

■ Agricultura de Precisión y Siembra Variable de insumos en tiempo real mediante el uso de GPS y una prescripción con sembradora IOM Inteligente Mega de 12 surcos a 52,5 cm

La Agricultura de Precisión es una tecnología de información basada en el posicionamiento satelital y que consiste en obtener datos georeferenciados en los lotes para un mejor conocimiento de la variabilidad de rendimiento expresado por los cultivos en diferentes sitios como loma, media loma y bajo; se obtiene mejor respuesta en lotes que posean alta variabilidad de potencial de rendimiento ya sea por relieve, historia del lote (secuencia de cultivos y fertilizaciones anteriores, etc). También con esta tecnología es posible ajustar la mejor dosis de fertilización para cada sitio o lote específicamente o el mejor híbrido, variedad, densidad de siembra, espaciamiento entre hileras, etc. Los beneficios se pueden resumir valorando el análisis y diagnóstico posible de realizar partiendo de más de 800 datos de rendimiento por hectárea versus el análisis partiendo del promedio de rendimiento de todo un lote que ofrece la agricultura tradicional sin la ayuda del monitor de rendimiento satelital.

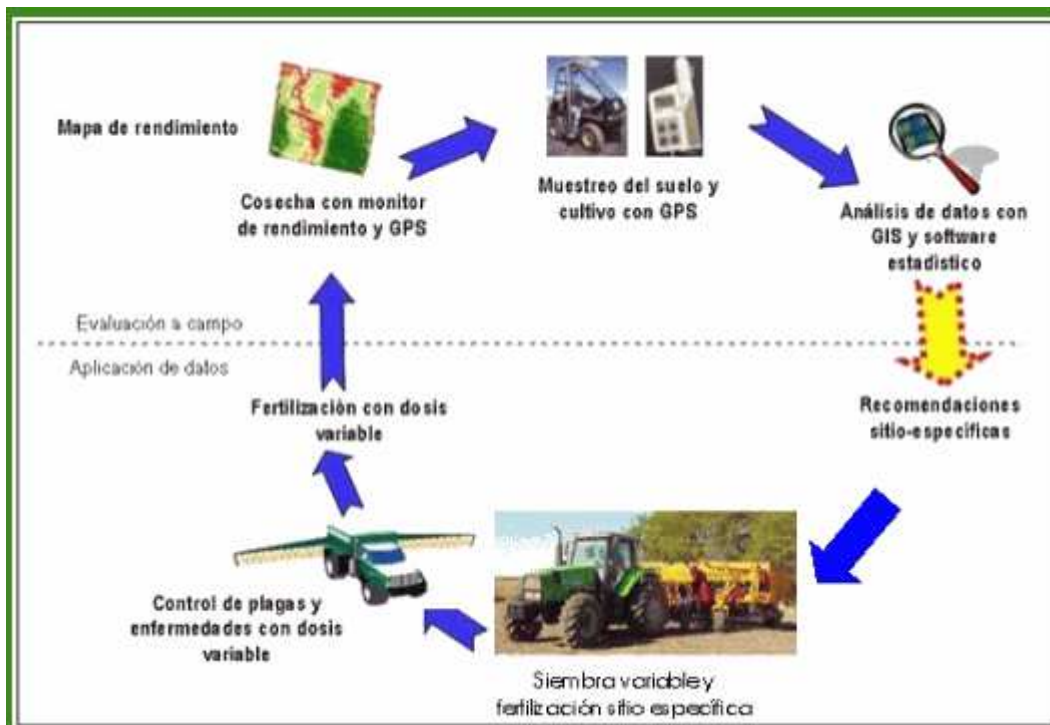
Los datos recogidos a través de las diferentes capas de información posibles como son: mapas de rendimiento de cultivos anteriores, fotografía aérea, mapas topográficos, imágenes satelitales, experiencias anteriores del productor o bien mapas de suelo de áreas homogéneas, todo ello nos permite definir dentro de un lote sitios con potencialidad de rendimiento muy diferentes, bien definidas. Si el área y las diferencias de rendimiento justifican agrónomica y económicamente el tratamiento diferencial de los insumos, se comienza con la segunda etapa que consiste en la caracterización de los ambientes y posterior diagnóstico de la aplicación de insumos (semilla y fertilizante) en forma variable, estos cambios de dosis y densidades pueden lograrse dado que existen en el mercado navegadores - actuadores y GPS que posibilitan realizar esos cambios en tiempo real siguiendo prescripciones agronómicas previamente cargadas en máquinas inteligentes.

