

SISTEMA Y MÉTODO PARA EVALUAR Y DIAGNOSTICAR LAS CONDICIONES Y PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS ESPECÍFICAS DE UN SUELO AGRÍCOLA EN TIEMPO REAL

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un sistema y un método que permite integrar mediante una herramienta única de procesamiento la generación de datos espaciales de los suelos agrícolas para gestionar salidas gráficas representadas como mapas de contorno por variable analizada. El principio fundamental de operatividad del sistema o dispositivo es la captura de datos mediante el registro de resultados de pruebas de campo (manual o automatizado), asociadas particularmente a propiedades físicas, químicas y microbiológicas de los suelos, y según las características del cultivo a evaluar, dentro del entorno físico de una aplicación informática, que compone un directorio de registro. El sistema o dispositivo se compone de un dispositivo móvil que cuenta con una aplicación informática instalada, la cual dispone de un directorio para el registro de datos. Los datos se almacenan temporalmente en una plataforma en línea con opción de almacenar los datos en el dispositivo móvil. La aplicación informática dispone de al menos 5 módulos dispuestos para el ingreso de datos, cuando el usuario desea generar mapas para preparar terreno, programar riego, programar fertilización, ver informes o recurrir a una asistencia técnica especializada mediante el envío de los informes o salidas gráficas. El sistema o dispositivo opera mediante una conexión de internet o una conectividad de datos articulada al dispositivo móvil. Cada módulo incluye un directorio de procesamiento que permite ingresar una matriz de datos que incluye coordenadas geográficas (x, y, z), y los resultados de ensayos o datos de campo, partiendo de la definición de una malla de muestreo regular recomendada.

La presente tecnología tiene aplicación en el sector agrícola, y más específicamente, en el campo del análisis de las propiedades y condiciones físicas, químicas y microbiológicas de un suelo agrícola.

ESTADO DE LA TÉCNICA

La Ingeniería Agrícola y la Ingeniería Agronómica son ramas de la ingeniería que plantea sus desarrollos a partir de principios físicos, tales como la termodinámica, la mecánica de materiales y de fluidos, estática y dinámica, destinada al diseño, análisis y evaluación de las necesidades y solución de problemas técnicos, articulado en desarrollos científicos, especialmente en el campo de la Agricultura de Precisión, cuya finalidad es el desarrollo de metodologías, sistemas y dispositivos que fomenten el uso responsable de los recursos destinados a la producción agrícola, especialmente bajo entornos de variabilidad y cambio climático.

La Ingeniería de Riego y Drenaje, la selección de maquinaria agrícola e implementos para la preparación de terrenos y la generación de recomendaciones de fertilización de predios en función de las características de suelos, de cultivo, según condiciones climáticas representan campos de la Ingeniería Agrícola y Agronómica, que da lugar al desarrollo de sistemas y metodologías para la captura, almacenamiento, procesamiento y generación de salidas gráficas, en un entorno físico de aplicación informática, de manera que los agricultores tengan la posibilidad de gestionar consultas y recomendaciones en tiempo real partiendo de información capturada in situ.

Particularmente, las aplicaciones de la Agricultura de Precisión se constituyen como uno de los motores de desarrollo de las regiones con potencial y vocación agrícola, que dependen el uso racional de los recursos agua y suelo, tendientes para el desarrollo de los cultivos, la estabilidad de las cosechas y la garantía de seguridad alimentaria, más aún en un escenario de cambio climático que progresivamente afecta la disponibilidad de alimentos en diferentes regiones del mundo. La metodología planteada se fundamenta en investigaciones ejecutadas alrededor de a la implementación de Manejo por Sitio Específico, con base en análisis geoestadísticos, presentado en cualquier dispositivo móvil mediante una aplicación informática.

Teniendo en cuenta lo anterior, se debe tener presente que los suelos de vocación agrícola presentan condiciones variadas en sus propiedades y concentración de nutrientes, razón por la cual el manejo de un mismo terreno no puede ser homogéneo debido a las necesidades específicas de segmentos en los que se puede subdividir un área que requiera mayor o menor aplicación de agua de riego, intensidad en labranza, fertilizantes, entre otros. En este contexto, los productores carecen de información para el manejo segmentado de sus lotes para el riego, drenaje,

fertilización y preparación del terreno (arado primario para finalizar ciclo de cosecha y empezar una nueva).

