la presente invención no se debería interpretar como limitado para su uso en conexión con tipo particular alguno de dosificador de semillas.

La unidad de GPS 100, tal como una Deluo PMB-288 facilitada por Deluo, LLC, 10084 NW 53rd Street, Sunrise, FL 33351, u otro dispositivo adecuado, se usa para monitorizar la velocidad y las distancias recorridas por la plantadora 10. Tal como se analizará con más detalle posteriormente, preferiblemente la salida de la unidad de GPS 100, incluyendo la velocidad de plantadora y las distancias recorridas por la plantadora, se comunica a la unidad de monitorización 1000 para su presentación visual al operario de la plantadora y/o para su uso en diversos algoritmos para obtener datos relevantes que se usan en conexión con el sistema y método preferido de la presente invención.

Tal como se ilustra del mejor modo en las figuras 1 y 3, el sistema de monitorización de plantadora 1000 preferido preferiblemente utiliza los sensores de semillas 200 existentes y un colector de cables 202 asociado que se halla, por lo general, en virtualmente la totalidad de las plantadoras 10 convencionales. El tipo más común o predominante de sensores de semillas son los sensores fotoeléctricos, tales como los fabricados por Dickey-John Corporation, 5200 Dickey-John Road, Auburn, IL 62615. Un sensor fotoeléctrico típico incluye, en general, un elemento de fuente de luz y un elemento de recepción de luz que están dispuestos por encima de unas aberturas en las paredes hacia delante y hacia atrás del tubo de semillas. Durante el funcionamiento, siempre que una semilla pasa entre la fuente de luz y el receptor de luz, la semilla que pasa interrumpe el haz de luz, dando lugar a que el sensor 200 genere una señal eléctrica que indica la detección de la semilla que pasa. Las señales eléctricas generadas se comunican a la unidad de monitorización 1000 por medio del colector de cables 202 o mediante un medio de comunicación inalámbrica adecuado. Se debería apreciar que cualquier otro tipo de sensores de semillas capaces de producir una señal eléctrica para designar el paso de una semilla puede ser igualmente o más apropiado para su uso en conexión con el sistema y método de la presente invención. Por lo tanto, la presente invención no se debería interpretar como limitada a tipo particular alguno de sensor de semillas.

Tal como se ha identificado previamente, el sistema de monitorización de plantadora 1000 preferido también utiliza el sensor de carga 300 que está dispuesto para generar unas señales de carga que se corresponden con la carga que es experimentada por o que se ejerce sobre el miembro de regulación de profundidad 47. El sensor de carga 300 y el conjunto de circuitos de procesamiento asociado pueden comprender cualquier componente adecuado para detectar tales condiciones de carga, incluyendo por ejemplo, los sensores y el conjunto de circuitos tal como se divulga en el documento PCT/US08/5 0427. Tal como se analiza con más detalle posteriormente, la carga que es experimentada por o que se ejerce sobre las ruedas de calibración 48, 50 o cualquier otro miembro de regulación de profundidad que se esté usando, preferiblemente es uno de los valores que se presentan visualmente al operario en la pantalla del visualizador 1002 y también se puede usar en conexión con el sistema y método preferido para notificar la aparición de eventos de robo de rendimiento (es decir, pérdida de profundidad de surco o exceso de compactación de la tierra) y/o para un ajuste automatizado de la fuerza hacia abajo complementaria, si es soportada por la plantadora.

Un inclinómetro 400 se monta preferiblemente en el soporte de montaje delantero 20 de al menos una unidad de hilera 12 de la plantadora 10 con el fin de detectar el ángulo de la unidad de hilera 12 con respecto a la vertical. Debido a que la unidad de hilera 12 está conectada mediante una articulación paralela 16 con la barra de herramientas transversal 14 que comprende una parte del bastidor 13 de la plantadora, el ángulo del soporte delantero 20 con respecto a la vertical se corresponderá sustancialmente con el ángulo del bastidor y la barra de herramientas 13, 14. Se debería apreciar que, si la barra de tiro de la plantadora se encuentra sustancialmente horizontal, el soporte delantero 20 será sustancialmente vertical. Por lo tanto, si la barra de tiro no se encuentra a nivel, el soporte delantero no será sustancialmente vertical, dando de ese modo lugar a que las unidades de hilera estén inclinadas. Si la unidad de hilera está inclinada, el conjunto de apertura de surcos 36 cortará un surco o bien más profundo o bien menos profundo de lo que es establecido por el mecanismo de ajuste de profundidad 67, dando de ese modo como resultado una mala germinación y crecimiento de las plántulas. En ese sentido, los datos procedentes del inclinómetro 400 se pueden usar en conexión con el sistema y método preferido para detectar y/o notificar los potenciales eventos de robo de rendimiento y/o para el ajuste automático de la plantadora, si se equipa de este modo, para producir la corrección necesaria para nivelar la unidad de hilera. Por ejemplo, si el inclinómetro 400 detecta que el soporte delantero no se encuentra sustancialmente vertical, este puede iniciar una condición de alarma para avisar al operario de que la cuchara no se encuentra a nivel, los potenciales efectos sobre la colocación de semillas, y preferiblemente mostrará visualmente en el monitor 1002 la acción correctiva apropiada a emprender.

Tal como se ha identificado previamente, el sistema de monitorización de plantadora 1000 preferido preferiblemente también incluye un acelerómetro vertical 500 y un acelerómetro horizontal 600. Preferiblemente el acelerómetro vertical 500 y el acelerómetro horizontal 600 son parte de un único dispositivo junto con el inclinómetro 400.

5 El acelerómetro vertical 500 mide la velocidad vertical de la unidad de hilera 12 a medida que la plantadora recorre el campo, proporcionando de ese modo datos en lo que respecta a cuán suavemente se desplaza la unidad de hilera por encima de la tierra, que es importante debido a que la suavidad del desplazamiento de la unidad de hilera puede afectar a la separación de semillas. Por ejemplo, si una semilla se descarga del dosificador de semillas tal como la  
10 unidad de hilera encuentra un obstáculo, tal como una roca, la unidad de hilera se forzará hacia arriba, dando lugar a que la semilla tenga una ligera velocidad vertical hacia arriba. A medida que la unidad de hilera pasa por encima del obstáculo, y se fuerza de vuelta hacia abajo por los medios de empuje 18, o si la unidad de hilera entra en una depresión, una semilla posterior que es descargada por el dosificador de semillas 30 tendrá una ligera velocidad vertical hacia abajo. Por lo tanto, siendo iguales todos los otros factores, la segunda semilla con la velocidad  
15 impartida hacia abajo inicial alcanzará la superficie del suelo en menos tiempo que la primera semilla que tiene la velocidad impartida hacia arriba inicial, afectando de ese modo a la separación de semillas. En ese sentido, los datos procedentes del acelerómetro vertical 500 también se pueden usar en conexión con el sistema y método preferido para identificar y/o notificar eventos de robo de rendimiento de colocación de semillas que resultan de unas condiciones de campo escabroso, una velocidad de plantadora en exceso y/o una fuerza hacia abajo inadecuada  
20 que es ejercida por los medios de empuje 18. Esta información se puede usar para diagnosticar el desempeño de plantadora para el ajuste automático y/o proporcionar recomendaciones al operario de conformidad con el sistema y método preferido de la presente invención para emprender acciones correctivas, incluyendo, por ejemplo, aumentar la fuerza hacia abajo para reducir las velocidades verticales o reducir la velocidad del tractor / plantadora.

25 El acelerómetro horizontal 600, como el inclinómetro 400, proporciona unos datos que se pueden usar en conexión con el método preferido para diagnosticar el desempeño de plantadora y/o para proporcionar recomendaciones al operario de conformidad con el sistema y método preferido de la presente invención para emprender acciones correctivas. Por ejemplo, se sabe que las aceleraciones horizontales aumentan a medida que se desgastan los cojinetes de la articulación paralela 16. Por lo tanto, si aumenta la relación de la desviación típica de la aceleración  
30 horizontal sobre la desviación típica de la aceleración vertical, es probable que los cojinetes u otros miembros de transferencia de carga de la articulación paralela se desgasten y sea necesario sustituirlos.

Pasando a continuación a las figuras 5 - 13, la figura 5 es un ejemplo de la Pantalla de Nivel 1 preferida para el sistema de monitorización de plantadora 1000; las figuras 6 - 8 son unos ejemplos de Pantallas de Nivel 2 preferidas; las figuras 9 - 10 son unos ejemplos de Pantallas de Nivel 3 preferidas; la figura 11 es un ejemplo de una pantalla de Configuración preferida; y las figuras 12 - 13 son unos ejemplos de pantallas de Nivel 4 preferidas. En lo sucesivo se analiza cada una de las pantallas.

Pantalla de Nivel 1 (figura 5)

40 La Pantalla de Nivel 1 1010 se denomina de este modo debido a que esta preferiblemente es la pantalla por defecto que se mostrará visualmente en el visualizador 1012 de la unidad de monitorización a menos que el operario seleccione un nivel de pantalla diferente para la visualización tal como se analiza posteriormente. La Pantalla de Nivel 1 1010 preferida incluye una pluralidad de ventanas que se corresponden con diferentes detalles de  
45 desempeño de plantadora, incluyendo una Ventana de Población de Semillas 1012, una Ventana de Individualización 1014, una Ventana de Saltos / Múltiples 1016, una Ventana de Buena Separación 1018, una Ventana de Desplazamiento Suave 1020, una Ventana de Velocidad 1022, una Ventana de Vacío 1024 (cuando sea aplicable), una Ventana de Fuerza Hacia Abajo 1028 y una Ventana de Pérdida Económica 1028. Cada una de estas ventanas y el método de obtención de los valores que se presentan visualmente en las mismas se analizan en lo sucesivo. Además, la Pantalla de Nivel 1 1010 preferiblemente incluye diversos botones de función, incluyendo un botón de Configuración 1030, un botón de Detalles de Hilera 1032, un botón de Instantánea 1034 y un botón de Retroceso 1036, cada uno de los cuales se analiza posteriormente.

55 Ventana de Población 1012: La Ventana de Población 1012 preferiblemente incluye un valor de población de semillas numérico 1100, que preferiblemente se actualiza cada segundo (es decir, ciclos de 1 Hz), que representa el promedio móvil del número de semillas (en millares) que se están sembrando por acre a lo largo de una frecuencia de muestreo previamente definida, preferiblemente 1 Hz. Este valor de población de semillas 1100 se basa en la siguiente fórmula:

60 Población de semillas 1030 =

$$0,001 \times \frac{\text{Recuento de semillas}}{\text{Hileras} \times \text{Separación (pies)} \times \text{Dist (pies)}} \times 43500 \text{ pies}^2 / \text{acre}$$

En la que *Recuento de semillas* = Número total de semillas que son detectadas por los Sensores 200 en todas las hileras durante la frecuencia de muestreo.

## ES 2 627 181 T3

*Hileras = Número de hileras de plantadora que se designan durante la configuración (lo que se analiza posteriormente)*

*Separación = Separación de hilera de plantadora que se designa durante la configuración*

*Dist = Distancia (pies, 1 pie = 30,48 cm) recorrida por la plantadora basándose en una entrada procedente de la unidad de GPS 100 durante la frecuencia de muestreo*

5

Por lo tanto, por ejemplo, suponiendo que los sensores de semillas 200 detectan un total de 240 semillas a lo largo del ciclo de 1 Hz preferido, y suponiendo que la plantadora es una plantadora de dieciséis hileras con hileras de treinta pulgadas (es decir, 2,5 pies, o 76,2 cm) y la velocidad promedio de la plantadora es de seis millas por hora (es decir, 8,8 pies / s, o 9,66 km / h, o 2,68 m / s) durante el ciclo de 1 Hz, la población de semillas sería:

10

$$\text{Población de semillas} = 0,001 \times \frac{240}{16 \times 2,5 \text{ pies} \times 8,8 \text{ pies}} \times 43500 \text{ pies}^2 / \text{acre} = 29,6$$

En la realización preferida, no obstante, a pesar de que el valor de población de semillas 1100 se actualiza o se publica de nuevo cada segundo, la población de semillas real no se basa en un único recuento de semillas de un segundo. En su lugar, en la realización preferida, las semillas que se detectan a lo largo del segundo previo se añaden a un grupo más grande de recuentos de semillas de un segundo acumulados a partir de los diez segundos precedentes. Cada vez que se añade un nuevo recuento de semillas de un segundo, el recuento de semillas de un segundo más viejo se elimina del grupo y la población de semillas promedio se calcula de nuevo basándose en los datos más nuevos, entonces este promedio calculado de nuevo se publica cada segundo en la Ventana de Población de Semillas 1012.

15

20

Además de identificar el valor de población de semillas 1100 tal como acaba de identificarse, la Ventana de Población de Semillas 1012 preferida preferiblemente también presenta visualmente una gráfica 1102 para la representación gráfica de la población de semillas promedio 1100 calculada en relación con la población objetivo 1338 (figura 11) (que se especifica durante la configuración tal como se analiza posteriormente) que se designa mediante una marca transversal 1104. Las marcas transversales 1106, 1108 correspondientes representan los límites de desviación de población 1342 (figura 11) (que también se especifican durante la configuración tal como se analiza posteriormente). Un indicador 1110, tal como un rombo grande, por ejemplo, se usa para representar la población promedio calculada. Otros indicadores distinguibles 1112, tales como rombos más pequeños, representan la tasa de población correspondiente de las hileras individuales en relación con la marca transversal objetivo 1104. Adicionalmente, la ventana de Población de Semillas 1012 preferiblemente también identifica, mediante el número de hileras, la hilera de población más baja 1114 (es decir, la hilera de plantadora que se está sembrando a la tasa de población más baja, que, en el ejemplo en la figura 5, es la hilera 23) y la hilera de población más alta 1116 (es decir, la hilera de plantadora que se está sembrando a la tasa de población más alta, que, en el ejemplo en la figura 5, es la hilera 19) junto con sus tasas de población 1118, 1120 respectivas.

25

30

35

En el sistema y método preferido, la unidad de monitorización preferiblemente proporciona algún tipo de alarma visual o audible para alertar al operario de la aparición de cualquier evento de robo de rendimiento en relación con la población. Preferiblemente, si el evento de robo de rendimiento se refiere a la población, solo la Ventana de Población 1012 indicará una condición de alarma. Una condición de alarma en relación con la población puede incluir, por ejemplo, la aparición del valor de población de semillas 1100 calculado que cae fuera de los límites de desviación de población 1342 que se especifican durante la configuración. Otra condición de alarma puede tener lugar cuando la población de cualquier hilera es menor que un 80 % de la población objetivo 1338. Otra condición de alarma en relación con la población puede incluir la aparición de una o más hileras que caen fuera de los límites de desviación de población durante un periodo de tiempo o frecuencia de muestreo previamente definida, por ejemplo, cinco ciclos de 1 Hz consecutivos, incluso a pesar de que una población promedio de esas hileras se encuentra en un exceso de un 80 % de la población objetivo 1338. Aún otra condición de alarma puede tener lugar cuando existe un "fallo de hilera", el cual se puede considerar que tiene lugar si el sensor 200 no detecta el paso de semilla alguna durante un periodo de tiempo especificado, tal como cuatro veces  $T_{\text{supuesto}}$  (lo que se analiza en lo sucesivo).

40

45

50

Tal como se ha identificado previamente, tras la aparición de cualquiera de las condiciones de alarma anteriores, o cualquier otra condición de alarma según se pueda definir y programar en el sistema de monitorización 1000, la ventana de Población 1012 preferiblemente proporciona una alarma visual o audible para alertar al operario de la aparición de la condición de alarma. Por ejemplo, en la realización preferida, si el valor de población de semillas 1100 calculado se encuentra dentro de la desviación de población 1342 especificada (por ejemplo, 1000 semillas) de la población objetivo 1338 (por ejemplo, 31200 semillas), el fondo de la Ventana de Población 1012 preferiblemente es de color verde. Si, no obstante, el valor de población de semillas 1100 calculado cae por debajo de la población objetivo 1338 en más de la desviación de población especificada, la Ventana de Población 1012 preferiblemente se vuelve de color amarillo. Como alternativa, la Ventana de Población 1012 puede emitir destellos o proporcionar alguna otra alarma visual o audible con otras condiciones de alarma. Resulta obvio que se pueden definir muchas condiciones de alarma diferentes y se pueden programar muchas indicaciones visuales y/o audibles diferentes de una condición de alarma en el sistema de monitorización 1000 tal como es reconocido por los expertos en la materia.

55

60

Además, en la realización preferida, la GUI de pantalla táctil 1004 del sistema de monitorización 1000 permite que el operario seleccione diferentes áreas de la Ventana de Población 1012 lo que dará lugar a que la unidad de monitorización presente visualmente detalles relevantes adicionales en relación con la característica seleccionada. Por ejemplo, si el operario toca el valor de población de semillas 1100 calculado, la pantalla cambia para presentar visualmente la pantalla de Detalles de Población de Nivel 2 (figura 6). Si el operario toca el área de la pantalla en la Ventana de Población 1012 en la que se presenta visualmente la hilera de población baja 1114, la pantalla cambia a la pantalla de Detalles de Hilera (figura 9) que presenta visualmente los detalles de esa hilera específica. De forma similar, si el operario toca el área de la pantalla en la Ventana de Población 1012 en la que se presenta visualmente la hilera de población alta 1116, la pantalla cambia a la pantalla de Detalles de Hilera (figura 9) que presenta visualmente los detalles de esa hilera específica.