La aplicación variable de insumos siguiendo una prescripción agronómica puede realizarse en forma automática con el uso del GPS o en forma manual por medio de un operario conocedor de la variabilidad espacial del lote.

Desde el año 1998 un equipo constituido por INTA, Agrometal, D&E y Tecnocampo trabajaron en forma conjunta para adaptar y desarrollar un equipamiento para sembradora variable guiada satelitalmente y luego de 4 años de trabajo intenso, lograron el funcionamiento correcto de todo el equipamiento necesario para realizar siembra variable de semilla y fertilizante en forma simultánea copiando una prescripción a través del posicionamiento satelital GPS (origen de equipo EE.UU).

Hoy la realidad es otra, ya existen empresas en Argentina que basadas en el prototipo de la *sembradora inteligente* diseñaron modelos totalmente nacionales para realizar dosis variable en tiempo real, con el gran logro de reducir los costos de esta herramienta y ponerla al alcance del productor argentino hoy pesificado. El ejemplo de una empresa Argentina que desarrolló el equipamiento necesario es la firma Verión que en convenio con Agrometal creó un equipo de avanzada tecnología que puede variar de manera simultánea e independiente la densidad de siembra y la dosis de 2 tipos de fertilizante (tanto en la línea como al costado) mediante un monitor con GPS que trabaja como navegador y actuador de 3 motores hidráulicos permitiendo la triple variación de insumos (semilla y fertilizante en la línea y al costado).

Figura 1: Esquema del círculo virtuoso de la Agricultura de Precisión.



Este esquema de los pasos de la Agricultura de Precisión es el ideal para incorporar toda la tecnología a disposición, pero no quiere decir que sea el único camino para insertarse en esta tecnología. Primero habría que conocer bien los lotes con los que nosotros deseamos trabajar y la variabilidad que poseen. Si el manejo de la variabilidad justifica económicamente la inversión probablemente este círculo termine con la aplicación variable de insumos.

Pero si la variabilidad de un lote o campo no justifica el manejo variable de los insumos el productor, asesor o encargado del campo puede hacer uso del mapa de rendimiento que nos ayuda a tomar decisiones de manejo de los resultados que surgen de analizar ensayos que pueden realizarse en el campo como lo son: ensayos de híbridos, variedades, dosis de fertilizantes, cuerpos de siembra, velocidad de siembra, tipo, momento y dosis de agroquímicos, etc o sino como sistema de control de las actividades de siembra, fertilización, pulverización, cosecha, etc. La Agricultura de Precisión no discrimina futuros adoptantes, pero si los posibles adoptantes deberán conocer en que paso de este círculo deberán situarse o poner mayor énfasis.

■ Sembradora IOM Inteligente Verión – Agrometal – INTA (triple dosificación variable), única en el mundo por sus características.