De este modo, el manejo tradicional ha fomentado deterioro de recursos agua y suelo, elevación de recursos para la producción, mayor inversión de tiempo para lograr terrenos óptimos para la producción, que es lo que se busca suplir a través del sistema y método propuesto.

Existen diversas invenciones existentes constituidas para adelantar seguimientos particulares a esquemas de fertilización de cultivos, por medio de herramientas de modelación mediante algoritmos, de acuerdo con la demanda de fertilización de cada cultivo, la capacidad de suministro de fertilizantes por parte de los suelos y el efecto del fertilizante frente a pruebas de detección en suelos y pruebas de campo, tal y como se describe en la solicitud con número de publicación CN 113396681. Este modelo descrito es consolidado a partir de información recopilado mediante encuestas de fertilidad de tierras cultivadas o con datos de pruebas de campo locales, sobre una malla de muestreo definida pero no especificada.

Aunque el documento indica un modelo para establecer disponibilidad de nutrientes en el suelo, no se establece que la metodología parta de análisis por sitio de manejo específico o la implementación de técnicas de geoestadística. Tampoco se menciona la integración sobre una aplicación informática para la captura, almacenamiento y procesamiento de datos con un entorno gráfico de salida.

La patente de invención con número de publicación NC 2020/0006895, se refiere a un sistema para la recolección y procesamiento de información de cultivos con tecnologías de radiofrecuencia, conformado por: Servidores o infraestructuras de centros de datos para alojar software de gestión; Servidores de bases de datos que guardan y alojan información mediante internet desde un dispositivo portátil RFID; Un software o plataforma de control y monitoreo de recorrido que recibe y procesa la información que envía el dispositivo portátil RFID, comunicado con servidores de bases de datos para almacenar información por medio de la internet, dispuesto con interfases a los que los usuarios se conectan mediante estaciones fijas o móviles como computadores fijos o portátiles; Unos dispositivos portátiles lectores RFID que lleva el personal de los campos agrícolas, encargados de realizar las lecturas de las etiquetas RFID ubicadas en los cultivos o portadas por los operarios, incluyendo información de inventario, estado de plagas, estado del cultivo, con posibilidad de

posicionamiento GPS; Etiquetas RFID ubicadas en los cultivos agrícolas o portadas por los operarios que pueden ser activas o pasivas, encargadas de transmitir información del estado de los cultivos al dispositivo portátil RFID, llevado por el personal que se encuentra dentro del cultivo; Estaciones de usuario fijas como computadores fijos o portátiles y teléfonos inteligentes o tabletas.

Aunque esta patente describe un sistema robusto para el control de información capturada, almacenada y procesada en campo, no se manifiesta que la esencia de esta sea el manejo por sitio específico con base en el uso de herramientas geoestadísticas. Si bien se menciona que toda la información de consulta de datos se puede realizar a través de dispositivos móviles o cualquier otro tipo de equipo, no se manifiesta que este sistema tenga incorporado un soporte.

La patente modelo de utilidad con número de publicación CN 214010402, describe un dispositivo de recolección y monitoreo que incluye un sensor de iluminación y una cámara de monitoreo, usados para la recolección de datos (intensidad de iluminación), y datos de video. También recopila datos de un sensor de temperatura, un sensor de humedad y un sensor de pH instalados en el suelo, mediante sondas, manteniendo la continuidad en la recolección de datos.

Esta patente plantea un dispositivo de recolección y monitoreo de datos, pero no refleja una fundamentación de análisis de manejo por sitio específico que fomente la generación de mapas espaciales. Además, los datos se capturan mediante sondas.

La patente con número de publicación CN111522312, divulga una plataforma en la nube de agricultura inteligente, comprendiendo un sistema de toma de decisiones, una plataforma en la nube, un sistema de riego y un sistema de adquisición de datos, múltiples cámaras, maquinaria agrícola, equipos y un sistema de suministro de energía, con enlaces entre los diferentes dispositivos, e incluyendo conectividad con sensores dispuestos en el suelo, sensores de calidad de agua de riego, permitiendo monitorear el entorno del cultivo de manera integral.