Ventana de Individualización 1014: La Ventana de Individualización 1014 preferiblemente incluye un valor de individualización en porcentaje numérico 1122, que se publica preferiblemente con ciclos de 1 Hz, que representa el promedio móvil de la individualización en porcentaje a lo largo de la frecuencia de muestreo previamente definida, preferiblemente 2 kHz (0,5 ms). Con el fin de determinar el valor de individualización en porcentaje 1122, en primer lugar es necesario identificar los saltos y los múltiples que tienen lugar durante el periodo de muestreo. Una vez que el número de saltos y múltiples dentro del periodo de muestreo es conocido en relación con el número de semillas "buenas" (es decir, las semillas apropiadamente individualizadas), entonces el valor de individualización en porcentaje 1100 se puede calcular tal como se identifica posteriormente.

El sistema y método preferido incluye un criterio para distinguir cuándo tiene lugar un salto o un múltiple. En el sistema y método preferido, cada señal que es generada por el sensor 200 se clasifica en una de seis clasificaciones, es decir, "buena", "salto", "múltiple", "mal colocada\_2", "mal colocada\_4" y "no-semilla". Una semilla "buena" se registra cuando se genera una señal dentro de un lapso de tiempo previamente definido en el que se esperaba que la señal hubiera tenido lugar basándose en la velocidad de plantadora y la población objetivo establecida que, juntas, definen el intervalo de tiempo supuesto ( $T_{supuesto}$ ). Un "salto" se registra cuando el tiempo entre la señal precedente y la siguiente señal es mayor que o igual a  $1,65 T_{supuesto}$ . Un "múltiple" se registra cuando el tiempo entre la señal precedente y la siguiente señal es menor que o igual a  $0,35 T_{supuesto}$ . Con el fin de distinguir con precisión entre los errores de dosificación que dan resultado saltos auténticos y múltiples auténticos en contraposición a que las semillas simplemente se coloquen mal debido a los errores de colocación que resultan después de la descarga por el dosificador de semillas (es decir, rebote, diferencias en cuanto a la aceleración vertical, etc.), las clasificaciones iniciales preferiblemente se validan antes de registrarse como saltos o múltiples. Para validar las clasificaciones iniciales, la unidad de monitorización está programada para comparar los cambios en el valor promedio durante los últimos cinco intervalos de tiempo en relación con el promedio durante los últimos veinte intervalos de tiempo ( $T_{20Prom}$ ). En el sistema preferido, si el promedio de intervalo de 5 semillas ( $T_{5Prom}$ ) es más de  $1,15 T_{20Prom}$  para más de tres cálculos consecutivos, entonces la clasificación original de un salto se valida y se registra como un salto auténtico. Si  $T_{5Prom}$  es menor que  $0,85 T_{20Prom}$  para más de tres cálculos consecutivos, entonces la clasificación original de un múltiple se valida y se registra como un múltiple auténtico. Si no se superan los límites anteriores, entonces el salto originalmente clasificado se reclasifica como "bueno", y el múltiple originalmente clasificado se reclasifica como una semilla "mal colocada". Por lo tanto, mediante la validación de las clasificaciones originales, los errores de dosificación se distinguen de los errores de colocación, proporcionando de ese modo al operario una información más precisa en lo que respecta al funcionamiento de la plantadora y la aparición de eventos de robo de rendimiento.

La clasificación "mal colocada\_2" se refiere a una semilla que se encuentra a no más de dos pulgadas (5,08 cm) de una semilla adyacente. Antes de que se registre una semilla como una "mal colocada\_2", la separación promedio se calcula basándose en la población y la separación de hilera. Un umbral de tiempo ( $T_{2umbral}$ ) se calcula para clasificar las semillas "mal colocadas\_2" mediante la ecuación:

$$T_{2umbral} = T_{supuesto} \times (2 \div \text{separación promedio (pulgadas)})$$

La clasificación "mal colocada\_4" se refiere a una semilla que se encuentra a no más de cuatro pulgadas (10,16 cm) de una semilla adyacente. Un umbral de tiempo ( $T_{4umbral}$ ) se calcula para clasificar las semillas "mal colocadas\_4" mediante la ecuación:

$$T_{4umbral} = T_{supuesto} \times (4 \div \text{separación promedio (pulgadas)})$$

Por lo tanto, una semilla se clasifica como una semilla mal colocada\_4 cuando el intervalo de tiempo entre la señal precedente y la siguiente señal es mayor que el  $T_{2umbral}$  pero menor que  $T_{4umbral}$ .

Con el fin de explicar casos ocasionales en los que una cascada de polvo u otros desechos cae a través del tubo de semillas, dando como resultado una rápida generación de pulsos de señal, el sistema de monitorización preferiblemente clasifica la totalidad de la serie de pulsos de señal rápidos como apariciones de "no-semilla" (incluso a pesar de que seguían pasando semillas a través del tubo junto con la cascada de polvo o desechos) en lugar de registrar los pulsos de señal rápidos como una cadena de múltiples o semillas mal colocadas. No obstante, con el fin

- de mantener un recuento de semillas relativamente preciso y un porcentaje de individualización relativamente preciso, el sistema de monitorización preferiblemente se programa para completar el número de semillas que pasaron a través de (o que deberían haber pasado a través de) el tubo de semillas junto con la cascada de polvo u desechos. Por lo tanto, en una realización preferida, cuando existen más de dos pulsos en serie con un intervalo de
- 5 menos de  $0,85 T_{\text{supuesto}}$ , la totalidad de los pulsos de señal que se detectan después de esa aparición se clasifican como no- semillas hasta que existe un intervalo detectado que es mayor que  $0,85 T_{\text{supuesto}}$ . No se tiene en cuenta pulso de señal alguno que se clasifique como una no-semilla en ninguno de los cálculos para determinar los valores de individualización en porcentaje 1122. En la realización preferida, con el fin de mantener unos valores de población 1100 correctos cuando el intervalo es menor que  $0,85 T_{\text{supuesto}}$ , el intervalo se mide a partir de la última
- 10 aparición de “buena” semilla antes del rápido evento de señal que produjo la clasificación de “no-semilla” hasta la primera clasificación de “buena” semilla. El valor de semillas acumulado se corrige o se ajusta al sumar al recuento de las semillas “buenas” el número de apariciones que se corresponde con el número de veces que  $T_{\text{supuesto}}$  se puede dividir en un periodo de tiempo de clasificación de no-semilla, sin dejar un resto mayor que  $1,85 T_{\text{supuesto}}$ .
- 15 Se debería apreciar que, debido a que  $T_{\text{supuesto}}$  variará con la velocidad de plantadora, que cambia continuamente durante la operación de plantación a medida que la plantadora disminuye o aumenta su velocidad basándose en condiciones de campo (es decir, un terreno accidentado, al girar o al aproximarse al extremo del campo, etc.),  $T_{\text{supuesto}}$  es un número dinámico o continuamente cambiante. Un método de obtención de  $T_{\text{supuesto}}$  es tal como sigue:
- 20 a) Determinar el promedio en todas las hileras de la semilla previa ( $T1_{\text{Prom}}$ ) tal como sigue:
- 1) Para cada hilera, almacenar el intervalo de tiempo a partir de la última semilla. Clasificar de mínimo a máximo
  - 25 2) Calcular el intervalo de tiempo promedio en todas las hileras
  - 3) Si la relación del intervalo más pequeño dividido por el intervalo promedio a partir de la etapa 2 es  $\leq 0,75$ , entonces eliminar el número más bajo y repetir la etapa 2.
  - 30 4) Si la relación del intervalo máximo dividido por el intervalo promedio es  $\geq 1,25$ , entonces eliminar el intervalo máximo y repetir la etapa 2.
  - 5)  $T1_{\text{Prom}}$  es el intervalo de tiempo promedio en todas las hileras en las que la relación del intervalo de tiempo más pequeño dividido por el intervalo de tiempo promedio es  $\geq 0,75$  y la relación del intervalo máximo dividido
  - 35 por el intervalo promedio es  $\leq 1,25$ .
- b) Determinar el intervalo de tiempo promedio en todas las hileras de las 5 semillas previas ( $T5_{\text{Prom}}$ ) tal como sigue:
- 40 1) Para cada hilera, almacenar los intervalos de tiempo de las últimas cinco semillas en una memoria intermedia circular; excluir los intervalos en los que el intervalo de tiempo hasta la siguiente semilla es menor que  $0,5 T1_{\text{Prom}}$  o mayor que  $1,5 T1_{\text{Prom}}$ .
  - 2) Calcular el promedio de hilera (es decir, el intervalo de tiempo promedio para cada hilera) al dividir la suma de los intervalos de tiempo almacenados a partir de la etapa 1 por el recuento de semillas a partir de la etapa
  - 45 1.
  - 3) Determinar la relación de hileras.
    - 50 -- si el intervalo de tiempo desde la última semilla es  $\leq 1,5$  x promedio de hilera, entonces la relación de hileras = 1
    - si el intervalo de tiempo desde la última semilla es  $> 1,5$  x promedio de hilera, entonces la relación de hileras =  $(1 - (\text{último intervalo de tiempo} \div (\text{promedio de hilera} \times 5)))$
    - 55
  - 4) Para cada hilera, multiplicar la relación de hileras por el promedio de hilera y sumar los productos.
  - 5) Calcular  $T5_{\text{Prom}}$  al dividir el valor a partir de la etapa 4 por la suma de las relaciones de hileras.
- 60 c) Determinar el intervalo de tiempo promedio en todas las hileras de las 20 semillas previas ( $T20_{\text{Prom}}$ )
- 1) Para cada hilera, almacenar los intervalos de tiempo de las últimas 20 semillas en una memoria intermedia circular; excluir los intervalos en los que el intervalo de tiempo hasta la siguiente semilla es menor que  $0,5 T1_{\text{Prom}}$  o mayor que  $1,5 T1_{\text{Prom}}$ .
  - 65 2) Calcular el promedio de hilera (es decir, el intervalo de tiempo promedio para cada hilera) al dividir la suma

de los intervalos de tiempo almacenados a partir de la etapa 1 por el recuento de semillas a partir de la etapa 1.

4) Determinar la relación de hileras.

5 -- si el intervalo de tiempo desde la última semilla es  $\leq 1,5$  x promedio de hilera, entonces la relación de hileras = 1

-- si el intervalo de tiempo desde la última semilla es  $> 1,5$  x promedio de hilera, entonces la relación de hileras =  $(1 - (\text{último intervalo de tiempo} \div (\text{promedio de hilera} \times 20)))$

10

5) Calcular  $T_{20Prom}$  al dividir el valor a partir de la etapa 4 por la suma de las relaciones de hileras.

d) Determinar  $T_{supuesto}$ :

15

1) Si todos los valores se han eliminado por filtrado, entonces  $T_{supuesto} = T_{1Prom}$ .

2) De lo contrario, si  $T_{20Prom} \geq 1,1 \times T_{5Prom}$  y  $T_{20Prom} \geq T_{1Prom}$ , entonces  $T_{supuesto} = T_{5Prom}$ .

20

3) De lo contrario, si  $T_{20Prom} \leq 0,9 \times T_{5Prom}$  y  $T_{20Prom} \leq T_{1Prom}$ , entonces  $T_{supuesto} = T_{5Prom}$ .

4) De lo contrario,  $T_{supuesto} = T_{20Prom}$ .

Resulta obvio que otros métodos de obtención de  $T_{supuesto}$  pueden ser igualmente adecuados y, por lo tanto, la presente invención no se debería interpretar como limitada al método anterior para obtener  $T_{supuesto}$ .

25

El porcentaje de saltos (% de Saltos) 1124 se puede determinar al sumar el número total de saltos que se detectan en todas las hileras a lo largo de un recuento de semillas previamente definido (preferiblemente el valor de Semillas Promediadas 1302 que se especifica durante la configuración (el valor por defecto es de 300 semillas)) y, entonces, dividir el número total de saltos por ese recuento de semillas. De forma similar, el porcentaje de múltiples (% de Múltls) 1126 se puede determinar al sumar el número total de múltiples que se detectan en todas las hileras a lo largo del mismo recuento de semillas previamente definido y, entonces, dividir el número total de múltiples por el recuento de semillas previamente definido. El valor de individualización en porcentaje 1122 se puede calcular entonces al sumar el % de Saltos 1124 y el % de Múltls 1126 y restar esa suma con respecto a un 100 %.

30

35

Además de presentar visualmente el valor de individualización en porcentaje 1122, la Ventana de Individualización 1014 preferiblemente también presenta visualmente una gráfica 1128 para representar de forma gráfica la individualización numérica en porcentaje 1122 en relación con el objetivo de individualización de un 100 %. La gráfica 1128 preferiblemente también presenta visualmente unas marcas transversales 1130 separadas de forma gradual en la gráfica 1128 que se corresponden con los límites de Desviación de Individualización 1350 (figura 11) que se especifican durante la configuración. Un indicador 1132, tal como un rombo grande, preferiblemente identifica el valor de individualización en porcentaje 1122 en relación con el objetivo de individualización de un 100 %. Otros indicadores distinguibles 1134, tales como rombos más pequeños, preferiblemente indicaban los porcentajes de individualización correspondientes de las hileras individuales en relación con el objetivo de individualización de un 100 %. Adicionalmente, la Ventana de Individualización 1014 preferiblemente también identifica de forma numérica la hilera de plantadora que se está sembrando con el porcentaje de individualización más bajo 1136 (que, en el ejemplo en la figura 5, es la hilera 23) junto con el valor de individualización en porcentaje 1138 para esa hilera.

40

45

50

Similar a la Ventana de Población 1012 que se ha analizado previamente, la Ventana de Individualización 1014 preferiblemente proporciona algún tipo de alarma visual o audible para alertar al operario de la aparición de cualquier evento de robo de rendimiento en relación con la individualización. Una condición de alarma en relación con la individualización puede incluir, por ejemplo, la aparición del valor de individualización en porcentaje 1122 que cae fuera de los límites de desviación de individualización 1350 que se especifican durante la configuración. Otra condición de alarma puede incluir, por ejemplo, cuando una individualización en porcentaje promedio de dos o más hileras supera los límites de desviación de individualización 1350 para cinco cálculos de 1 Hz consecutivos, por ejemplo. Otra condición de alarma puede incluir, cuando una hilera supera los límites de desviación de individualización 1350 en más de dos veces para cinco cálculos de 1 Hz consecutivos, por ejemplo. Al igual que antes, se pueden definir muchas condiciones de alarma diferentes y se pueden programar muchas indicaciones visuales y/o audibles diferentes de una condición de alarma en el sistema de monitorización 1000 para dar lugar a que la Ventana de Individualización 1014 proporcione al operario unas alarmas visuales o audibles para indicar la aparición de un evento de robo de rendimiento en relación con la individualización. Se considera que la totalidad de tales variaciones en cuanto a las condiciones de alarma y a las indicaciones de alarma se encuentran dentro del alcance de la presente invención.

55

60

65

Además, en la realización preferida, la GUI de pantalla táctil 1004 preferida del sistema de monitorización 1000 permite que el operario seleccione diferentes áreas de la Ventana de Individualización 1014 lo que dará lugar a que la unidad de monitorización presente visualmente detalles relevantes adicionales en relación con la característica

seleccionada. Por ejemplo, si el operario toca el valor de individualización en porcentaje calculado 1122, la pantalla cambia para presentar visualmente la pantalla de Detalles de Individualización de Nivel 2 (figura 7). Si el operario toca el área de la pantalla en la Ventana de Individualización 1014 en la que se presenta visualmente la hilera de individualización baja 1136, la pantalla cambia a la pantalla de Detalles de Hilera (figura 9) que presenta visualmente los detalles de esa hilera específica.

Ventana de Saltos / Múltls 1016: La Ventana de Saltos / Múltls 1016 preferiblemente presenta visualmente el valor del % de Saltos 1124 y el % de Múltls 1126 calculados tal como se ha identificado previamente. Al igual que con las otras Ventanas que se han descrito previamente, la Ventana de Saltos / Múltls 1016 puede proporcionar algún tipo de alarma visual o audible para alertar al operario de si el % de Saltos o el % de Múltls superan unos límites previamente definidos.

