

## **Soil Doctor: Crop Technology, Inc.**

*Autores: Ing. Mec. Alberto Geremía e Ing. Agr. Carlos Cesari - E. Gherardi e Hijos.  
Casilda, Santa Fe,  
Ing. Agr. Rafael Abrate - Acopio Arequito S.A. Arequito, Santa Fe.*

La denominación con que se ha difundido en nuestro medio es el de "**Soil Doctor**". Es una marca registrada por una empresa estadounidense, **CROP TECHNOLOGY, INC.**, es un sistema de monitoreo y prescripción en tiempo real (on-the-go). El sistema de sensor y el software del Soil Doctor RE fué inicialmente para dirigir el manejo del nitrógeno durante la fertilización solamente en maíz, en las regiones húmedas de los Estados Unidos. Esta es la única función que viene con garantía de reembolso de dinero por rendimiento económico. También se puede usar para la aplicación variable de agroquímicos y semillas.

Una cantidad variable, según el ancho de labor del implemento de que se trate, de pares o tríos de sensores rotativos (que no son más que discos o cuchillas circulares) examinan el tipo de suelo básicamente a través de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y los niveles de nitrógeno en forma de nitratos (NO<sub>3</sub>) a medida que se desplaza el implemento.

Elaborando los datos así obtenidos en combinación con una serie de parámetros prefijados en la configuración introducida al sistema por el operador, según la estrategia de aplicación o siembra que decida, el propio **Soil Doctor (SD)** prescribe la dosis y ordena su aplicación.

También puede grabar los valores obtenidos en una tarjeta de memoria y puede relacionarlos con el posicionamiento del equipo mediante GPS para posteriores mapeos y estudios de lotes.

¿Cómo hace todo esto el SD ?

Podemos considerar al equipo dividido en dos partes cada una con funciones específicas:

- a. Adquisición y procesamiento de datos y determinación de dosis.
- b. Aplicación de la dosis determinada.

Para la primera etapa el SD cuenta con dos o más pares o tríos de sensores rotativos a los que llamaremos arreglos. Entre las cuchillas de un mismo arreglo se provoca una diferencia de potencial eléctrico, para lo cual el sensor positivo deberá estar aislado eléctricamente del otro u otros del mismo arreglo y también del bastidor del implemento. Los fabricantes definen a los sensores como electrodos que relacionan la parte eléctrica del SD con el suelo.

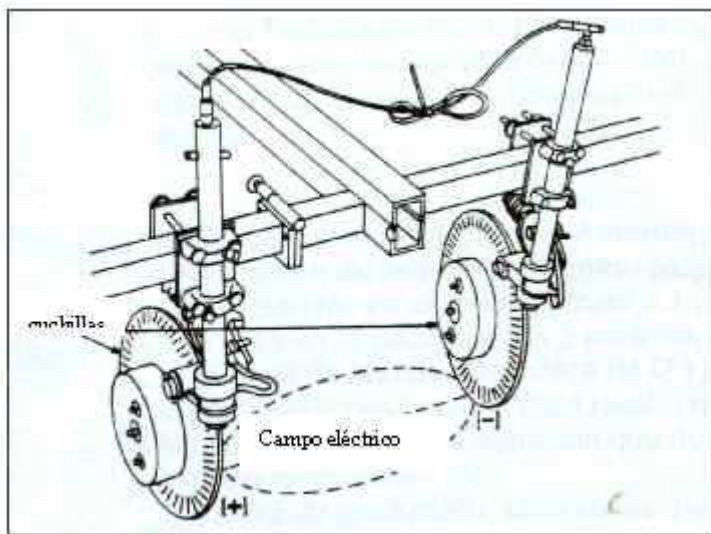
Consecuentemente existe un campo eléctrico entre los discos sensores (los que ruedan enterrados a unos 100 mm) que varía con las características del suelo a medida que el implemento avanza; esas variaciones son captadas como señales eléctricas y procesadas por un controlador electrónico de alta resolución, que va

montado sobre el implemento dentro de una caja hermética de acero inoxidable y al que llamaron Row Manager (R.M.), formado con los sensores un conjunto que veremos abreviado como RE/HR (Rolling Electrodes/High Resolution).

La cantidad de suelo que se analiza es la que abarca el campo eléctrico entre las cuchillas sensores, las que separadas por ej. 700 mm llega a unos 305 mm (1 pié) de profundidad.

El RM esta vinculado con un microprocesador AXT que se ubica en una consola llamada Field Manager (FM), la que se instala en la cabina del tractor. En él se programa l configuración del equipo, se establecen los valores de las constantes agronómicas y se pueden leer las variables de trabajo en el modo operativo.

El movimiento relativo entre el suelo y el implemento lo capta un radar, proporcionando la variable de desplazamiento para relacionarla con el tiempo.