A pesar de que la patente describe un sistema integrado de monitoreo de cultivo, no se fundamenta en los principios de manejo por sitio específico.

Adicionalmente, en el estado del arte existe una pluralidad de divulgaciones relacionadas con métodos o sistemas que permiten hacer una evaluación de las

propiedades generales de un suelo agrícola, dentro de las que se encuentra el documento JP 2001344381 que hace referencia a un sistema de recolección y control de información de plantaciones, en donde un usuario y unas plantaciones están conectados entre sí por medio de computadores personales a través de una red de comunicación. Las plantaciones tienen las computadoras personales en cada sala de control conectadas a instalaciones específicas de radio pequeña (radio SS). Las tierras de cultivo de cada plantación están divididas y unas cámaras de video están equipadas en el mismo procesador de información meteorológica, un rociador automático y similares. Además, se preparan las instalaciones de radio y transmisión de señal, se preparan los terrenos de cultivo para ser controlados por las computadoras personales de cada sala de control, de modo que la situación de control pueda ser conocida también por los usuarios.

Sin embargo, la invención descrita en esta anterioridad presenta el inconveniente que no se especifica una comunicación en nube por wifi o teléfono inteligente, al tiempo que no se indica que la información sea suministrada en tiempo real, lo cual es indeseable porque no permite hacer un monitoreo concreto y acertado. Además, no se indican módulos de programación de riego, preparación de terreno, fertilización, informes, o asistencia especializada.

De otra parte, se encuentra el documento CN 111522312 relacionado con una plataforma de nube agrícola inteligente, que se relaciona con el campo de Internet de las Cosas, y comprende un sistema de toma de decisiones, una plataforma de nube y un sistema de riego, un sistema de adquisición de información agrícola, una pluralidad de primeras cámaras, equipos de maquinaria agrícola y un sistema de suministro de energía que están conectados con la plataforma en la nube, el sistema de toma de decisiones controla de forma remota la operación de cada sistema y/o equipo en una base agrícola a través de la plataforma en la nube; el sistema de suministro de energía está conectado con el sistema de riego, la primera cámara, el sistema de adquisición de información agrícola y el equipo agrícola y suministros de energía; el sistema de adquisición de información agrícola comprende una pluralidad de segundas cámaras, una pluralidad de sensores de suelo y una pluralidad de sensores de calidad del agua, y las primeras cámaras, las segundas cámaras, los sensores de suelo y los sensores de calidad del agua están distribuidos en la base agrícola a intervalos preestablecidos. Los sensores se utilizan para monitorear el entorno de una base agrícola y el vigor de crecimiento de los cultivos, el sistema de toma de decisiones emite estrategias a tiempo de acuerdo

con la información recopilada, se logra una agricultura inteligente y se demuestra la alta eficiencia, razonabilidad y cientificidad de la producción agrícola mejorada.

No obstante, aunque esta anterioridad divulga un sistema para la gestión de variables en un cultivo por medio del uso de información almacenada en la nube, donde se tiene un módulo de control de riego o incluso programación, así como toma de decisiones de acuerdo con el cultivo, presenta el inconveniente que la plataforma se basa en el Internet de las Cosas (IoT), lo cual es una tecnología considerada como compleja que tiene diferentes tipos de aplicación, al tiempo que no menciona módulos de preparación de terreno, fertilización, informes, o asistencia especializada, ni medición en tiempo real.

Ahora bien, la solicitud de patente internacional WO 2015132429 divulga un procedimiento para la determinación cuantitativa de propiedades fisicoquímicas de suelos o residuos sólidos, caracterizado porque comprende una etapa de determinación de la resistividad del suelo a evaluar, una etapa de toma de muestras y análisis de las mismas y una etapa de obtención de la relación de las propiedades fisicoquímicas del suelo o residuo con los valores de resistividad obtenidos mediante tratamiento estadístico de los datos. Así, la determinación de la resistividad del suelo o residuo sólido a evaluar se hace mediante tomografía eléctrica, en al menos tres emplazamientos, que comprende el uso de electrodos metálicos, el paso de toma de muestras de suelo o residuo comprende al menos tres perforaciones o sondeos sobre cada uno de los perfiles de tomografía donde se toman al menos tres muestras en cada uno de los sondeos, así como la toma de al menos tres muestras control por perfil.