Ventana de Buena Separación 1018: La Ventana de Buena Separación 1018 preferiblemente incluye un valor de buena separación en porcentaje numérico 1140 que representa el porcentaje promedio móvil de “buena” separación de semillas frente a las semillas “mal colocadas”, es decir, el número de semillas categorizadas como “mal colocadas\_2” o “mal colocadas\_4” (tal como se ha definido previamente) a lo largo de la frecuencia de muestreo previamente definida (preferiblemente 0,1 Hz). Una vez que se conoce el número de semillas mal colocadas\_2 y mal colocadas\_4 en relación con el número de semillas durante el periodo de muestreo, entonces el porcentaje de semillas mal colocadas\_2 (% de MP2) y las semillas mal colocadas\_4 en porcentaje (% de MP4) en relación con semillas con buena separación se determina fácilmente. De forma similar, el valor de buena separación en porcentaje 1140 se determina fácilmente al restar la suma del % de MP2 y el % de MP4 con respecto al 100 %.

Además de presentar visualmente el valor de buena separación en porcentaje calculado 1140, la Ventana de Buena Separación 1018 preferiblemente también incluye una gráfica 1142 para representar de forma gráfica el valor de buena separación en porcentaje 1140 en relación con el objetivo de buena separación de un 100 %. Las marcas transversales 1144 preferiblemente se proporcionan para identificar una escala de un 80 % a un 100 % en incrementos de un 5 %. Un indicador 1146, tal como un rombo grande, preferiblemente identifica el valor de buena separación 1140 calculado en relación con el objetivo de buena separación de un 100 %. Otros indicadores distinguibles 1148, tales como rombos más pequeños, preferiblemente identifican los porcentajes de buena separación correspondientes de las hileras individuales en relación con el objetivo de buena separación de un 100 %. Adicionalmente, la Ventana de Buena Separación 1018 preferiblemente también identifica de forma numérica la hilera de plantadora que se está sembrando con el porcentaje de buena separación más bajo 1150 (que, en el ejemplo en la figura 5, es la hilera 9) junto con el valor de buena separación en porcentaje numérico 1152 para esa hilera.

Similar a las otras Ventanas 1012, 1014 la Ventana de Buena Separación 1018 preferiblemente proporciona algún tipo de alarma visual o audible para alertar al operario de la aparición de cualquier evento de robo de rendimiento en relación con la separación. Una condición de alarma en relación con la separación puede incluir, por ejemplo, si el valor de buena separación en porcentaje global 1140 o el valor de separación específico de la hilera cae por debajo de un límite de desviación previamente determinado, tal como un 90 %. Se pueden definir muchas condiciones de alarma diferentes y se pueden programar muchas indicaciones visuales y/o audibles diferentes de una condición de alarma en el sistema de monitorización 1000 para dar lugar a que la Ventana de Buena Separación 1018 proporcione al operario unas alarmas visuales o audibles similares a las que se describen con las otras Ventanas 1012, 1014 para indicar la aparición de un evento de robo de rendimiento en relación con la separación. Se considera que la totalidad de tales variaciones en cuanto a las condiciones de alarma y a las indicaciones de alarma se encuentran dentro del alcance de la presente invención.

En la realización preferida, la GUI de pantalla táctil 1004 del sistema de monitorización 1000 permite que el operario seleccione diferentes áreas de la Ventana de Buena Separación 1018 lo que dará lugar a que la unidad de monitorización presente visualmente detalles relevantes adicionales en relación con la característica seleccionada. Por ejemplo, si el operario toca el valor de buena separación en porcentaje calculado 1140, la pantalla cambia para presentar visualmente la pantalla de Detalles de Colocación de Nivel 2 (figura 8). Si el operario toca el área de la pantalla en la Ventana de Buena Separación 1018 en la que se presenta visualmente la hilera baja 1150, la pantalla cambia a la pantalla de Detalles de Hilera (figura 9) que presenta visualmente los detalles de esa hilera específica.

Ventana de Desplazamiento Suave 1020: La Ventana de Desplazamiento Suave 1020 preferiblemente presenta visualmente el valor de porcentaje de desplazamiento suave 1154. La suavidad del desplazamiento se estima basándose en el porcentaje de tiempo que la velocidad vertical de la unidad de hilera es menor que un límite de velocidad vertical (VVL, *vertical velocity limit*) previamente definida. En la realización preferida, el VVL es de cuatro pulgadas por segundo (4 pulgadas / s, 10,16 cm / s). Este VVL se seleccionó basándose en datos empíricos que establecieron que la separación de semillas se vio afectada de forma mensurable cuando la unidad de hilera se sometió a unas velocidades verticales por encima de 4 pulgadas / s (10,16 cm / s).

El número de veces que la velocidad vertical de la unidad de hilera 12 sobre la que está montado el sensor 500 supera el VVL se cuenta a lo largo de un periodo de tiempo previamente definido (preferiblemente 30 segundos). El porcentaje de tiempo durante el periodo de tiempo previamente definido que se superó el VVL se calcula entonces

para cada sensor 500 y, entonces, se calcula un promedio (% T Prom > VVL). El valor de porcentaje de desplazamiento suave 1154 se calcula entonces al restar el valor de % T Prom > VVL con respecto a un 100 %.

Además de presentar visualmente el valor de porcentaje de desplazamiento suave 1154 calculado, la Ventana de Desplazamiento Suave 1020 preferiblemente también presenta visualmente una gráfica 1156 para representar de forma gráfica el valor de porcentaje de desplazamiento suave 1154 en relación con el objetivo de desplazamiento suave de un 100 %. Las marcas transversales graduales 1158 preferiblemente identifican una escala, tal como a un 85 %, un 90 % y un 95 %, a través de un intervalo previamente definido, preferiblemente de un valor bajo de un 80 % de desplazamiento suave a un 100 % de desplazamiento suave. Un indicador 1160, tal como un rombo grande, preferiblemente identifica el valor de porcentaje de desplazamiento suave 1154 calculado en relación con el objetivo de desplazamiento suave de un 100 %. Otros indicadores distinguibles 1162, tales como rombos más pequeños, preferiblemente identifican los porcentajes de desplazamiento suave correspondientes de las hileras individuales en relación con el objetivo de desplazamiento suave de un 100 %. Adicionalmente, la Ventana de Desplazamiento Suave 1020 preferiblemente también identifica de forma numérica la hilera de plantadora que se está sembrando con el porcentaje de desplazamiento suave más bajo 1164 (que, en el ejemplo en la figura 5, es la hilera 14) junto con el valor de porcentaje de desplazamiento suave numérico 1166 para esa hilera.

Al igual que con las otras Ventanas 1012, 1014, 1018, la Ventana de Desplazamiento Suave 1020 preferiblemente proporciona algún tipo de alarma visual o audible para alertar al operario de la aparición de cualquier evento de robo de rendimiento en relación con la suavidad del desplazamiento. Una condición de alarma en relación con la suavidad de desplazamiento puede incluir, por ejemplo, si el porcentaje de desplazamiento suave global 1154 o cualquier porcentaje de desplazamiento suave específico de la hilera cae por debajo de un límite de desviación previamente determinado, tal como un 90 %. Asimismo, al igual que con las otras Ventanas, se pueden definir muchas condiciones de alarma diferentes y se pueden programar muchas indicaciones visuales y/o audibles diferentes de una condición de alarma en el sistema de monitorización 1000 para dar lugar a que la ventana de Desplazamiento Suave 1020 proporcione al operario unas alarmas visuales o audibles para indicar la aparición de un evento de robo de rendimiento en relación con la suavidad de desplazamiento. Se considera que la totalidad de tales variaciones en cuanto a las condiciones de alarma y a las indicaciones de alarma se encuentran dentro del alcance de la presente invención.

Ventana de Velocidad 1022: La Ventana de Velocidad 1022 preferiblemente presenta visualmente la velocidad 1168 de la plantadora en millas por hora (mph, 1 mph = 1,61 km / h). En la realización preferida, la velocidad 1168 preferiblemente se promedia a lo largo de los últimos cinco segundos de datos que son recogidos por la unidad de GPS 100 a menos que la aceleración ( $\Delta V / \Delta t$ ) de la plantadora sea mayor que 1 mph / s, caso en el cual, la velocidad 1168 preferiblemente se presenta visualmente como la velocidad real que es recogida por la unidad de GPS 100.

Al igual que con las otras Ventanas que se han descrito previamente, la Ventana de Velocidad 1022 puede proporcionar algún tipo de alarma visual o audible para alertar al operario de si la velocidad cae por debajo de o supera unos límites previamente definidos. Adicionalmente, si el conjunto de circuitos de procesamiento está programado para diagnosticar el desempeño de plantadora y para identificar de forma lógica si la velocidad es un factor que contribuye a un porcentaje de desplazamiento suave bajo 1154 o un valor de buena separación bajo 1140, por ejemplo, se puede desencadenar una condición de alarma que produce una indicación visual o audible tal como se ha descrito previamente en conexión con las otras Ventanas.

Ventana de Vacío 1024: La Ventana de Vacío 1024 preferiblemente presenta visualmente el valor de vacío 1170 en pulgadas de agua (pulgadas de H<sub>2</sub>O, 1 pulgada = 2,54 cm). Si el tipo de dosificador que se selecciona durante la configuración fue distinto de "vacío", la Ventana de Vacío 1024 preferiblemente está en blanco o no se presenta visualmente. Si se seleccionó "vacío" durante la configuración, pero ningún sensor de vacío 700 está conectado con la unidad de monitorización 1000 o los datos procedentes del sensor de vacío 700 no se están comunicando de otro modo a la unidad de monitorización 1000, la Ventana de Vacío 1024 puede mostrar un valor de vacío de cero, o la ventana puede estar en blanco o no presentarse visualmente.

Al igual que con las otras Ventanas que se han descrito previamente, la Ventana de Vacío 1024 puede proporcionar algún tipo de alarma visual o audible para alertar al operario de si el vacío cae por debajo de o supera unos límites previamente definidos. Adicionalmente, si el conjunto de circuitos de procesamiento está programado para diagnosticar el desempeño de plantadora y para identificar de forma lógica si el vacío es un factor que contribuye a un porcentaje de individualización bajo 1122 o un mal porcentaje de separación 1140, o el % de Saltos 1126 o el % de Múltiples 1124 en exceso, por ejemplo, se puede desencadenar una condición de alarma que produce una indicación visual o audible tal como se ha descrito previamente en conexión con las otras Ventanas.

Ventana de Fuerza Hacia Abajo 1026: La Ventana de Fuerza Hacia Abajo 1026 preferiblemente presenta visualmente un parámetro de contacto con el suelo 1172 (preferiblemente como un porcentaje de contacto con el suelo a lo largo de un periodo de muestreo previamente definido). La Ventana de Fuerza Hacia Abajo 1026 también puede incluir un área para presentar visualmente el valor de fuerza hacia abajo promedio 1174 y/o como alternativa, o además, la Ventana de Fuerza Hacia Abajo 1026 puede presentar visualmente el "margen de carga" 1175 (que no se muestra). El parámetro de contacto con el suelo en porcentaje 1172 se obtiene preferiblemente tal como se

explica más plenamente en el documento PCT/US08/5 0427. El valor de fuerza hacia abajo promedio 1174 se puede obtener al promediar los valores de carga detectados a lo largo de un periodo de tiempo previamente definido en todos los sensores de carga 300 en la plantadora. El margen de carga 1175 preferiblemente se calcula y/o se obtiene mediante cualquiera de los métodos que se divulgan en el documento PCT/US08/50427. El valor de fuerza hacia abajo 1174 y/o el margen de carga 1175 también se pueden presentar visualmente de forma gráfica tal como se divulga en el documento PCT/US08/50427.

Al igual que con las otras Ventanas que se han descrito previamente, la Ventana de Fuerza Hacia Abajo 1026 puede proporcionar algún tipo de alarma visual o audible para alertar al operario de si la fuerza hacia abajo, el margen de carga o el parámetro de contacto con el suelo supera o cae por debajo de unos límites previamente definidos. Adicionalmente, si el conjunto de circuitos de procesamiento está programado para diagnosticar el desempeño de plantadora y para identificar de forma lógica si un parámetro de contacto con el suelo bajo y/o una fuerza hacia abajo o margen de carga bajo o excesivo es un factor que contribuye a un porcentaje de desplazamiento suave bajo 1154, por ejemplo, se puede desencadenar una condición de alarma que produce una indicación visual o audible tal como se ha descrito previamente en conexión con las otras Ventanas.

Ventana de Pérdida Económica 1028: La Ventana de Pérdida Económica 1028 preferiblemente presenta visualmente el valor de pérdida económica 1176 en dólares perdidos por acre (Pérdida en dólares / acre) atribuible a los diversos eventos de robo de rendimiento. El valor de pérdida económica 1176 calculado se puede presentar visualmente de forma continua o el valor solo se puede presentar visualmente solo tras una condición de alarma, tal como cuando el valor supera un valor previamente definido, tal como, por ejemplo, 3,00 dólares / acre. Si no se encuentra presente una condición de alarma, la Ventana de Pérdida Económica 1028 simplemente puede presentar visualmente la palabra “Buena” o alguna otra designación deseada.

En la realización preferida, cada aparición de un evento de robo de rendimiento está asociada con un factor de pérdida económica. En la realización preferida, el factor de pérdida económica es un factor de Pérdida de Mazorcas (EL, *Ear Loss*) 1310. Por ejemplo, los datos empíricos han mostrado que, en comparación con una planta que madura a partir de una semilla que está apropiadamente separada de las semillas adyacentes (por lo general, de seis a siete pulgadas (de 15,24 a 17,78 cm) para hileras de treinta pulgadas (76,2 cm) con unas poblaciones de plantación de aproximadamente 32000 semillas / acre), si una semilla está mal colocada de tal modo que esta se encuentra a solo dos pulgadas (5,08 cm) de una semilla adyacente (es decir, mal colocada\_2), la pérdida neta será de aproximadamente 0,2 mazorcas (es decir, EL = 0,2). Una semilla mal colocada que se encuentra a solo cuatro pulgadas (10,16 cm) de una semilla adyacente (es decir, mal colocada\_4) tendrá una pérdida neta de aproximadamente 0,1 mazorcas (es decir, EL = 0,1). Se ha hallado que un salto da como resultado una pérdida neta de 0,8 mazorcas (EL = 0,8). Se ha hallado que un doble da como resultado una pérdida neta de 0,4 mazorcas (EL = 0,4).

Los factores de EL anteriores suponen que el productor está sembrando híbridos “flexibles” en contraposición a los híbridos “determinados”. Descrito simplemente, un híbrido flexible es uno en el que una planta producirá unas mazorcas más grandes dependiendo de la separación de semillas debido a la menor competición por la luz del sol y los nutrientes. Por lo tanto, por ejemplo, si existe un espacio más grande que cuatro pulgadas (10,16 cm) entre una planta adyacente en una hilera, una planta de híbrido flexible recibirá presumiblemente luz del sol adicional y más nutrientes que las semillas separadas cuatro pulgadas (10,16 cm) o menos, posibilitando que esta produzca una mazorca más grande con más granos. Por el contrario, un híbrido determinado tendrá el mismo tamaño de mazorca con independencia de la separación de semillas aumentada.

Con la comprensión anterior, basándose en datos empíricos, el factor de EL de salto se obtuvo al tener en cuenta que, a pesar de que una mazorca se ha perdido debido al salto, cada una de las dos plantas adyacentes a cada lado del salto aumenta su tamaño de mazorca respectivo en un 10 %. Por lo tanto, la pérdida de mazorcas neta para un salto es de solo 0,8 mazorcas en lugar de una mazorca completa (es decir,  $-1 + 0,1 + 0,1 = -0,8$ ). Como un ejemplo adicional, si los híbridos futuros tuvieran la capacidad de aumentar el tamaño de mazorca en un 50 % a cada lado de un salto, entonces la pérdida de mazorcas neta se aproximaría a cero debido a que cada planta adyacente ha añadido un 50 %, compensando de ese modo la totalidad de la mazorca perdida (es decir,  $-1 + 0,5 + 0,5 = 0,0$ ). Por lo tanto, se debería entender que estos factores de EL pueden cambiar con el tiempo a medida que continúan evolucionando y mejorando las características de los híbridos de maíz. En ese sentido, en la realización preferida, los factores de EL por defecto pueden ser variados por el operario. Mediante la asociación de un factor de EL con cada aparición de un salto, un múltiple, una semilla mal colocada\_2 y mal colocada\_4, se puede determinar una pérdida económica atribuible a cada uno de estos eventos de robo de rendimiento a lo largo de un periodo de muestreo.

Además de los saltos, los múltiples y las semillas mal colocadas, la pérdida de contacto con el suelo y la fuerza hacia abajo en exceso también son eventos de robo de rendimiento. Por consiguiente, en el sistema de monitorización preferido, los factores de EL también están asociados con cada uno de estos eventos de robo de rendimiento.