*Figura 25: Las cuchillas sensoras son la base del aplicador en banda Soil Doctor para medir el potencial de nutrientes.*

La segunda parte del equipamiento, corresponde a los dispositivos de aplicación, se diferencian según se trate de fertilizante u otro producto líquido o de sembrar con den-sidad variable.

#### 1. Aplicación de fertilizante Líquido:

- a. Bomba centrífuga accionada por un motor hidráulico.
- b. Manifold o colector de acero inoxidable.
- c. Electroválvulas a solenoide de acción rápida (una por línea o surco, o cada dos líneas). Montadas sobre el manifold suministra la dosis prescrita modulando los ciclos de apertura y cierre.
- d. Entre la bomba y el manifold se encuentra un medidor de flujo. Ver Esquema 1.

#### 2.Siembra variable:

Crop Technology Inc (CTi) recomienda por compatibilidad comprobada el equipo de siembra variable Accu – Rate (Rawson). El que recibe del FM del SD la densidad de semillas a aplicar según el nivel de CIC monitoreado y la estrategia elegida.

## Aplicación con Prescripción Automática:

### 1 **Aplicación de fertilizante líquido (ó amoníaco anhidro) en Maíz de 8 a 12" con el Sensor en el modo Nitrato & CIC :**

Se basa en la valoración de 2 parámetros:

**a. El nivel de Materia Orgánica (M.O.) a través del CIC.** Con esto se establece el objetivo de producción "Yield Goal" (YG). Partiendo del concepto de la Ley del Mínimo y aceptando la limitación que da el manejar un sólo nutriente (nitrógeno) sobre el rendimiento final.

### Objetivos de producción "razonables" para el CIC

Bu/acre	qq/ha	CIC
140	90	10
160	100	20
180	117	30

El objetivo de producción debe estar en función de la productividad del suelo y del potencial del híbrido, no independientemente de ambos. Esto se logra cambiando desde el menú de constantes "High function".

### b. El nivel de Nitratos en el primer pié de profundidad:

"La variabilidad del nitrato pié a pié (a menudo pulgada a pulgada) demanda para una correcta prescripción muchos cambios en la dosis de aplicación".

El PSNT (Pre-sidedress Nitrate Test) desarrollado por el Dr. Fred Magdoff en los años 70', es el que mejor ajusta el nivel de nutriente nitrogenado disponible para el cultivo.

Se realiza con el maíz en 4-6 hojas justo antes de la etapa de crecimiento rápido.

Debido a que existe sincronización entre la mineralización y la demanda del cultivo.

De esta manera evitamos el error que supone la aplicación de modelos de mineralización.

Para IOWA establecieron un umbral de 21 ppm de NO<sub>3</sub> en el primer pié. A partir de la densidad aparente del suelo; al "perfil" del nitrato, que para sus condiciones el 50% de los mismos hallan en el 1º pié y el resto en los 2 restantes. Y la regla aceptada generalmente que se requieren 1,25 Lbrs/N para producir 1 bu de maíz. Estos valores se pueden modificar desde el menú de constantes en "profile" y "Crop Function"

*"El trabajo de desarrollo agronómico y el uso del PSNT de Cti han sido refinados en el Field Manager para incorporar el objetivo y el potencial de producción del suelo".*

Fset: 2 SNSR=NO3	NUTRIENT POTENTIAL				
Nitrogen	10	50	100	150	200
LBS: HI=213	/	/	/	/	/
MPH	6.2	\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$			
Feet>	2899.2	Soil Goal>\$			
ACRES	267.3				
UNITS	25788.2	Beans		alarm	

**Display para la Aplicación de Nitrógeno**

**Resumiendo:** el S.D. aplica una dosis de Nitrógeno basado en el método del Balance entre Oferta y Demanda. La primera a través del nivel de NO3 detectados en el 1º pié de suelo en PSNT. Y la segunda estableciendo un rinde objetivo que varía de acuerdo a la MO (CIC) del suelo. Todo esto en forma instantánea y punto a punto.

**2. Variplant (Soil Doctor + Accu-Rate):** cambiando la densidad de siembra con el sensor en el modo CIC solamente:

Básicamente se establece un densidad "nominal" que consideramos el 100%. El Accu Rate tiene una extensión de 32 ajustes, 16 para arriba y 16 para abajo. El cambio por ajuste es de 4%. El visor del **Variplant** usa como 0% la densidad nominal y tiene un rango de cambio de **+/- 40%**. Así un mínimo de " %-20" le indica al sistema que siembre a un nivel no menor al 80% del nominal. Un máximo de "%+30" indica que sembrará a un nivel no mayor al 130% del nominal.

Para la densidad "nominal" equivale a un CIC de 15.

El sistema prevee 2 estrategias:

Estrategia 1: Maíz incrementa la densidad de siembra a medida que aumenta el potencial de nutrientes del suelo (CIC).

Estrategia 2: Soja disminuye la densidad de siembra a medida que aumenta el potencial de nutrientes del suelo (CIC).