Sin embargo, esta anterioridad está limitada, dado que no menciona el uso de una red de comunicaciones o la conexión a WiFi o un teléfono inteligente, así como el uso de la nube para el almacenamiento de datos, por lo que no permite hacer un monitoreo remoto y constante de las condiciones del suelo.

Ahora bien, también está el documento CN 205983048 relacionado con un sistema de control monitoreado inteligente agrícola basado en redes de elementos, que incluye: tierra tradicional para el distrito de cultivos de campo y zona de prueba de inspección de orientación a largo plazo, está provisto de una estación meteorológica automática entre la tierra tradicional para el distrito de cultivos de campo y el zona de prueba de inspección de orientación a largo plazo, distrito fértil, el distrito fértil a

largo plazo y el distrito de fertilizantes de fórmula se distinguen, tienen en esos años en la zona de prueba de inspección de orientación que incluye la fertilización convencional durante mucho tiempo, sistema de control monitoreado inteligente agrícola basado en conexión en red que incluye un servidor, una máquina terminal de control y configura la terminal de monitoreo de video, el centro de análisis del espectro solar y la computadora del monitor en la tierra tradicional para el distrito de cultivos de campo y la orientación a largo plazo para inspeccionar la zona de prueba de un lado, la tierra tradicional para el cultivo de cultivos de campo distrito, el distrito convencional de aplicando fertilizante. A través del modo mencionado anteriormente, el método de detección tradicional y el monitoreo inteligente de redes de cosas es usado para combinar, constituir una red de detección de datos tridimensionales, configuración y prescripción de fertilizante de cultivo y medio ambiente más adecuado.

No obstante, al igual que con otras anterioridades, esta invención se limita a definir métodos o sistemas locales, dado que no se indica que haya una conexión WiFi o por teléfono inteligente ni una aplicación móvil asociada, al tiempo que no enseña módulos de programación de riego, preparación de terreno, informes, o asistencia especializada, por lo que no es posible hacer un monitoreo en tiempo real.

Por otra parte, la solicitud de patente CN 105955161 describe un sistema de control agrícola inteligente que comprende un sistema de monitoreo de microclima agrícola y un sistema de análisis de control de computadora que están conectados a través de una tecnología inalámbrica 4G, el sistema de monitoreo de microclima agrícola comprende un sensor de temperatura, un sensor de humedad, un sensor de iluminación, un sensor de concentración, una aeronave, un sistema de disparo en tiempo real multicámara y un dispositivo de recopilación de información, y el sistema de análisis de control por computadora comprende un módulo de recepción de información, un módulo de análisis de información y un módulo de procesamiento de información. El sistema de control agrícola inteligente puede predecir la situación climática de una pequeña área agrícola con precisión mediante el sistema de monitoreo de microclima agrícola y el sistema de análisis de control por computadora, proporciona un medio de monitoreo de video visual para monitorear oportunamente las situaciones, como la situación de crecimiento del cultivo, las enfermedades de las plantas y las plagas de insectos, el daño del viento, etc., es conveniente para los trabajadores agrícolas para verificar la información agrícola en

diferentes momentos del día, y envía las medidas de alarma cuando los datos no cumplen con los requisitos, realizando así el control agrícola inteligente.

Sin embargo, esta anterioridad presenta la desventaja que no se especifica el uso de módulos de programación de riego, preparación de terreno, fertilización, informes, o asistencia especializada, todos para el uso de información en tiempo real.