La pérdida económica que es atribuible a una fuerza hacia abajo en exceso preferiblemente se basa en el margen

## ES 2 627 181 T3

de carga 1175 tal como se ha analizado previamente en conexión con la Ventana de Fuerza Hacia Abajo 1026 y tal como se divulga en el documento PCT/US08/50427. En el sistema preferido, los siguientes factores de EL se aplican basándose en la magnitud del margen de carga:

- 5        1) Si margen de carga < 50 libras (22,68 kgf), EL = 0
- 2) Si 50 libras (22,68 kgf) ≤ margen de carga ≤ 100 libras (45,38 kgf), EL = 0,05
- 10        3) Si 100 libras (45,38 kgf) ≤ margen de carga ≤ 200 libras (90,72 kgf), EL = 0,1
- 4) Si margen de carga > 200 libras (90,72 kgf), = 0,15

15        Tal como se divulga en el documento PCT/US08/50427, el periodo o frecuencia de muestreo de detección del margen de carga puede variar. No obstante, en el sistema de monitorización preferido de la presente invención, el periodo de muestreo preferiblemente es el mismo que el de la tasa de plantación de semillas de tal modo que se calcula un margen de carga con respecto a cada semilla. Por consiguiente, un factor de EL basándose en el margen de carga se puede aplicar a cada semilla que es sembrada. Con un factor de EL asignado al margen de carga para cada semilla que es sembrada, se puede calcular entonces un factor EL promedio (es decir,  $EL_{Carga\ Exceso\ Prom}$ ) para un periodo de muestreo dado. El factor  $EL_{Carga\ Exceso\ Prom}$  multiplicado por el número de semillas en el periodo de muestreo se puede usar para determinar el porcentaje de pérdida de rendimiento atribuible al margen de carga durante el periodo de muestreo tal como se analiza en lo sucesivo.

25        Al igual que para la pérdida económica atribuible a la pérdida de contacto con el suelo, se debería apreciar que, cuanto mayor sea el tiempo que el miembro de regulación de profundidad de la unidad de hilera no se encuentra en contacto con la tierra, más grande será la pérdida en cuanto a la profundidad del surco. En el sistema preferido, un factor de EL de 0,5 se multiplica por el porcentaje de tiempo durante un periodo de muestreo que ha existido una pérdida de contacto con el suelo (% de Contacto Perdido) para determinar el porcentaje de pérdida de rendimiento atribuible a la pérdida de contacto con el suelo durante el periodo de muestreo. El periodo de muestreo puede ser cualquier periodo de tiempo deseado, pero en la realización preferida, el periodo de muestreo para este factor de EL preferiblemente es el tiempo que se requiere para plantar 300 semillas con la población de semillas que se especifica durante la configuración.

30        Con el fin de proporcionar una información de pérdida económica en un formato útil para el operario, la realización preferida presenta visualmente la pérdida económica en dólares perdidos por acre (es decir, Pérdida en dólares / acre). No obstante, se debería apreciar que la pérdida económica se puede presentar en cualquier unidad deseada. Con las unidades preferidas de Pérdida en dólares / acre, la pérdida económica se puede calcular al multiplicar el porcentaje de rendimiento perdido debido al evento de robo de rendimiento por el rendimiento proyectado y multiplicar ese producto por el precio del grano. Por consiguiente, en la realización preferida, la Pérdida en dólares / acre se puede calcular por medio de la siguiente fórmula:

40        
$$\text{Pérdida en dólares / Acre} = \% \text{ de Rendimiento Perdido} \times \text{Población} \times (\text{Bushels / Mazorca}) \times (\text{Precio / Bushel})$$

45        En la que % de Rendimiento Perdido = Suma de todas las pérdidas de rendimiento calculadas atribuibles a todas las apariciones durante el periodo de muestreo (por ejemplo, 300 semillas) de saltos, múltiples, mal colocadas\_2, mal colocadas\_4, la pérdida de contacto con el suelo y el margen de carga; es decir, 0,8 (% de Saltos) + 0,4 (% de Múltls) + 0,2 (% de MP2) + 0,1 (% de MP4) + 0,5 (% de Pérdida de Contacto) +  $EL_{Carga\ Exceso\ Prom}$  (300 semillas). Se ha de observar que los factores de EL anteriores pueden variar según sean establecidos por el operario durante la configuración tal como se ha descrito previamente.

50        Población = La población de semillas objetivo que se especifica durante la configuración

55        Bushels / Mazorca = Número estimado de mazorcas que se requieren para producir un bushel de maíz desgranado (valor por defecto = 1 bu / 140 mazorcas); preferiblemente configurable a través de la Configuración

          Precio / Bushel = Precio estimado del maíz por bushel (valor por defecto = 2,50 dólares / bu); preferiblemente configurable a través de la Configuración

60        Al igual que con las otras Ventanas que se han descrito previamente, la Ventana de Pérdida Económica 1028 puede proporcionar algún tipo de alarma visual o audible para alertar al operario de si la pérdida económica supera un límite previamente definido. Adicionalmente, la Ventana de Pérdida Económica 1028 se puede asociar o vincular con las otras Ventanas 1012, 1014, 1016, 1018, 1020, 1022, 1024, 1026 de tal modo que si se cumple una condición de alarma en cualquiera de estas otras Ventanas, y se halla que tal condición de alarma es el factor que contribuye a la condición de alarma en la Ventana de Pérdida Económica, entonces ambas Ventanas producen una indicación visual o audible de la condición de alarma tal como se ha descrito previamente en conexión con las otras Ventanas.

Botón de Configuración 1030: Tras presionar el botón de Configuración 1030, la unidad de monitorización 1000 preferiblemente se programa para presentar visualmente la pantalla de Configuración 1300 (figura 11) a través de la cual el operario puede realizar selecciones y/o introducir datos por medio de la GUI de pantalla táctil 1004 preferida.

5 Botón de Detalles de Hilera 1032: Tras presionar el botón de Detalles de Hilera 1032, la unidad de monitorización preferiblemente se programa para presentar visualmente la pantalla de Selección de Hilera 1220 (figura 10) a través de la cual el operario puede seleccionar una Pantalla de Nivel 3 (lo que se analiza posteriormente) para esa hilera particular.

10 Botón de Instantánea 1034: Tras presionar el botón de Instantánea 1034, la unidad de monitorización 1000 preferiblemente se programa para almacenar todas las entradas de datos procedentes de los diversos sensores en un medio de almacenamiento de escritura / grabable durante un periodo de tiempo previamente definido, preferiblemente noventa segundos, en todas las unidades de hilera. El medio de almacenamiento de escritura / grabable puede ser un disco o cinta magnética de almacenamiento de datos, o un dispositivo de almacenamiento en memoria de semiconductores de estado sólido tal como una memoria flash o una tarjeta de memoria, o el medio de almacenamiento de escritura / grabable puede ser cualquier tipo de ordenador remoto o dispositivo de almacenamiento al que se pueden comunicar los datos por medio de una conexión cableada o inalámbrica. El fin del botón de Instantánea 1034 se describirá con detalle posteriormente.

15 Botón de Retroceso 1036: El botón de Retroceso 1036 cambia la pantalla a la pantalla previamente presentada visualmente.

#### 25 Pantallas de Nivel 2 (figuras 6 - 8)

Pantalla de Detalles de Población (figura 6): la figura 6 es un ejemplo de una realización preferida para presentar visualmente detalles de población en un formato de gráfica de barras para todas las hileras de una plantadora. En el ejemplo de la figura 6 se muestra una gráfica de barras 1200 de los detalles de población para una plantadora de 32 hileras. El número de hileras que se presenta visualmente para la gráfica de barras 1200 puede ser dinámico basándose en el número de hileras que se introduce durante la configuración. Como alternativa, el número de hileras puede permanecer fijado en la pantalla, presentándose visualmente datos solo para el número de hileras que se introduce durante la configuración.

35 La línea horizontal 1202 sobre la gráfica de barras 1200 se corresponde con el objetivo de población 1338 (figura 11) que se introduce durante la configuración y la escala vertical de la gráfica de barras 1200 preferiblemente se corresponde con el límite de desviación 1342 (por ejemplo,  $\pm 1000$  semillas) que se especifica durante la configuración. El valor de población numérico 1112 para cada hilera se presenta visualmente de forma gráfica como una barra de datos 1204 por encima o por debajo de la línea horizontal 1202 dependiendo de si el valor de población numérico es mayor que o menor que el valor de población objetivo 1338, respectivamente. En la realización preferida, si una hilera particular se aproxima a o supera el límite de desviación 1342, se desencadena una condición de alarma y la barra de datos 1204 para esa hilera preferiblemente incluye una indicación visual de que la misma se encuentra en una condición de alarma. Por ejemplo, en la realización preferida, la barra de datos 1204 para una hilera en una condición de alarma presenta un color amarillo (barras sólidas) mientras que las barras de datos 1204 de las hileras que no se encuentran en una condición de alarma son de color verde (barras blancas).

40 Como alternativa, las barras de datos 1204 pueden emitir destellos con una condición de alarma o cambiar a un color diferente, tal como rojo, con unas condiciones de alarma específicas o dependiendo de la gravedad del evento de robo de rendimiento. Al igual que con las diferentes Pantallas de Nivel 1, existen diversas formas de representar una condición de alarma, mediante diferentes colores, alarmas audibles, etc. Por consiguiente, cualesquiera y todos los medios de indicar de forma visual o audible una condición de alarma se deberían considerar dentro del alcance

45 de la presente invención.

50 En la realización preferida, la GUI de pantalla táctil 1004 preferiblemente posibilita que el operario toque una barra 1204 para una hilera particular para cambiar la pantalla a la presentación visual en Pantalla de Nivel 3 para esa hilera seleccionada. El botón de flecha hacia arriba 1206 y el botón de flecha hacia abajo 1206 preferiblemente posibilita que el operario realice un desplazamiento entre las diversas Pantallas de Nivel 2 (figuras 6 - 8) tal como se describe en lo sucesivo en el presente documento. El botón de Retroceso 1036 cambia a la pantalla previamente presentada visualmente. El botón de Inicio 1209 vuelve a la Pantalla de Nivel 1 (figura 5). El botón de Detalles de Hilera 1032 preferiblemente presenta visualmente la pantalla de Selección de Hilera (figura 10).

60 Pantalla de Detalles de Individualización (figura 7): la figura 7 es un ejemplo de una realización preferida para presentar visualmente unos detalles de individualización en un formato de gráfica de barras para todas las hileras de una plantadora. En el ejemplo de la figura 7 se muestra una gráfica de barras 1210 de los detalles de individualización para una plantadora de 32 hileras. El número de hileras que se presenta visualmente para la gráfica de barras 1210 puede ser dinámico basándose en el número de hileras que se introduce durante la configuración.

65 Como alternativa, el número de hileras puede permanecer fijado en la pantalla, presentándose visualmente datos solo para el número de hileras que se introduce durante la configuración.

La línea horizontal 1212 sobre la gráfica de barras 1210 se corresponde con una individualización de un 100 % (es decir, cero múltiples y cero saltos) y la escala vertical de la gráfica de barras 1210 preferiblemente se corresponde con el límite de desviación de individualización 1350 (por ejemplo, un 1 % en la figura 11) que se especifica durante la configuración. El % de Múltiplos 1126 para una hilera particular se presenta visualmente como una barra de datos 1184 por encima de la línea de referencia horizontal 1212. El % de Saltos 1124 para una hilera particular se presenta visualmente como una barra de datos 1214 por debajo de la línea de referencia horizontal 1212. En la realización preferida, si una hilera particular se aproxima a o supera el límite de desviación de individualización 1350, se desencadena una condición de alarma y la barra de datos 1214 para esa hilera preferiblemente incluye una indicación visual de que la misma se encuentra en una condición de alarma. Por ejemplo, en la realización preferida, la barra de datos 1214 para una hilera en una condición de alarma presenta un color amarillo (barras sólidas) mientras que las barras de datos 1214 de las hileras que no se encuentran en una condición de alarma son de color verde (barras blancas). Como alternativa, las barras de datos 1214 pueden emitir destellos con una condición de alarma o cambiar a un color diferente, tal como rojo, con unas condiciones de alarma específicas o dependiendo de la gravedad del evento de robo de rendimiento. Al igual que con las diferentes Pantallas de Nivel 1, existen diversas formas de representar una condición de alarma, mediante diferentes colores, alarmas audibles, etc. Por consiguiente, cualesquiera y todos los medios de indicar de forma visual o audible una condición de alarma se deberían considerar dentro del alcance de la presente invención.

En la realización preferida, la GUI de pantalla táctil 1004 preferiblemente posibilita que el operario toque una barra 1214 para una hilera particular para cambiar la pantalla a la presentación visual en Pantalla de Nivel 3 para esa hilera seleccionada. Todos los otros botones que se identifican en la figura 7 realizan las mismas funciones que se describen para la figura 6

Pantalla de Detalles de Colocación (figura 8): la figura 8 es un ejemplo de una realización preferida para presentar visualmente unos detalles de colocación en un formato de gráfica de barras para todas las hileras de una plantadora. En el ejemplo de la figura 8 se muestra una gráfica de barras 1216 de los detalles de individualización para una plantadora de 32 hileras. El número de hileras que se presenta visualmente para la gráfica de barras 1216 puede ser dinámico basándose en el número de hileras que se introduce durante la configuración. Como alternativa, el número de hileras puede permanecer fijado en la pantalla, presentándose visualmente datos solo para el número de hileras que se introduce durante la configuración.

La línea horizontal 1220 sobre la gráfica de barras 1216 se corresponde con un 100 % de buena separación (es decir, cero semillas mal colocadas) y la escala vertical de la gráfica de barras 1216 preferiblemente se corresponde con un límite de desviación de colocación (por ejemplo, un 10 %) que se puede especificar durante la configuración. El valor de buena separación en porcentaje numérico 1144 para cada hilera se presenta visualmente de forma gráfica como una barra de datos 1218 por encima de una línea horizontal 1220. En la realización preferida, si una hilera particular se aproxima a o supera el límite de desviación de colocación, se desencadena una condición de alarma y la barra de datos 1218 para esa hilera preferiblemente incluye una indicación visual de que la misma se encuentra en una condición de alarma. Por ejemplo, en la realización preferida, la barra de datos 1218 para una hilera en una condición de alarma presenta un color amarillo (barras sólidas) mientras que las barras de datos 1218 de las hileras que no se encuentran en una condición de alarma son de color verde (barras blancas). Como alternativa, las barras de datos 1218 pueden emitir destellos con una condición de alarma o cambiar a un color diferente, tal como rojo, con unas condiciones de alarma específicas o dependiendo de la gravedad del evento de robo de rendimiento. Al igual que con las Pantallas de Nivel 1, existen diversas formas de representar una condición de alarma, mediante diferentes colores, alarmas audibles, etc. Por consiguiente, cualesquiera y todos los medios de indicar de forma visual o audible una condición de alarma se deberían considerar dentro del alcance de la presente invención.

En la realización preferida, la GUI de pantalla táctil 1004 preferiblemente posibilita que el operario toque una barra de datos 1218 para una hilera particular para cambiar la pantalla a la presentación visual en Pantalla de Nivel 3 para esa hilera seleccionada. Todos los otros botones que se identifican en la figura 8 realizan las mismas funciones que se describen para la figura 6.

Pantallas de Nivel 3 (figuras 9 - 12):

Detalles de Hilera (figura 9): la figura 9 es un ejemplo de una realización preferida para presentar visualmente los Detalles de Hilera. En el ejemplo de la figura 9 se ilustran los detalles de hilera para la hilera "16" de la plantadora. Preferiblemente, la información que se presenta visualmente en esta Pantalla de Nivel 3 es similar a la que se presenta visualmente en la Pantalla de Nivel 1, excepto por que, en la Pantalla de Nivel 3, la información es específica de la hilera en contraposición a que se promedie en todas las hileras en las Pantallas de Nivel 1. Por lo tanto, la Pantalla de Detalles de Hilera de Nivel 3 preferiblemente incluye una ventana de Población de Hilera 1220, una ventana de Individualización de Hilera 1222, una ventana de Saltos / Múltiplos de Hilera 1224, una Ventana de Fuerza Hacia Abajo de Hilera 1226, una Ventana de Vacío de Hilera 1228 (cuando sea aplicable) y una Ventana de Pérdida Económica de Hilera 1230. La Pantalla de Detalles de Hilera de Nivel 3 preferiblemente también incluye una ventana de Buena Separación de Hilera 1232 y, preferiblemente, una ventana de Colocación de Semillas en Hilera

gráfica 1234. El botón de Inicio 1209, el botón de Detalles de Hilera 1032, el botón de Flecha Hacia Arriba 1206, el botón de Flecha Hacia Abajo 1208 y el botón de Retroceso 1036 realizan las mismas funciones que se describen para la figura 6.

5 Ventana de Población 1220: La ventana de Población 1220 preferiblemente presenta visualmente el valor de población de hilera 1240 que se calcula tal como se identifica bajo la Pantalla de Nivel 1 excepto por que el valor de población de hilera 1240 es específico de la hilera seleccionada y no se promedia como en la Pantalla de Nivel 1.

10 Ventana de Individualización 1302: La ventana de Individualización 1302 preferiblemente presenta visualmente el valor de individualización en porcentaje de hilera 1242 que se calcula tal como se identifica bajo la Pantalla de Nivel 1 excepto por que el valor de individualización en porcentaje de hilera 1242 es específico de la hilera seleccionada y no se promedia como en la Pantalla de Nivel 1.