Fset: 1 SNSR=CEC	VARIPLANT CONTROL				
Nitrogen	40%	-----	0%	+++++	40%
LBS: HI=215	/	/	/	/	/
MPH	6.2	PPPPPPPPPPPP			
Feet>	2899.2				
ACRES	267.3				

VariPlant Display

**Agradecimiento:** En el desarrollo de esta extensión del Soil Doctor la fábrica E. GHERARDI E HIJOS de Casilda ha equipado una

sembradora G 200 neumática con el Accu Rate y puesto a disposición el equipo técnico de la empresa.



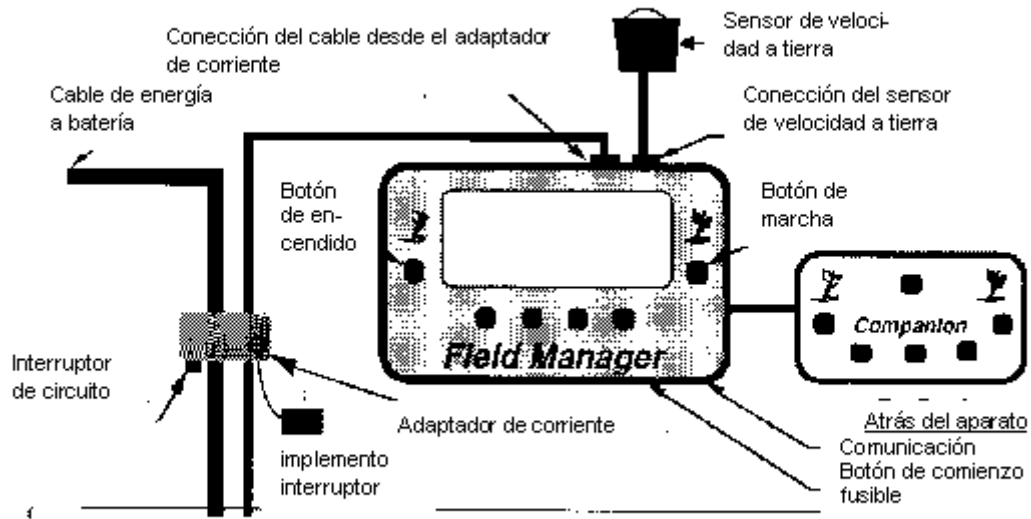
**Figura 26: Consolas**



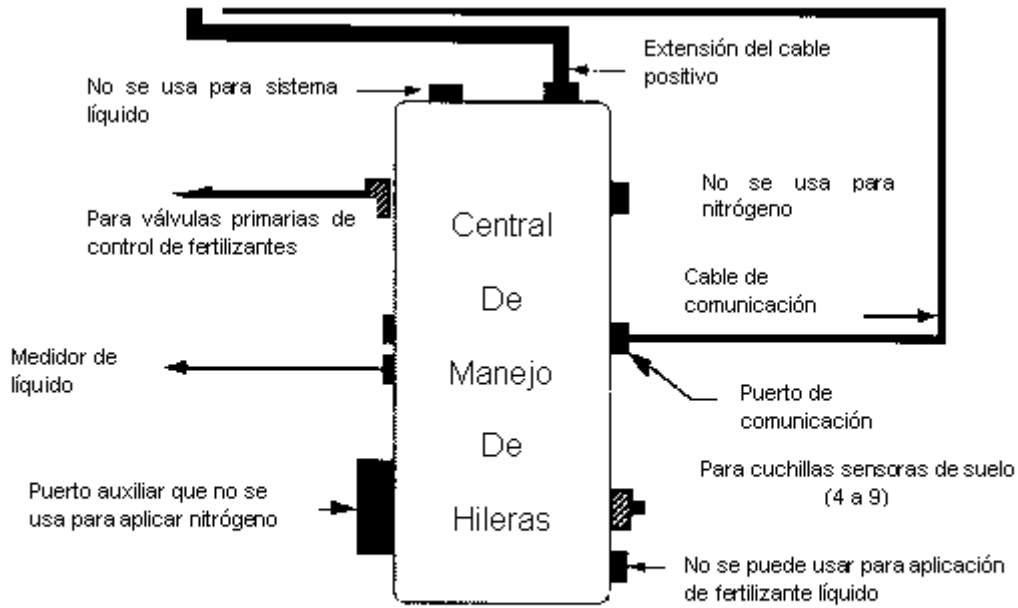
**Figura 27: Cuchillas**

**Figura 27: Esquema de instalación del aplicador de líquidos Soil Doctor**

### Montaje del Soil Doctor al sistema del tractor



### Equipamiento del tractor Equipamiento del implemento



**Precaución:** las válvulas conectoras de control del fertilizador y las válvulas conectoras de las cuchillas sensoras de suelo son físicamente intercambiables pero no las cambie.