Así mismo, el documento CN 103310613 hace referencia a la monitorización de la información del entorno del suelo de una tierra de cultivo, y en particular se refiere a un dispositivo móvil de monitorización remota de red ad-hoc de la información del entorno del suelo. El dispositivo de monitoreo remoto de red ad-hoc móvil comprende un dispositivo de nodo de adquisición de información del entorno del suelo, un canal de transmisión de información remota y un servidor remoto, donde el dispositivo de nodo de adquisición consta de un panel de batería solar, un soporte móvil, una caja de control de adquisición de datos, un sensor de elementos del suelo y un dispositivo de posicionamiento por satélite; el soporte móvil proporciona soporte para el panel de batería solar y la caja de control de adquisición de datos; el sensor de elemento de suelo y el dispositivo de posicionamiento por satélite se comunican respectivamente con un circuito de adquisición de datos en la caja de control de adquisición de datos mediante una interfaz enchufable; el panel de batería solar proporciona energía para todo el sistema. El dispositivo de monitoreo remoto de red ad-hoc móvil tiene las ventajas de que los datos del entorno del suelo de las tierras de cultivo para todo clima de una pluralidad de puntos de monitoreo pueden mostrarse en el servidor remoto, las posiciones geográficas precisas de los puntos de monitoreo pueden ser adquiridas por el dispositivo de posicionamiento satelital, y la información de los datos se puede reflejar en un formulario de mapa electrónico para que sea muy intuitivo.

No obstante, esta anterioridad presenta el problema que requiere el uso de una serie de sensores y no se mencionan módulos de programación de riego, preparación de terreno, fertilización, informes, o asistencia especializada que permitan hacer un monitoreo de las condiciones de suelo en tiempo real.

Finalmente, se tiene el documento EP 3340130 que enseña un método y un sistema para predecir la condición del suelo y/o de la planta en agricultura de precisión con una clasificación de datos de medición para proporcionar una asignación de una

parcela de medición a clases de interés, en donde la asignación se utiliza para proporcionar recomendaciones de acción, particularmente en tiempo real o casi en tiempo real, a un agricultor y/o a un dispositivo agrícola basado en datos de medición adquiridos, particularmente datos de sensores remotos, y donde un modelo de clasificación es entrenado por una máquina algoritmo de aprendizaje, por ejemplo basándose en el aprendizaje profundo para el aprendizaje supervisado y/o no supervisado, y se refina y adapta potencialmente de forma continua gracias a un procedimiento de retroalimentación.

Sin embargo, al igual que con otros documentos de arte previo, esta anterioridad presenta el problema que no especifica el uso de módulos de programación de riego, preparación de terreno, fertilización, informes, o asistencia especializada, ni tampoco se indica el uso de almacenamiento en la nube ni comunicación por WiFi o teléfono inteligente para poder llevar a cabo un monitoreo en tiempo real.

Ahora bien, en el estado del arte también hay una serie de artículos científicos relacionados con esta tecnología, dentro de los que se encuentra el titulado “*Smart autonomous agricultural system for improving yields in greenhouse based on sensor and IoT technology*”, divulgado por Djordjevic et al., 2020, el cual enseña un sistema de agricultura inteligente reconfigurable como parte de una granja inteligente, en donde el sistema presentado es completamente autónomo, lo que significa que monitorea los parámetros microclimáticos en el invernadero y los parámetros atmosféricos que pueden afectar negativamente al invernadero y, de acuerdo con los requisitos del usuario, controla los parámetros en el invernadero y protege la construcción del invernadero. El sistema de agricultura inteligente presentado brinda la capacidad de monitorear, medir, recopilar y controlar parámetros microclimáticos y atmosféricos para lograr condiciones de cultivo óptimas para aumentar la calidad del rendimiento. Además del control principal de la unidad que monitorea los parámetros microclimáticos en el invernadero, se encuentran los nodos de control que controlan el sistema de riego, el sistema que controla la red de seguridad, y también sistemas como ventilación, iluminación, puertas del invernadero, etc. activado. El seguimiento de los resultados de la medición es posible utilizando la aplicación de teléfono inteligente implementada. Con esta aplicación, es posible controlar todos los parámetros del invernadero que se está monitoreando y, en particular, múltiples sistemas de registro de datos.