15 Ventana de Saltos / Múltiples de Hilera 1224: La ventana de Saltos / Múltiples de Hilera 1224 preferiblemente presenta visualmente el valor de % de Saltos de Hilera 1244 y el valor de % de Múltiples de Hilera 1246 que se calcula tal como se identifica bajo la Pantalla de Nivel 1 excepto por que estos valores son específicos de la hilera seleccionada y no se promedian como en la Pantalla de Nivel 1.

20 Ventana de Fuerza Hacia Abajo de Hilera 1226: La ventana de Fuerza Hacia Abajo de Hilera 1226 preferiblemente solo se presenta visualmente en las hileras que están equipadas con el sensor de carga 300. Cuando la hilera de interés no está equipada con un sensor de carga, la ventana de Fuerza Hacia Abajo de Hilera preferiblemente está en blanco. Cuando la hilera de interés está equipada con un sensor de carga 300, la ventana de Fuerza Hacia Abajo de Hilera 1226 preferiblemente realiza un bucle entre la presentación visual del valor de fuerza hacia abajo 1248 (libras, 1 libra = 0,454 kgf), y/o el margen de carga, y/o el parámetro de contacto con el suelo 1250. Tal como se divulga en el documento PCT/US08/50427, la fuerza hacia abajo puede ser el valor de carga (es decir, carga total) que se detecta durante un periodo de muestreo previamente definido (por ejemplo, unos periodos de tiempo de 1 segundo). El margen de carga preferiblemente es el valor que se calcula y/o que se obtiene tal como se divulga en el documento PCT/US08/50427. De forma similar, el parámetro de contacto con el suelo 1250 preferiblemente se determina mediante los métodos que se divulgan en el documento PCT/US08/50427.

30 Ventana de Vacío de Hilera 1228: La Ventana de Vacío de Hilera 1228 preferiblemente solo se presenta visualmente en las hileras que están equipadas con un sensor de vacío 700. Cuando la hilera de interés no está equipada con un sensor de vacío, la Ventana de Vacío de Hilera preferiblemente está en blanco. Cuando la hilera de interés está equipada con un sensor de vacío, la Ventana de Vacío de Hilera 1228 preferiblemente presenta visualmente el vacío 1252 (en pulgadas de H<sub>2</sub>O) para esa hilera.

40 Ventana de Pérdida Económica de Hilera 1230: La ventana de Pérdida Económica de Hilera 1230 preferiblemente presenta visualmente el valor de pérdida económica de hilera 1232 que se calcula tal como se identifica bajo la Pantalla de Nivel 1 excepto por que el valor de individualización en porcentaje de hilera 1254 es específico de la hilera seleccionada y no se totaliza en todas las hileras como en la Pantalla de Nivel 1.

45 Ventana de Buena Separación de Hilera 1230: La ventana de Buena Separación de Hilera 1230 preferiblemente presenta visualmente el valor en porcentaje de buena separación de hilera 1256 que se calcula tal como se identifica bajo la Pantalla de Nivel 1 excepto por que el valor en porcentaje de buena separación de hilera 1256 es específico de la hilera seleccionada y no se promedia como en la Pantalla de Nivel 1.

50 Ventana de Colocación de Semillas en Hilera 1234: La ventana de Colocación de Semillas en Hilera 1234 preferiblemente presenta visualmente de forma gráfica una representación de cada semilla clasificada que se detecta en esa hilera (es decir, buena, salto, múltiple, mal colocada\_2, mal colocada\_4) a lo largo de una distancia por detrás de la plantadora que se desplaza desde el lado derecho de la ventana hasta el lado izquierdo de la ventana. En la realización preferida, las semillas buenas se representan como las plantas de color verde 1258, los saltos se representan mediante un círculo - X de color rojo 1260, los dobles y las semillas mal colocadas\_2 se representan como las plantas de color rojo 1262 y las semillas mal colocadas\_4 se representan como las plantas de color amarillo 1264. Por supuesto, se debería apreciar que cualquier otra representación gráfica de las semillas puede ser igualmente adecuada y, por lo tanto, cualesquiera y todas las representaciones gráficas de colocación de semillas se deberían considerar dentro del alcance de la presente invención. La ventana de Colocación en Hilera 1234 preferiblemente incluye una escala de distancia 1266 representativa de la distancia por detrás de la plantadora a la que se presentan visualmente las semillas / plantas. Preferiblemente la ventana de Colocación en Hilera 1234 incluye un botón de "retroceso" o de rebobinado 1268, un botón de "avance rápido" 1270, y un botón de reproducción / pausa 1272. El botón de retroceso 1268 preferiblemente da lugar a que la escala de distancia 1266 aumente de forma gradual en cuanto a la distancia por detrás de la plantadora (tal como 25 pies (7,62 m)) y desplaza las plantas hacia la derecha (en contraposición a hacia la izquierda) para permitir que el operario revise la colocación de semillas aún más por detrás de la plantadora. Como alternativa, en lugar de desplazar la representación gráfica de las semillas / plantas, el botón de retroceso puede dar lugar a que la escala se "aleje", por ejemplo, la escala puede aumentar en incrementos de cinco pies (1,524 m) hasta una escala de 0 a 25 pies (de 0 a 7,62 m) en lugar de 0 a 10 pies (de 0 a 3,048 m). De forma similar, el botón de avance rápido 1270 permite o bien

realice un desplazamiento hacia la derecha hasta cero pies (0 m) por detrás de la plantadora o bien que “acerque” la escala de distancia. El botón de reproducción / pausa 1272 preferiblemente permite que el operario pause o congele la pantalla para detener el desplazamiento de las plantas / semillas y, tras pulsar el botón 1272 una vez más, que reanude el desplazamiento de las semillas.

5 Selección de Hilera (figura 10): Una realización preferida de la Pantalla de Selección de Hilera 1274 se ilustra en la figura 10 en la que se presenta visualmente una pluralidad de botones 1276 que se corresponden con el número de hileras de la plantadora. Al tocar un botón 1276 que se corresponde con la hilera de interés, la GUI de pantalla táctil 1004 preferida presenta visualmente la Pantalla de Detalles de Hilera de Nivel 3 (figura 9) para la hilera de plantadora seleccionada. El número de botones 1276 que se presentan visualmente puede variar dependiendo del tamaño de la plantadora que se introduce durante la configuración. Como alternativa, la Pantalla de Selección de Hilera 1274 puede tener un número fijado de botones 1276 que se corresponden con la plantadora más grande disponible, pero si el operario especifica un número más pequeño de hileras durante la configuración, solo las hileras que se corresponden con el tamaño de plantadora que se introduce proporcionarían la funcionalidad anterior. Todos los otros botones que se identifican en la figura 10 realizan las mismas funciones que se describen para la figura 6. El botón de Detalles de Hilera 1032 preferiblemente no se presenta visualmente en esta pantalla.

10 Pantalla de Configuración (figura 11): La realización preferida de una Pantalla de Configuración 1300 se ilustra en la figura 11. La Pantalla de Configuración 1300 preferiblemente incluye una pluralidad de ventanas previamente definidas, cada una de las cuales preferiblemente presenta visualmente una información de configuración relevante y abre una Pantalla de Nivel 4 para introducir esa información de configuración. Las ventanas preferidas incluyen una ventana de Campo 1302, una ventana de Cultivo 1304, una ventana de Población 1306, una ventana de Límites de Población 1308, una ventana de Dosificador 1310, una ventana de Plantadora 1312, una ventana de Límites de Individualización 1314, una ventana de Semillas Promediadas 1316, una ventana de Pérdida de Mazorcas 1318 y una ventana de Archivo y Transferencia de Datos 1320. Los otros botones que se identifican en la figura 11 realizan las mismas funciones que se describen para la figura 6. El botón de Detalles de Hilera 1032 preferiblemente no se presenta visualmente en esta pantalla.

20 Ventana de Campo 1302: La ventana de Campo 1302 preferiblemente abre una Pantalla de Teclado Alfanumérico de Nivel 4 similar al teclado alfanumérico 1322 que se ilustra en la figura 12 mediante la cual el operario puede teclear caracteres alfanuméricos para introducir un identificador de campo 1324. Preferiblemente, tras presionar el botón de “Intro” 1326, el operario es devuelto a la Pantalla de Configuración 1300 y se da lugar a que el identificador de campo 1324 se presente visualmente en la ventana de Campo 1302.

30 Ventana de Cultivo 1304: La ventana de Cultivo 1304 preferiblemente abre una Pantalla de Selección de Cultivo de Nivel 4 1328, una realización preferida de la cual se ilustra en la figura 12. La Pantalla de Selección de Cultivo 1328 preferiblemente incluye una pluralidad de botones de tipo de cultivo previamente definidos 1330 que tienen, cada uno, una unidad de designación de tipo de cultivo 1332 que se corresponde con el nombre de los cultivos más típicos que son plantados por plantadoras de cultivos en hilera, en concreto, maíz, habas y algodón. Tras la selección de uno de estos botones, preferiblemente el operario es devuelto a la Pantalla de Configuración 1300 y la unidad de designación de tipo de cultivo 1332 correspondiente se presenta visualmente en la ventana de Cultivo 1304. La Pantalla de Selección de Cultivo 1328 preferiblemente también incluye un botón etiquetado “Otro” 1334 que, tras la selección, permite que el operario introduzca por teclado de forma manual el nombre de la unidad de designación de tipo de cultivo 1332 (por ejemplo, sorgo o algún otro tipo de cultivo) en la ventana 1336 a través del teclado alfanumérico 1322. Tras presionar el botón de “Intro” 1326, el operario es devuelto a la Pantalla de Configuración 1300 y la unidad de designación de cultivo 1322 introducida por teclado de forma manual se presenta visualmente en la ventana de Cultivo 1304. Los otros botones que se identifican en la figura 11 realizan las mismas funciones que se describen para la figura 6.

40 Ventana de Población 1306: La ventana de Población 1306 preferiblemente presenta visualmente la población de semillas objetivo 1338. La población de semillas objetivo 1338 puede ser una población objetivo uniforme, una población variable, o una población de excepción, y se establece preferiblemente a través de una Pantalla de Ajustes de Población de Nivel 4 1340, una realización preferida de la cual se ilustra en la figura 13 (lo que se analiza posteriormente). La Pantalla de Ajustes de Población 1340 preferiblemente se abre tras la selección de la ventana de Población 1306 a través de la GUI de pantalla táctil 1004 preferida.

50 Ventana de Límites de Población 1308: La ventana de Límites de Población 1308 preferiblemente abre la Pantalla de Teclado Alfanumérico de Nivel 4 (figura 12) tal como se ha analizado previamente mediante la cual el operario puede introducir por teclado el límite de desviación de población 1342 deseado si el operario no desea usar el límite por defecto de 1000 semillas. Preferiblemente, tras presionar el botón de “Intro” 1326, el operario es devuelto a la Pantalla de Configuración 1300 y se da lugar a que el límite de desviación de población 1342 se presente visualmente en la ventana de Límites de Población 1308. El límite de desviación de población 1342 es el número de semillas en el que puede variar el recuento de semillas real antes de activar una condición de alarma, y este es el valor que se usa en la escala de la gráfica de barras 1200 en la Pantalla de Detalles de Población de Nivel 2 de la figura 6.

Ventana de Dosificador 1310: La Ventana de Dosificador 1310 preferiblemente abre una Pantalla de Selección de Dosificador de Nivel 4 (que no se muestra) a través de la cual el operario puede realizar una selección de entre una pluralidad de teclas previamente definidas que se corresponden con el tipo de dosificador 1344 del dispositivo de dosificación 30 que es usado por la plantadora. Los tipos de dosificador preferiblemente incluyen dosificadores de dedos y dosificadores de vacío. Tras la selección del tipo de dosificador 1344, preferiblemente el operario es devuelto a la Pantalla de Configuración 1300 y el tipo de dosificador 1344 preferiblemente se presenta visualmente en la Ventana de Dosificador 1310.

Ventana de Plantadora 1312: La ventana de Plantadora 1312 preferiblemente abre la Pantalla de Teclado Alfanumérico de Nivel 4 (figura 12) tal como se ha analizado previamente a través de la cual el operario puede introducir por teclado el número de hileras 1346 en la plantadora y la separación de hilera 1348 de la plantadora. Preferiblemente, tras presionar el botón de "Intro" 1326, el operario es devuelto a la Pantalla de Configuración 1300 y se da lugar a que las hileras de plantadora 1346 y la separación de hilera 1348 se presenten visualmente en la ventana de Plantadora 1312.

Ventana de Límites de Individualización 1314: La ventana de Límites de Individualización 1314 preferiblemente abre la Pantalla de Teclado Alfanumérico de Nivel 4 (figura 12) tal como se ha analizado previamente a través de la cual el operario puede introducir por teclado el límite de desviación de individualización 1350 deseado si el operario no desea usar el límite de desviación de individualización de un 1 % por defecto. Preferiblemente, tras presionar el botón de "Intro" 1326, el operario es devuelto a la Pantalla de Configuración 1300 y se da lugar a que los límites de desviación de individualización 1350 se presenten visualmente en la ventana de Límites de Individualización 1314. El límite de desviación de individualización 1342 es el porcentaje en el que puede variar la individualización antes de activar una condición de alarma, y este es el porcentaje que se usa en la escala de la gráfica de barras 1210 en la pantalla de Detalles de Individualización de Nivel 2 de la figura 7.

Ventana de Semillas Promediadas 1316: La ventana de Semillas Promediadas 1316 preferiblemente abre la Pantalla de Teclado Alfanumérico de Nivel 4 (figura 12) tal como se ha analizado previamente a través de la cual el operario puede introducir por teclado el valor de semillas promediado deseado 1352 si el operario no desea usar el valor de semillas promediado por defecto de 300. Preferiblemente, tras presionar el botón de "Intro" 1326, el operario es devuelto a la Pantalla de Configuración 1300 y se da lugar a que el valor de semillas promediado 1352 se presente visualmente en la ventana de Límites de Individualización 1314.

Ventana de Pérdida de Mazorcas 1318: La ventana de Pérdida de Mazorcas 1318 preferiblemente abre la Pantalla de Nivel 4 (figura 12) tal como se ha analizado previamente a través de la cual el operario puede introducir por teclado los valores de pérdida deseados 1354 si el operario no desea usar los valores por defecto que se han analizado previamente. Preferiblemente, tras presionar el botón de "Intro" 1326, el operario es devuelto a la Pantalla de Configuración 1300 y se da lugar a que los valores de pérdida de mazorcas 1354 que son introducidos por el operario se presenten visualmente en la ventana de Pérdida de Mazorcas 1318. Tal como se ha analizado previamente, los valores de pérdida de mazorcas 1354 se usan en el cálculo del valor de pérdida económica de hilera 1254 que se presenta visualmente en la ventana de Pérdida Económica de Hilera 1230 (figura 9) y el valor de pérdida económica global 1176 que se presenta visualmente en la ventana de Pérdida Económica 1028 (figura 5).

Pantalla de Nivel 4 (figura 13):

Pantalla de Ajustes de Población (figura 13): La Pantalla de Ajustes de Población 1340 preferiblemente incluye una ventana de población simple 1370, preferiblemente al menos dos ventanas de población variable 1372, 1374 y una ventana de Población de Excepción 1376. Cada una de las diversas ventanas de población preferiblemente incluye una ventana de datos 1378 en la que se puede introducir el valor de población 1338 para el tipo de población particular seleccionado. Por ejemplo, si el operario tiene por objeto plantar un campo con una población uniforme, el operario seleccionaría la ventana de población simple 1370 e introduciría por teclado la población deseada usando las teclas numéricas en 1380 en la ventana de teclado numérico 1382. Como alternativa, si el operario desea variar la población a lo largo del campo basándose en datos de asignación de campo, por ejemplo, el operario puede seleccionar la primera ventana de población variable 1372 e introducir la primera población variable 1338 usando las teclas 1380 al igual que antes. Entonces, el operario puede seleccionar la segunda ventana de población variable 1374 e introducir el segundo valor de población variable 1338 usando las teclas 1380. Si el operario desea plantar diferentes hileras con diferentes poblaciones, por ejemplo, cuando se planta semilla de maíz, el operario puede seleccionar la ventana de población de excepción 1376 e introducir el valor de población de semillas 1338 para las hileras de excepción usando las teclas 1380. En la realización preferida, entonces el operario preferiblemente puede seleccionar las hileras de excepción al tocar el indicador de hilera de plantadora 1384 correspondiente en la ventana de hileras de excepción 1386 a la que se aplicará la población de excepción. En el ejemplo de la figura 13, el operario ha seleccionado cada quinta hilera de la plantadora para plantar la población de excepción de 21000 semillas, mientras que las hileras no resaltadas se plantarán con la población simple designada de 31200 semillas.

En la realización preferida, si se selecciona la primera ventana de población variable 1372, la ventana de población simple 1370 y la ventana de población de excepción 1376 preferiblemente cambian a ventanas de población variable, permitiendo de ese modo que el operario establezca cuatro poblaciones variables.