Así mismo, el documento “*Cloud of things for smart agriculture*” de Ravindranath et al., 2019 enseña la combinación de IoT y la nube que se ha convertido en una tecnología próxima y las aplicaciones de IoT y la nube se han utilizado en muchos sectores de la agricultura, la seguridad y las ciudades inteligentes. IOT no es más que una gran cantidad de dispositivos físicos que están conectados a Internet para acceder y compartir datos. Los principales componentes de IOT son los sensores. IOT se implementa de tal manera que la información se recopila a través de sensores que se almacenan en la nube y el procesamiento de la información recopilada se puede realizar mediante el desarrollo de una aplicación en la nube. Así, se logra la implementación del sistema de riego automático para que un agricultor pueda operar el motor desde una aplicación basada en la nube. Los datos de los sensores se envían desde el módulo de front-end que son sensores al módulo de back-end que es una nube para almacenar datos, visualizar los datos y también permite al agricultor operar los dispositivos desde una aplicación que se desarrolla en la nube. La transmisión de datos desde el módulo de front-end al módulo de back-end es a través de la ayuda del módulo de puerta de enlace que consta de un microcontrolador Arduino y un nodo MCU para proporcionar el Wi-Fi para transferir los datos a la capa de back-end.

Ninguna de los documentos consultados y referenciados describe un sistema o metodologías asociadas con la captura, almacenamiento y procesamiento de datos agrícolas con una percepción fundamentada en el manejo por sitio específico, a partir de análisis geoestadísticos.

A partir de la información anterior, es claro que los documentos existentes en el estado del arte corresponden a una serie de sistemas o métodos que permiten hacer un monitoreo constante de un área específica para evaluar las condiciones generales de un suelo agrícola, en donde se emplean diferentes técnicas de monitoreo, principalmente por medio de redes de almacenamiento local que pueden ser revisadas posteriormente por parte del personal encargado.

Así las cosas, se puede ver que los dispositivos divulgados en el arte previo todos presentan el inconveniente y la desventaja que no presentan módulos de programación de riego, preparación de terreno, fertilización, informes, o asistencia especializada, al tiempo que en la mayoría de dichos documento no se hace uso de herramientas tecnológicas fundamentales que son usadas en la actualidad, tal como el uso de almacenamiento en la nube y comunicación por WiFi o teléfono inteligente,

lo cual permite que se pueda llevar a cabo un monitoreo en tiempo real de las condiciones del suelo agrícola.

Por lo tanto, es claro para el experto en la materia que en el estado del arte existe una necesidad por diseñar e implementar un sistema o un dispositivo que permita que el productor pueda conocer las necesidades segmentadas de su suelo para una administración sostenible de sus recursos, que le permitan una producción más eficiente y a menores costos, donde todo este monitoreo sea por medio de herramientas tecnológicas que permitan hacer un monitoreo en tiempo real y llevar a la toma adecuada de decisiones.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FIGURAS

Figura 1. Vista esquemática del sistema o dispositivo de integración de la presente invención, que muestra los elementos del sistema de captura, almacenamiento, procesamiento y generación de salida gráfica en un entorno de aplicación informática.

Figura 2. Vista general esquemática del suelo a ser analizado y la ubicación de los sensores asociados para hacer las respectivas mediciones y obtener el resultado deseado.

Figura 3. Vista general de los componentes físicos y tecnológicos asociados con el sistema o dispositivo de la presente invención, donde se evidencia el dispositivo móvil, los sensores y la comunicación entre varios de éstos.

Figura 4. Vista esquemática (tipo diagrama de flujo) del método asociado con el sistema mostrado en las Figuras 1 a 3, donde dicho esquema describe las etapas de la metodología de captura, almacenamiento, procesamiento y generación de salida gráfica en un entorno de aplicación informática.

Figura 5. Vista esquemática del sistema de la presente invención, donde se muestra el detalle de los módulos, la salida gráfica y demás componentes que permiten mostrar una salida específica.

Figura 6. Vista esquemática del sistema de la presente invención mostrando el computador de escritorio y la interacción entre los componentes o elementos que forman parte del mismo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El principio fundamental de operatividad del sistema o dispositivo de la presente invención es la captura de datos mediante el registro de resultados de pruebas de campo (manual o automatizado), asociadas particularmente a propiedades físicas, químicas y microbiológicas de los suelos, y según las características del cultivo a evaluar, dentro del entorno físico de una aplicación informática, que compone un directorio de registro. El almacenamiento temporal de datos se fundamenta en un sistema de conexión en la nube, a través de una conexión a internet disponible en WiFi o datos de un teléfono inteligente o Tablet.

Así mismo, el procesamiento de los datos parte de un código de programación que permite gestionar la generación de un modelo geoestadístico con procesamiento en la nube y que permite la obtención de resultados gráficos en forma de mapas de contorno, permitiendo visualizar la distribución espacial de los parámetros recolectados de campo. El agricultor tiene una disponibilidad de resultados y la posibilidad de enviar estos a diferentes profesionales para gestionar recomendaciones en tiempo real sobre los resultados gráficos, y de esta manera facilitar la toma de decisiones sobre el desarrollo de actividades de riego y drenaje, preparación de terreno o gestión de fertilizantes. Estos procesamiento y las salidas gráficas se pueden desarrollar en cualquier día, siempre y cuando se mantenga una conexión de internet activa con WiFi o datos sobre un dispositivo tal como un teléfono inteligente o una Tablet.

La configuración de sistemas y dispositivos que capturan, almacenan y procesan datos se limita a datos puntuales, sin la posibilidad de ofrecer entornos gráficos espaciales y para diferentes momentos de desarrollo de los cultivos.

De acuerdo con esto, la presente invención se refiere a un sistema o dispositivo de integración mediante una herramienta única de procesamiento de la generación de datos espaciales de los suelos agrícolas para gestionar salidas gráficas representadas como mapas de contorno por variable analizada, y su método asociado.

De este modo, las Figuras 1 a 3 muestran el sistema de la presente invención de integración, donde dicho sistema se caracteriza porque comprende o está compuesto principalmente de los siguientes componentes o partes que lo diferencian de los existentes en el estado del arte.

Un dispositivo (1) que se compone por una terminal móvil (2) que cuenta con una aplicación informática (3) instalada, la cual dispone de un directorio (4) para el registro manual de datos de entrada como generalidades de la zona, suelo y cultivo, en donde estos datos tienen la posibilidad de ser almacenados temporalmente en una plataforma (6) en línea con opción de guardar los datos en la terminal móvil (2), por medio de un botón (7) de descarga. La aplicación informática (3) incluye una serie de módulos (8) dispuestos para el ingreso manual o automatizado de datos capturados con equipos de medición (9), donde los datos se ingresan manualmente en cada uno de los módulos (8) a partir de información capturada en campo, definiendo previamente una malla de muestreo (5) compuesta por nodos (5A), incluyendo coordenadas geográficas y la cuantía de la variable por nodo (5A). El usuario (10) tiene la posibilidad de abrir módulos (8) dispuestos para consultar datos de clima (8A), preparar terreno (8B), programar riego (8C), programar fertilización (8D), ver informes (8D) o recurrir a una asistencia técnica especializada (8E).

Así las cosas, el dispositivo (1) opera mediante una conexión de internet (11) o una conectividad de datos (12) articulada con la terminal móvil (2). En una configuración, sobre los nodos (5A) de la malla de muestreo (5) se instalan sensores (13) a diferentes profundidades para evaluar parámetros de suelo (13A) y sobre la superficie del terreno para evaluar datos de clima (13B) en zona, configurando y enviando una señal (14) desde los sensores (13) a la aplicación informática (3) instalada en la terminal móvil (2) y capturando los datos en cada uno de los módulos (8) de manera automatizada.

De este modo, los datos georreferenciados capturados por el nodo (5A) y sobre toda la malla de muestreo (5) son ingresados en cada uno de los módulos (8) de manera independiente, y según el propósito del procesamiento, se genera una secuencia individual con salida gráfica (16) autónoma mediante una tecla (15) de procesamiento dispuesta en cada módulo (8). En una configuración, el módulo de datos de clima (8A) se puede sincronizar con herramientas satelitales (19) de datos climáticos que se pueden consultar y extraer en un archivo base (20) de consulta, siguiendo unas recomendaciones de consulta dispuestas en el módulo de consulta de datos de clima (8A).

Luego, una vez se registran los datos de entrada en el directorio (4), y en uno o varios de los módulos (8), la aplicación informática (3) corre una rutina de programación que realiza un proceso de interpolación geoestadística en zonas no

muestreadas pero partiendo de los datos registrados en los nodos (5A) de la malla de muestreo (5) manualmente o por medio de los sensores (13), gracias a la activación de una tecla (15) de procesamiento, permitiendo la generación de una salida gráfica (16) que refleja la distribución espacial del parámetro o parámetros a evaluar dentro de un polígono (17) que representa el área del predio y registrado en cualquiera de los módulos (8) que responde a las condiciones en tiempo real registradas para una fecha, hora y coordenadas geográficas específicas.