5 La descripción anterior se presenta para posibilitar a un experto en la materia realizar y usar la invención y se proporciona en el contexto de una solicitud de patente y sus requisitos. Diversas modificaciones a la realización preferida del aparato, y las características y principios generales del sistema y los métodos que se describen en el presente documento serán inmediatamente evidentes a los expertos en la materia. Por lo tanto, la presente invención no se ha de limitar a las realizaciones del aparato, el sistema y los métodos que se han descrito en lo que antecede y que se ilustran en las figuras de dibujo, sino que se le ha de otorgar el más amplio alcance consistente con el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de monitorización para una plantadora agrícola de semillas que tiene una pluralidad de unidades de hilera, teniendo cada una de la pluralidad de unidades de hilera un miembro de regulación de profundidad y un dosificador de semillas que está adaptado para descargar semillas en una trayectoria de semillas, comprendiendo el sistema de monitorización:
- un sensor de semillas que está dispuesto con respecto a la trayectoria de semillas para generar señales de semilla a medida que pasan las semillas;
  - un sensor de carga que está asociado con al menos uno de los miembros de regulación de profundidad y que está dispuesto para generar unas señales de carga que se corresponden con cargas que se ejercen sobre el miembro de regulación de profundidad;
  - un visualizador;
  - un conjunto de circuitos de procesamiento que está eléctricamente acoplado de forma operativa con dicho visualizador, con cada sensor de carga y con cada sensor de semillas, configurado dicho conjunto de circuitos de procesamiento para monitorizar y presentar visualmente una información que está relacionada con el funcionamiento de la plantadora ("Información de Plantación de Semillas"), configurado adicionalmente dicho conjunto de circuitos de procesamiento para monitorizar y presentar visualmente una información que está relacionada con cargas que se ejercen sobre el miembro de regulación de profundidad ("Información de Carga").
2. El sistema de monitorización de la reivindicación 1, en el que dicha Información de Plantación de Semillas incluye saltos y múltiples que se detectan durante un periodo de muestreo.
3. El sistema de monitorización de la reivindicación 2, en el que dicha Información de Plantación de Semillas incluye semillas mal colocadas.
4. El sistema de monitorización de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
- un acelerómetro vertical que está asociado con al menos una de las unidades de hilera y que está dispuesto para detectar la aceleración vertical de la unidad de hilera a medida que la plantadora recorre el campo; configurado adicionalmente dicho conjunto de circuitos de procesamiento para calcular y presentar visualmente la rugosidad del desplazamiento de la unidad de hilera.
5. El sistema de monitorización de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
- un acelerómetro horizontal que está asociado con al menos una de las unidades de hilera y que está dispuesto para detectar la aceleración horizontal de la unidad de hilera a medida que la plantadora recorre el campo; configurado adicionalmente dicho conjunto de circuitos de procesamiento para calcular la relación de una desviación típica de dicha aceleración horizontal detectada dividida por una desviación típica de dicha aceleración vertical detectada y en el que, adicionalmente, dicho conjunto de circuitos de procesamiento está configurado para generar una condición de alarma si aumentan dichas desviaciones típicas de dicha aceleración horizontal detectada sobre dicha aceleración vertical detectada.
6. El sistema de monitorización de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
- un inclinómetro que está asociado con al menos una de las unidades de hilera y que está dispuesto para detectar el ángulo de la unidad de hilera con respecto a la vertical; configurado adicionalmente dicho conjunto de circuitos de procesamiento para generar una condición de alarma si dicho ángulo de unidad de hilera detectado con respecto a la vertical supera un límite previamente definido.
7. El sistema de monitorización de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
- una interfaz de usuario que está eléctricamente acoplada de forma operativa con dicho conjunto de circuitos de procesamiento para introducir una población de semillas objetivo; en el que el conjunto de circuitos de procesamiento está configurado adicionalmente para presentar visualmente de forma gráfica una población de semillas real en relación con dicha población de semillas objetivo.
8. El sistema de monitorización de la reivindicación 7, en el que dicha presentación visual gráfica incluye una presentación visual de gráfica de barras en la que una barra representativa de una tasa de siembra de semillas real de cada unidad de hilera se presenta visualmente en relación con una escala que está asociada con dicha población objetivo.
9. El sistema de monitorización de la reivindicación 1, en el que dicha Información de Plantación de Semillas incluye una representación pictórica de semillas que son plantadas por la unidad de hilera que indica semillas con buena separación, semillas mal colocadas, saltos de semilla y múltiples de semilla.

10. El sistema de monitorización de la reivindicación 1 o 3, en el que dicha Información de Carga incluye un margen de carga.

5 11. El sistema de monitorización de la reivindicación 1 o 3 o 10, en el que dicha Información de Carga incluye adicionalmente un parámetro de contacto con el suelo del miembro de regulación de profundidad.

12. El sistema de monitorización de la reivindicación 2 o 3, en el que dicho conjunto de circuitos de procesamiento está programado para calcular y presentar visualmente una pérdida económica basándose en dicha Información de Plantación de Semillas.

10 13. El sistema de monitorización de la reivindicación 10 u 11, en el que dicho conjunto de circuitos de procesamiento está configurado para calcular y presentar visualmente una pérdida económica basándose en dicha Información de Carga.

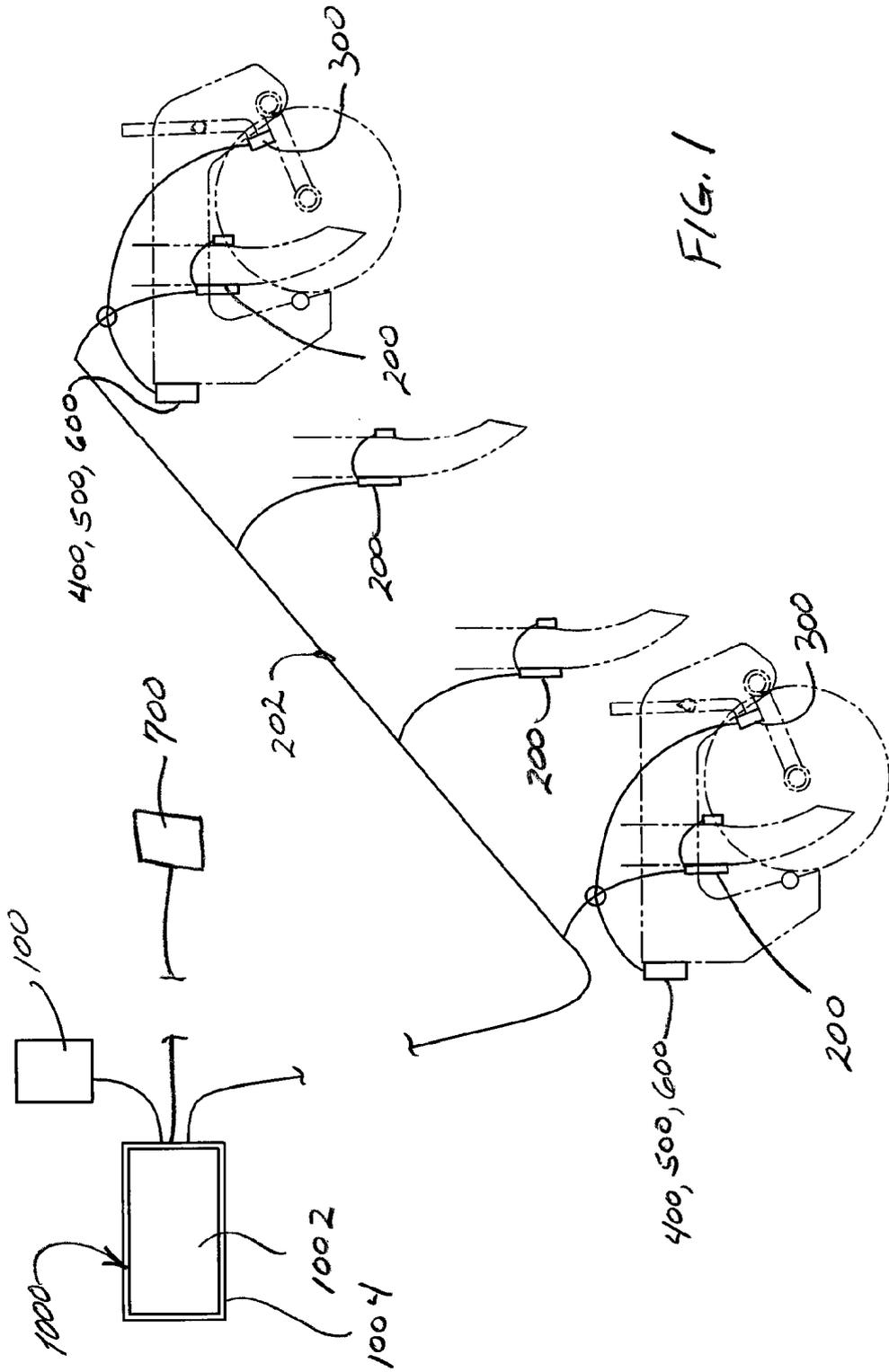


FIG. 1

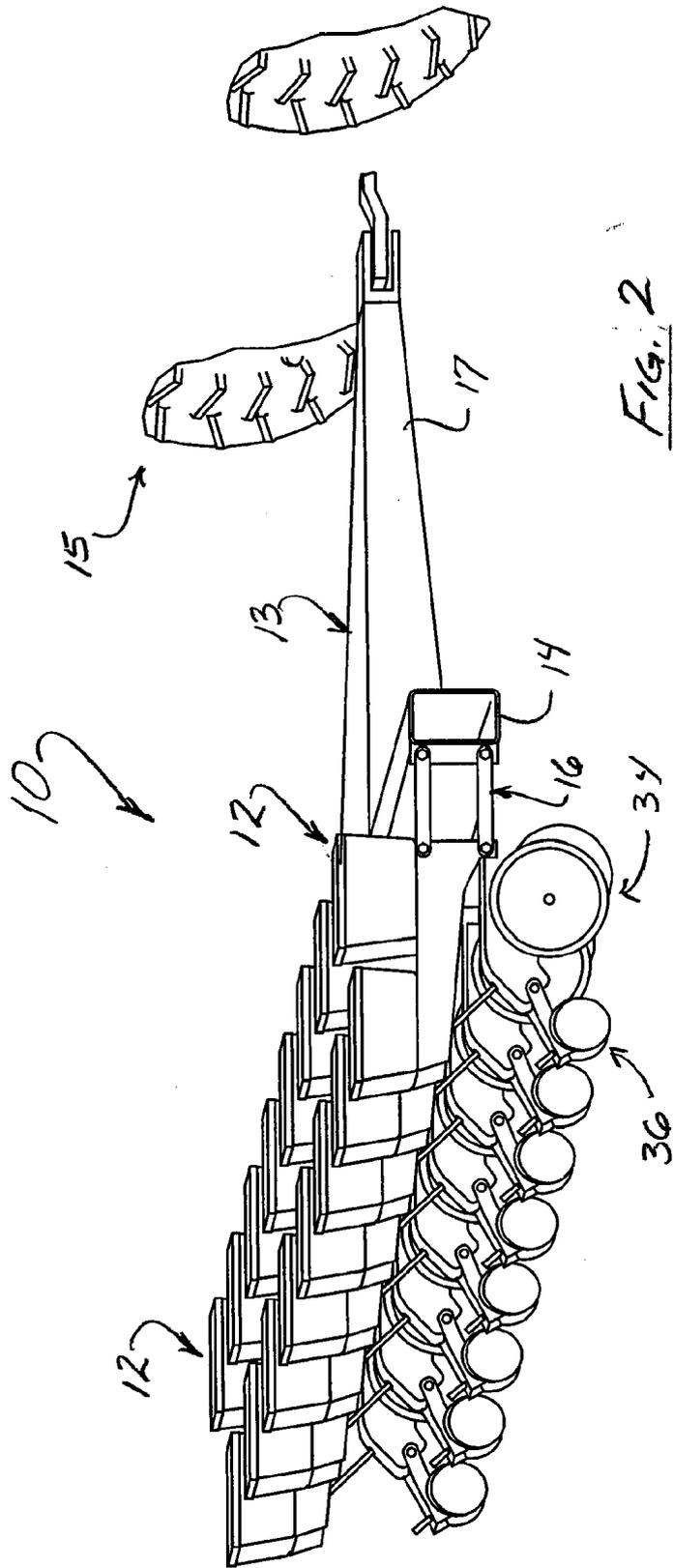
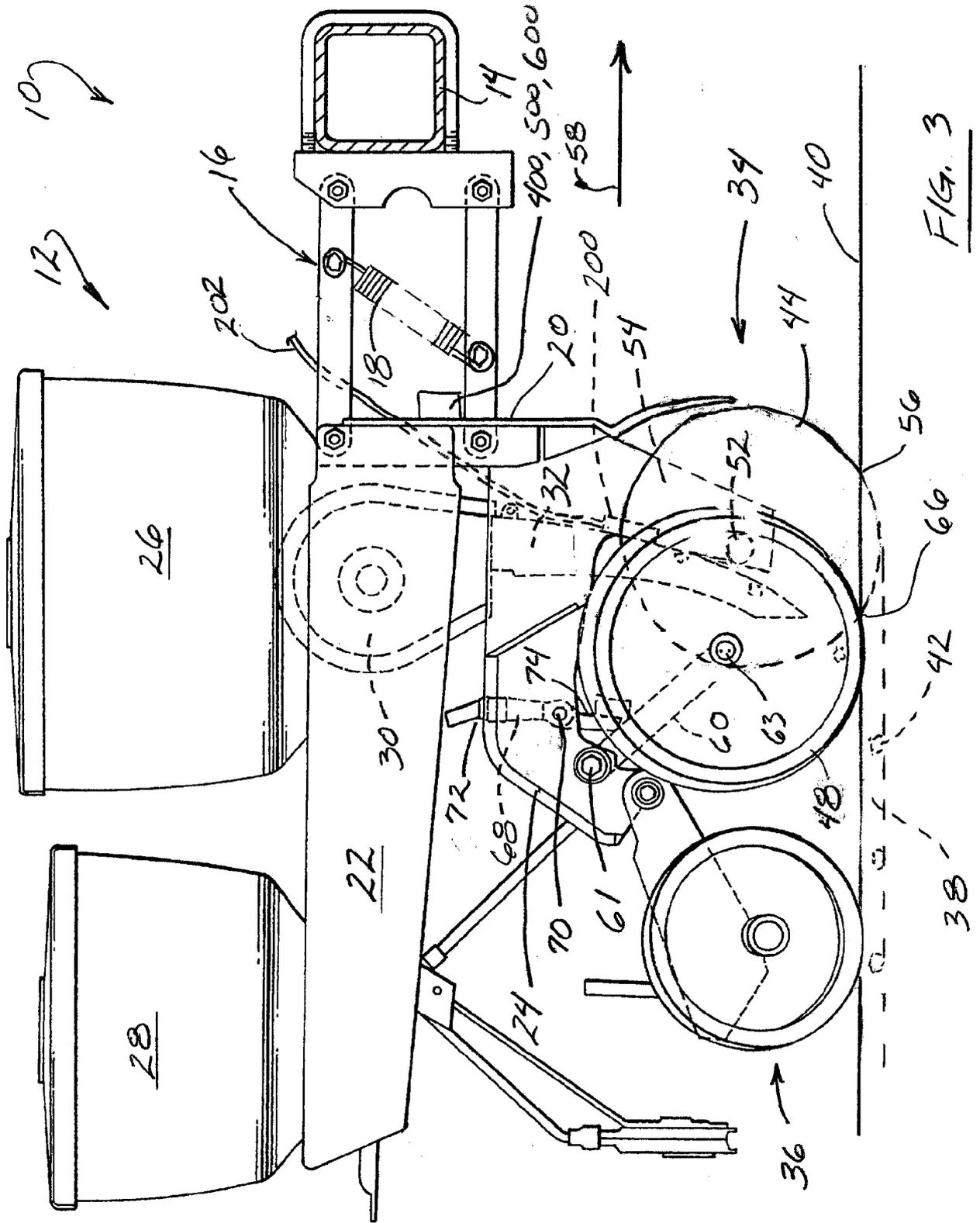