En una configuración, la aplicación informática (3) incluye un panel (18) de recomendaciones generales sobre la salida gráfica (16) para consulta por parte del usuario (10). En una segunda configuración, la aplicación informática (3) dispone de un módulo de asistencia técnica especializada (8E) que permite contactar un profesional en línea que gestione consultas y recomendaciones sobre los resultados de la salida gráfica (16).

De acuerdo con lo anterior, se pueden realizar pruebas de escritorio (21) con herramientas de programación (22) para validar la confiabilidad de la salida gráfica (16) procesada en la aplicación informática (3), mediante la descarga de un archivo base (20) que contiene los datos ingresados en cada uno de los módulos (8).

Así mismo, es posible la habilitación de un acceso remoto (23) en la aplicación informática (3), para visualizar desde un equipo de escritorio (24) y validar la funcionalidad de la aplicación informática (3) en cada etapa de procesamiento. Por lo tanto, es necesario la habilitación de una contraseña (25) por parte del usuario (10) para permitir el ingreso de dicho acceso remoto (23).

Así las cosas, el sistema o dispositivo de sistema de la presente invención analiza de manera diferenciada e integrada a través de datos obtenidos por herramientas de testeo, tales como coordenadas geográficas, temperatura, precipitación y resultados de muestreo puntuales, información detallada para asociar lo que sucede en el suelo y en el clima, para permitir de este modo la toma adecuada de decisiones, todo en tiempo real.

De este modo, el productor puede hacer uso de este sistema o dispositivo de acuerdo con el ciclo y tipo del cultivo, haciendo énfasis en cada uno de los módulos dispuestos: preparación de terreno, riego y drenaje, fertilización, asesoría técnica y

generación de informes frente a los mapas generados aplicando técnicas geoestadísticas.

La presente invención también está dirigida a un método de captura, almacenamiento y procesamiento de datos con salida gráfica, el cual está asociado al sistema definido anteriormente, en donde dicho método se caracteriza porque comprende las siguientes etapas o pasos que lo difieren del estado del arte:

- a) Instalar la aplicación informática (3) en una terminal móvil (2), con conexión de internet (11) o conectividad de datos (12);
- b) Cargar el directorio (4) para el registro de datos base como generalidades de la zona, suelo y cultivo;
- c) Seleccionar el o los módulos (8) sobre los cuales se desea ejecutar el procesamiento, cada uno individualmente;
- d) Ingresar los datos de campo por parte del usuario (10) en cada uno de los módulos (8) o activar una señal (14) de los sensores (13) para la transferencia de datos automática a la aplicación informática (3);
- e) Dirigirse a la tecla (15) de procesamiento y activarla para procesar los datos y generar la salida gráfica (16) dispuesta en cada módulo (8);
- f) Consultar el panel (18) de recomendaciones generales sobre la salida gráfica (16);
- g) Activar el módulo de asistencia técnica especializada (8E) para consultas y recomendaciones en línea sobre los resultados de la salida gráfica (16);
- h) Almacenar las salidas gráficas (16) y archivos base (20) generados en cada procesamiento; y
- i) Repetir el proceso cuantas veces se considere necesario.

Aunque la presente invención ha sido definida en términos de las modalidades y/o configuraciones preferidas que permiten obtener el resultado deseado, se entiende entonces que dentro de la presente divulgación se contemplan las múltiples modificaciones y/o alternativas que se puedan derivar de forma evidente para un experto en la materia, razón por la cual el alcance de la presente invención no está definido únicamente por las implementaciones preferidas definidas acá, sino que, por el contrario, el mismo está enteramente definido por las reivindicaciones adjuntas.

Así mismo, el método de la presente invención ha sido definido como una serie de etapas en un orden definido que permiten obtener un resultado; sin embargo, el experto en la materia entiende que estos pasos no están limitados al orden indicado en el presente documento, sino que se contemplan las variaciones, cambios o modificaciones que se puedan realizar en el mismo, y el orden de dichos pasos.