FIG. 2



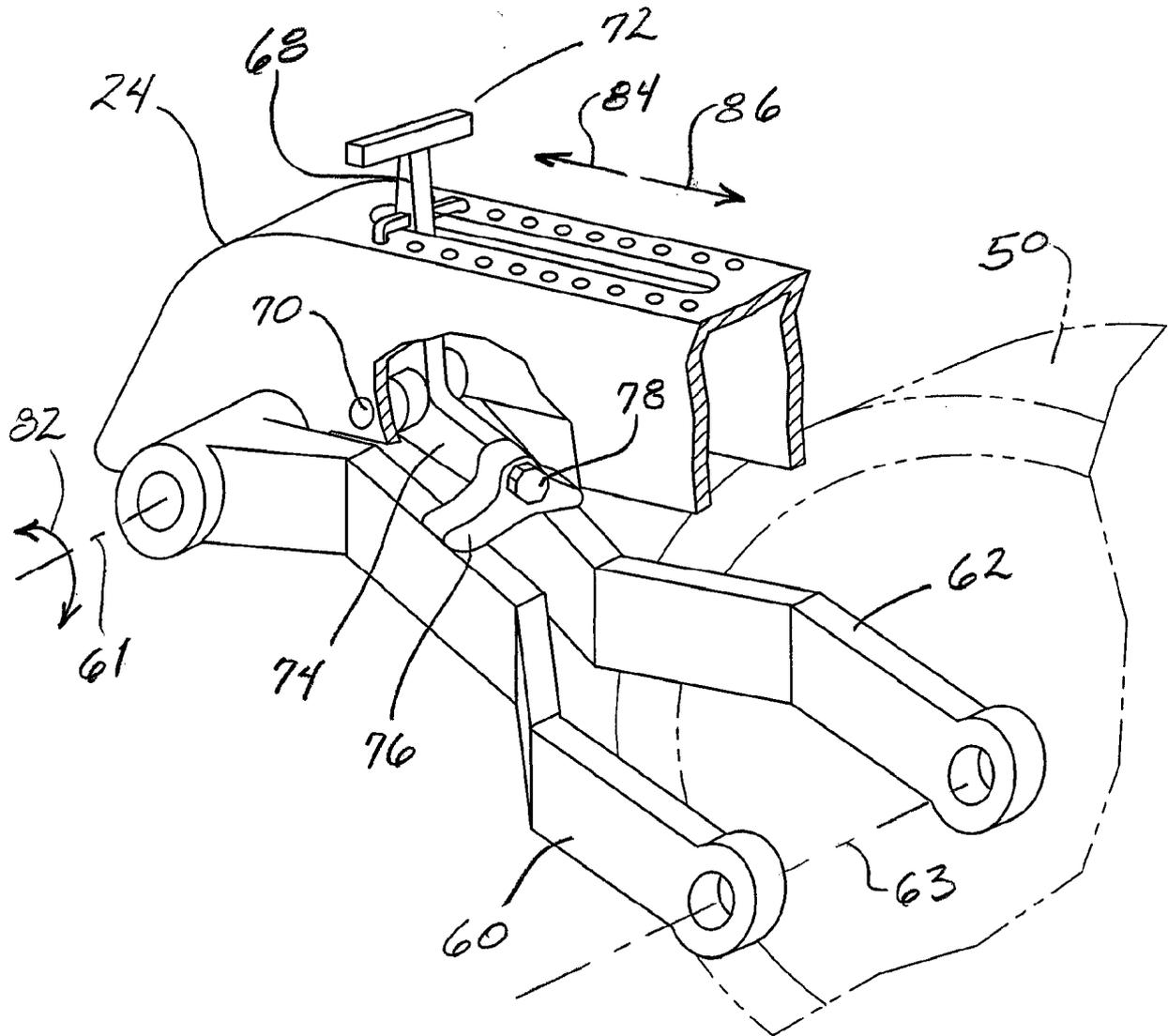


FIG. 4

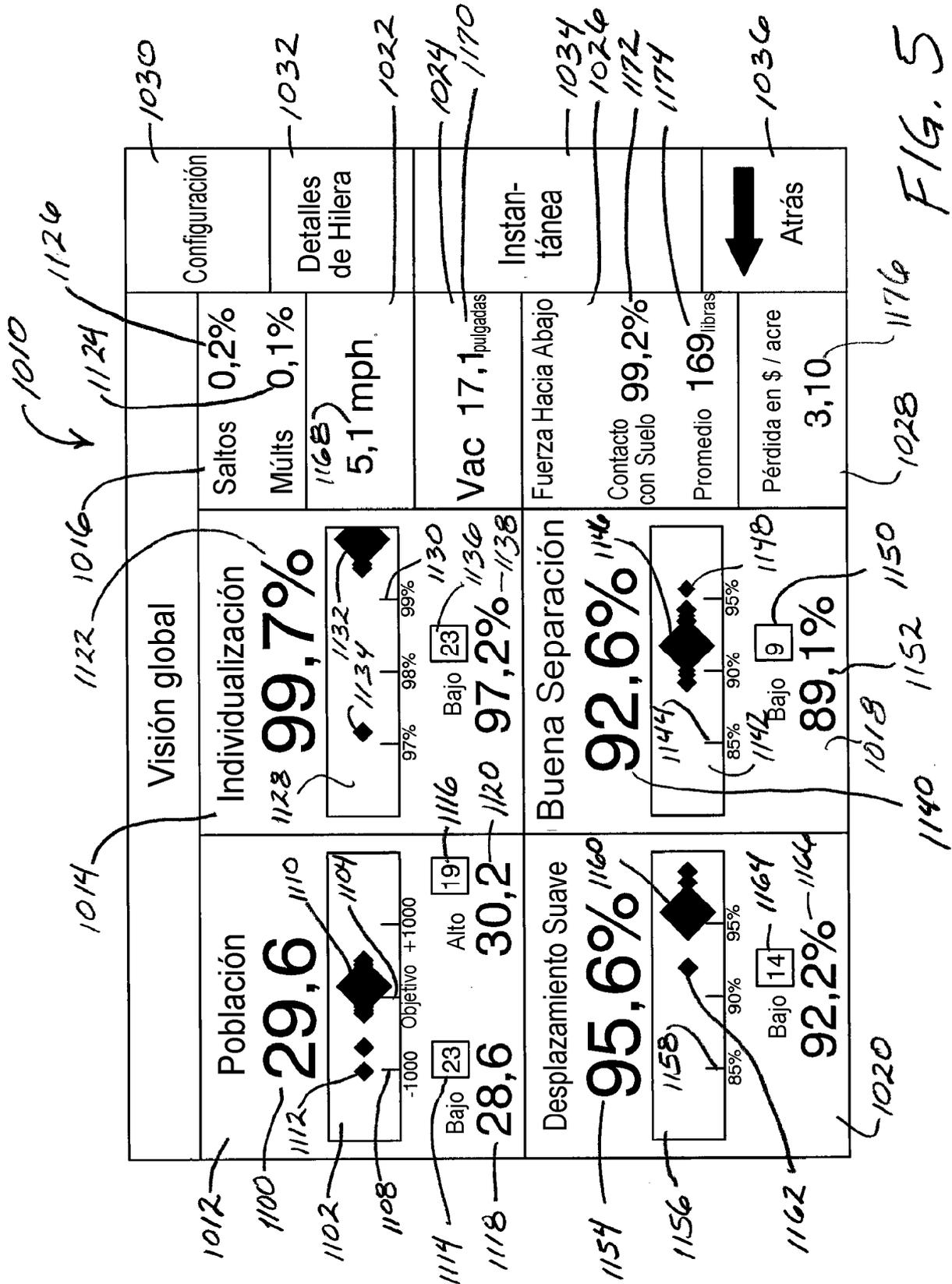


FIG. 5

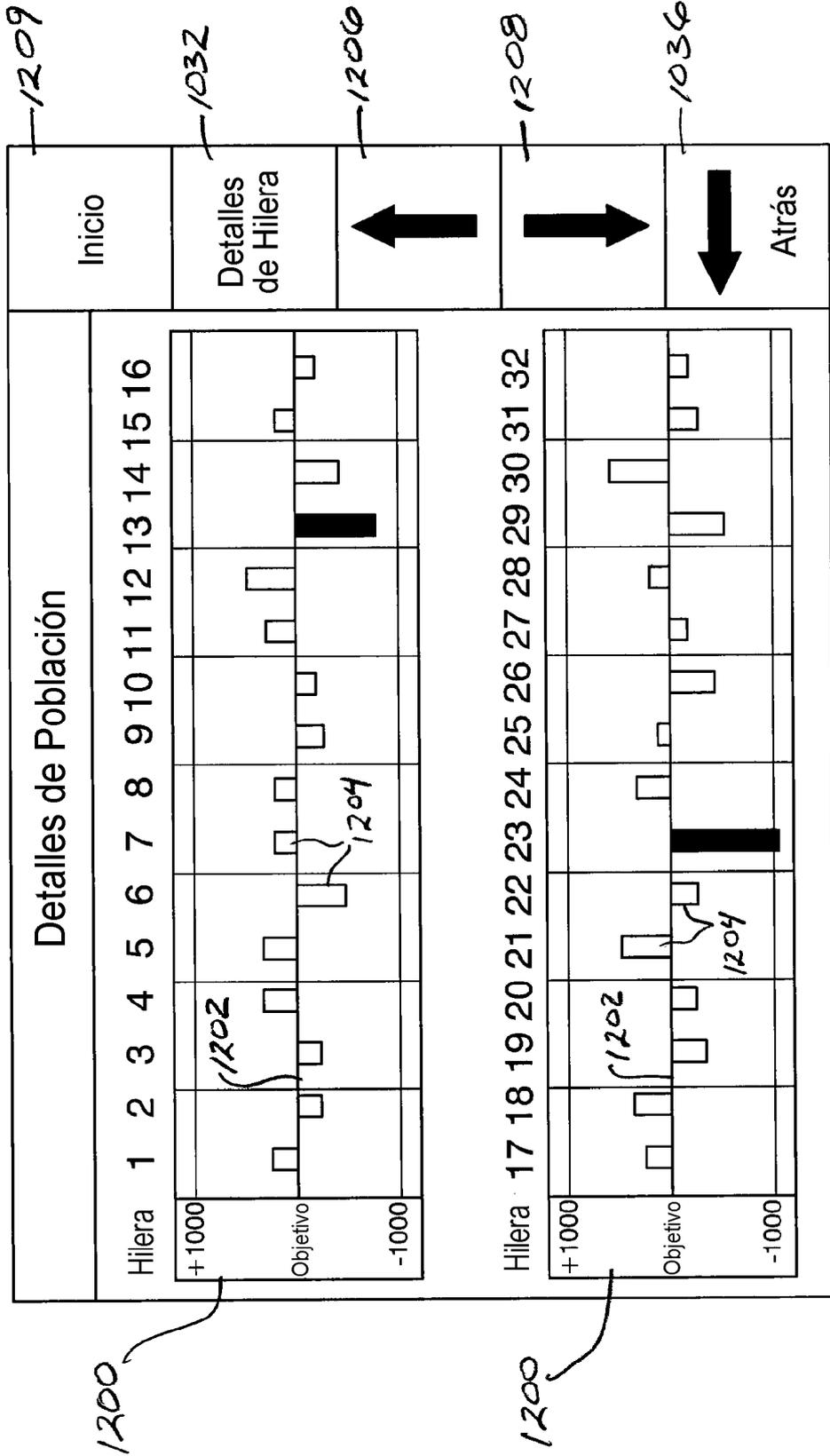


Fig. 6

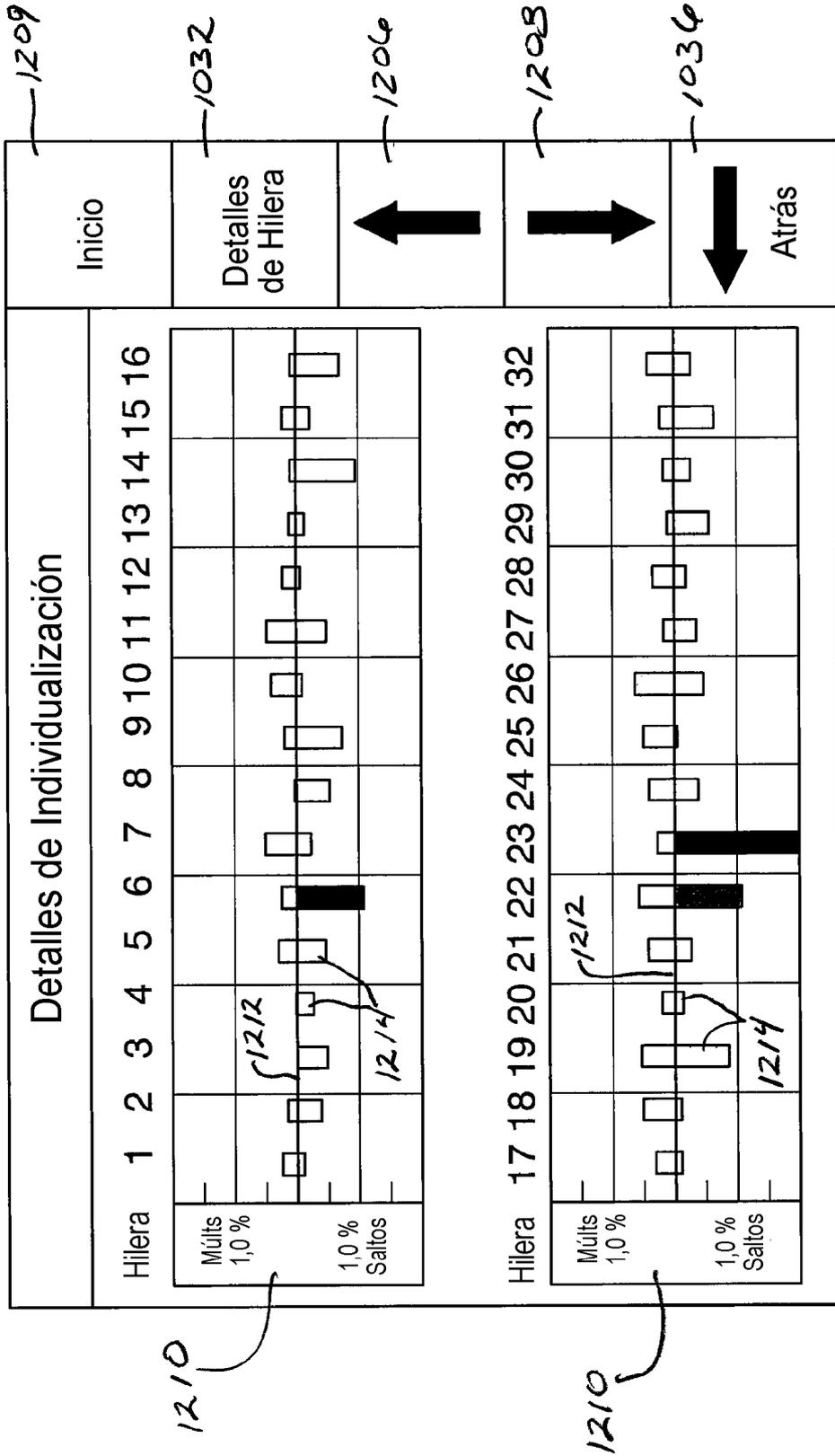


Fig. 7

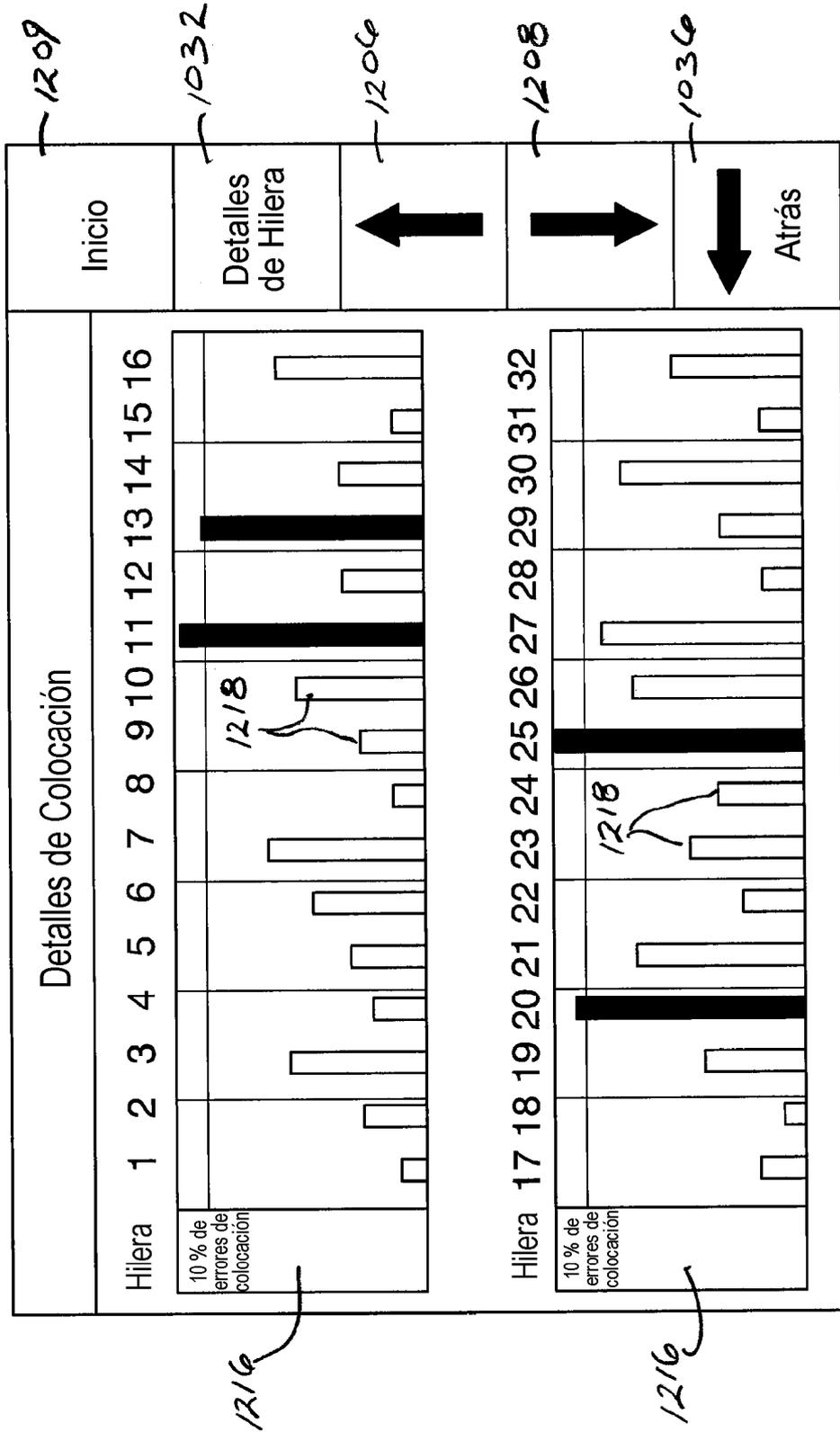


Fig. 8

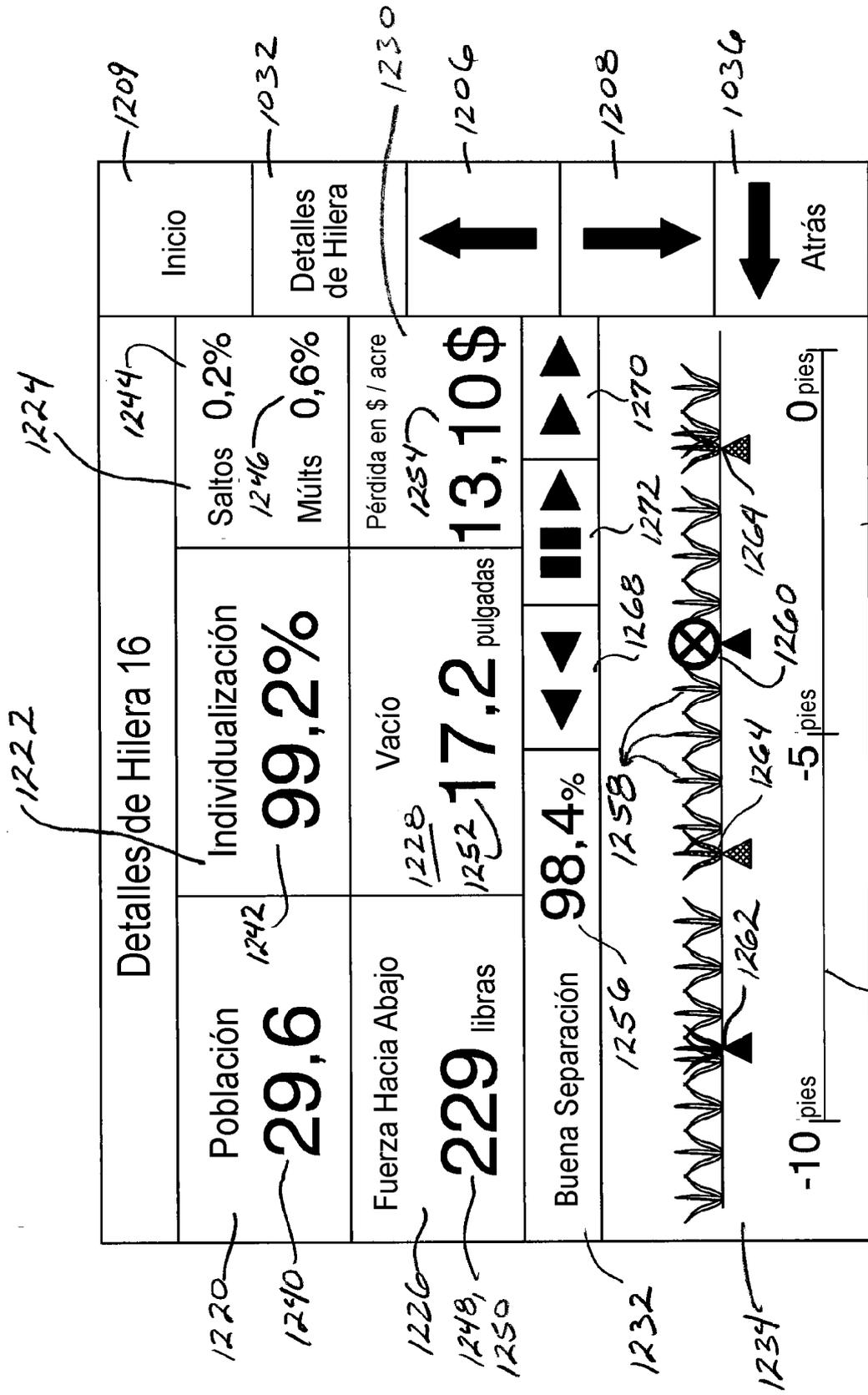


Fig. 9

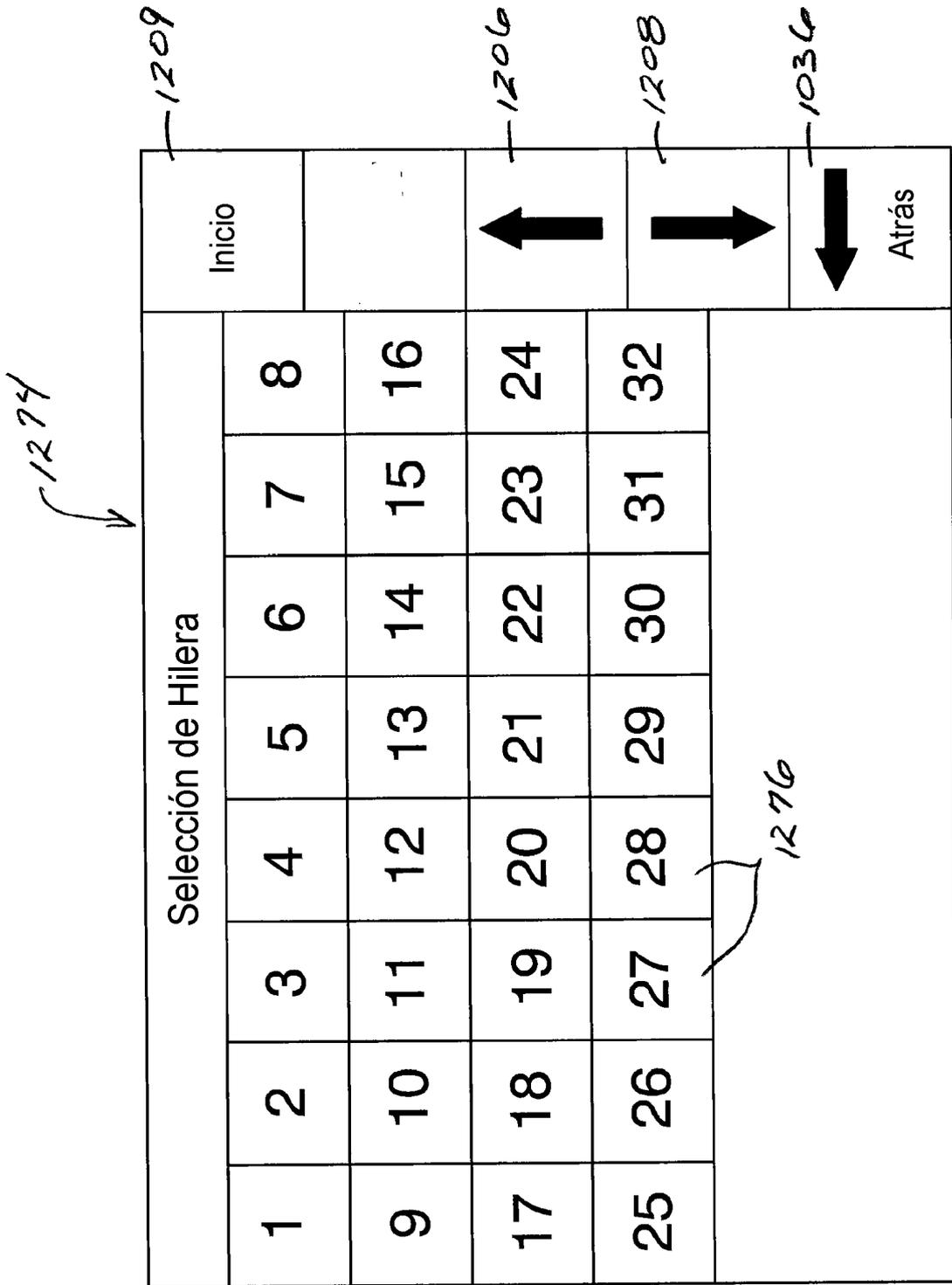


FIG 10

1300 ↘

1304 Configuración 1306		1308	1209 Inicio
1302 Campo	1332 Cosecha Maíz	Población 31.200	Límites de Población 1000
1324 12,124	Plantadora	1338 32 Hileras 1350 30" Hileras	Límites de Individualización 1% 1206
1310 Dosificador	1348 32 Hileras 1346 30" Hileras	1316 Semillas Promediadas	1208
1344 Vac		1352 300	1036
1312	Pérdida de Mazorcas	Archivo y Transferencia de Datos	Atrás
	Salto: (0,8) Doble: (0,4) Mal Colocadas: Espacio 2 pulgadas (0,2) Espacio 4 pulgadas (0,1)		

1318 1354 1320

FIG. 11

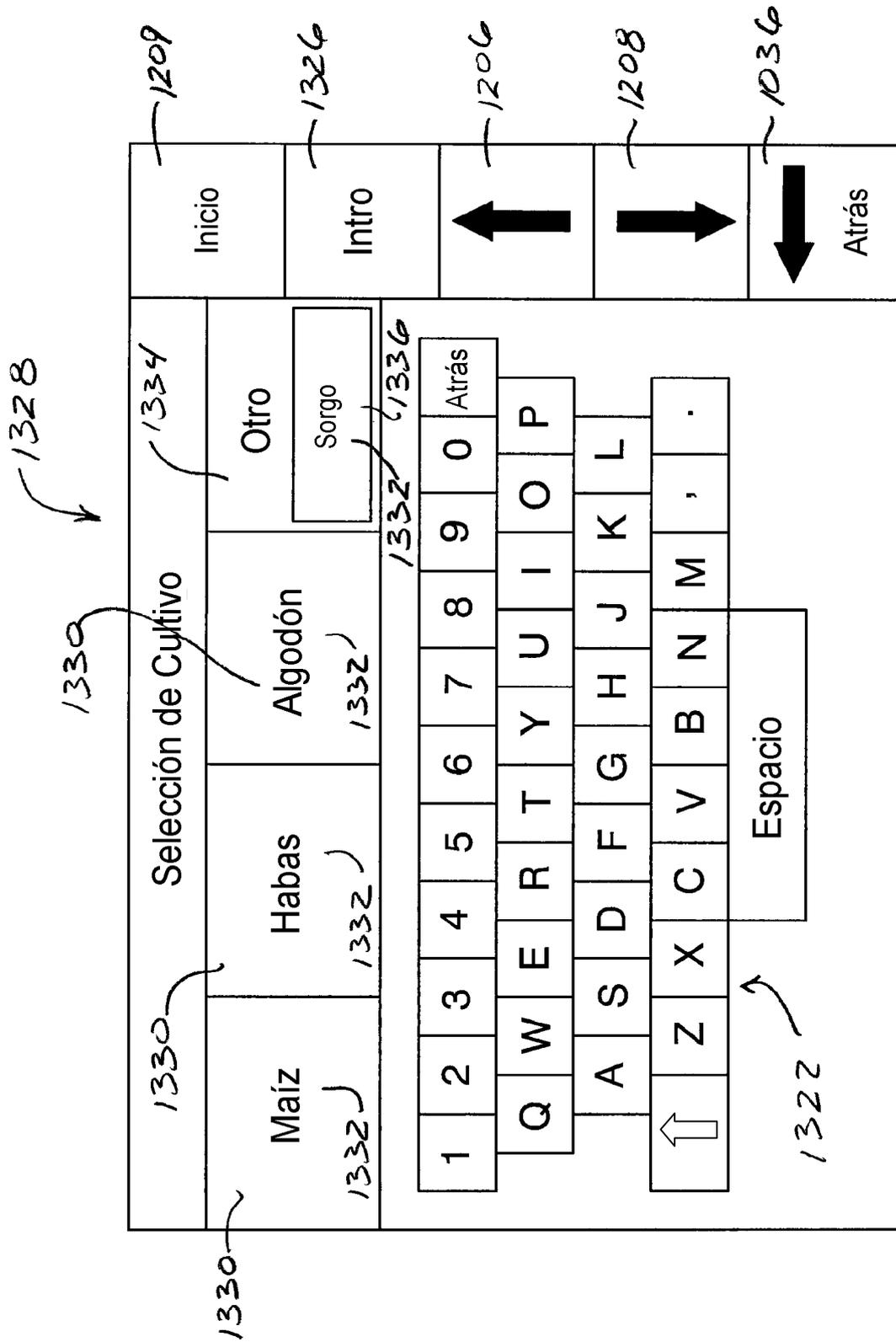


FIG. 12

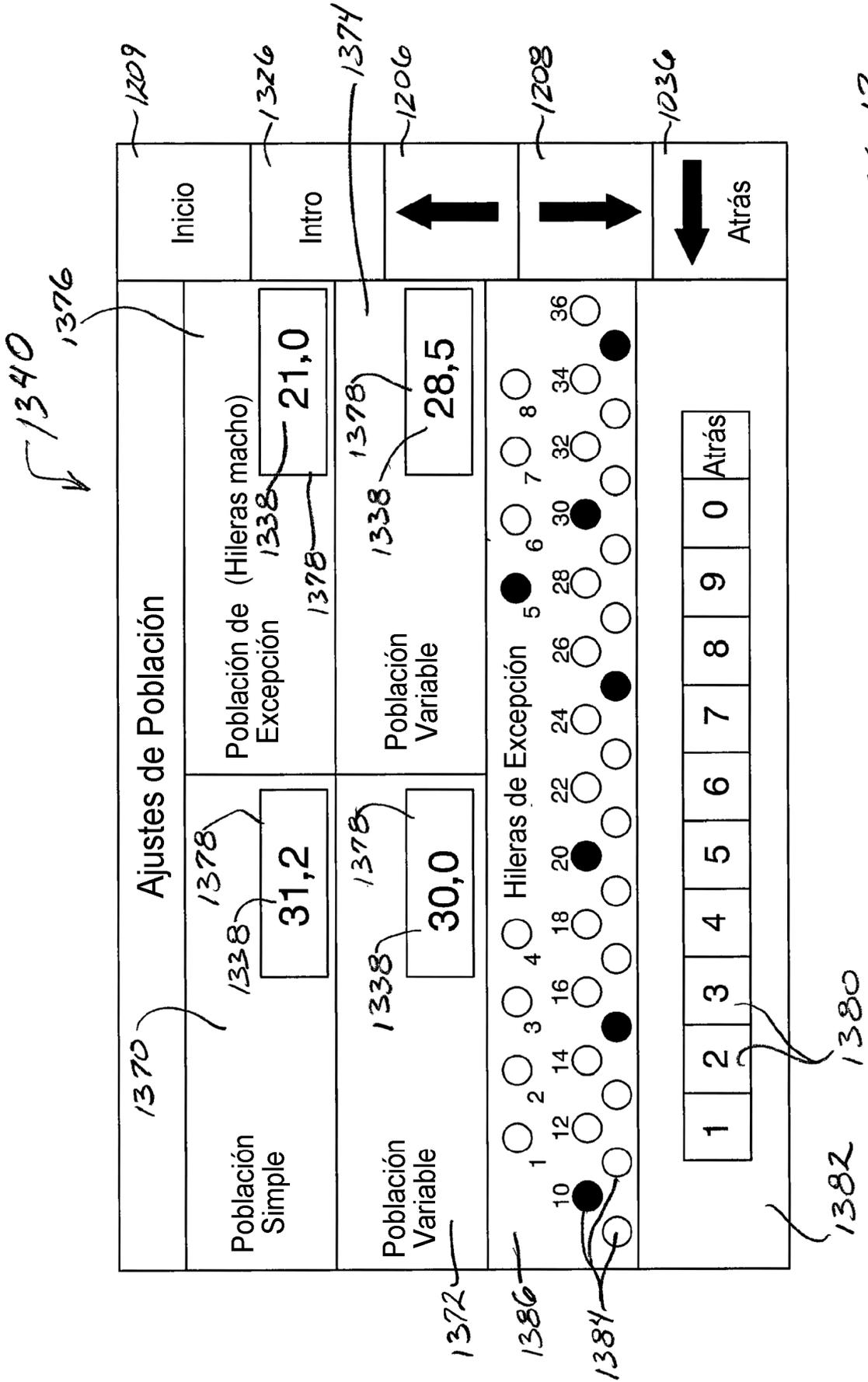


FIG. 13