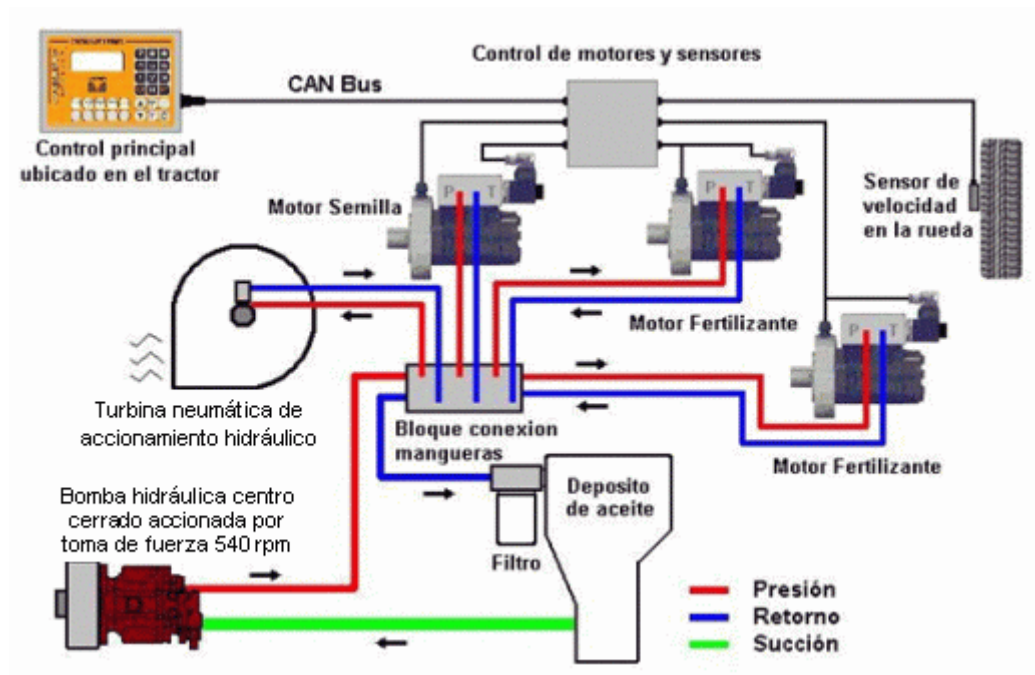
Esta sembradora que está siendo evaluada por el INTA Manfredi (Proyecto Agricultura de Precisión) posee diferencias respecto de otras sembradoras en cuanto a la forma de variar la densidad de siembra o dosis de fertilizante.

	Sembradora convencional	Agrometal Sembradora Mega IOM
Variación de la dosis y densidad	Por medio de caja de cambios	Por medio de un monitor digital y motor hidráulico independiente para cada insumo (semilla y fertilizante en la línea y al costado)
Medición de la velocidad	Por rueda	Por sensor ubicado en la rueda
Dosis variable con GPS	No tiene opción	Posee GPS que ubica a la máquina en cada lugar del lote pudiendo hacer los cambios de dosis y densidad en tiempo real
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> Su uso es conocido por cualquier operario. 	<ul style="list-style-type: none"> Los cambios de dosis y densidades se hacen desde la cabina del tractor e ingresando los valores de

		<p>manera muy sencilla.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No posee caja de cambios para variar la dosis y densidades. • El tren cinemático es más directo, disminuye en un 70% las cadenas que como se sabe distorsionan el espaciamiento teórico de la semilla.
--	--	---

Este equipamiento no requiere diseño ni construcciones especiales en la sembradora. En este caso el equipamiento está montado sobre una sembradora Agrometal TX Mega 12/52.5 equipada con doble fertilización en la línea y al costado 2x2. Distribuidor neumático de semilla por succión, con accionamiento de turbina en forma hidráulica por bomba acoplada a la TDP. Distribuidor de semilla/tren cinemático, motor hidráulico variable. El sistema de fertilización es doble dosificación con distribuidor tipo chevron; tren cinemático comandado por motor hidráulico. El resto de la sembradora es igual al resto de las Agrometal Mega convencionales y el incremento de costo no es significativo.

Esquema del circuito del sistema de la sembradora IOM Agrometal – Verion inteligente



Funcionamiento

La programación se inicia confeccionando la prescripción de semilla y/o fertilizante variable dentro del lote a sembrar con sus correspondientes coordenadas GPS de acuerdo a la información disponible y al conocimiento agronómico del asesor.

Para ello se pueden utilizar diferentes software que puedan leer archivos Excel y realizar archivos con puntos georeferenciados (latitud y longitud) que posean los cambios de dosis y densidad correspondientes. Luego esa información se ingresa a un programita específico de Verión llamado MapEdit que es muy sencillo y es el que va a leer esa prescripción. Prescripción es lo que el asesor indica que tiene que ir dosificando la sembradora en cada sitio del lote. El último paso consiste en ingresar los datos elaborados de la computadora al monitor que va en la cabina

del tractor.

Calibración

Todo el equipo posee una calibración previa en forma estática, para cargar las constantes en el monitor. Estas constantes son la cantidad de semilla a poner en 10 m lineales de surco y el peso del fertilizante arrojado en una determinada cantidad de vueltas que da el tren cinemático de la sembradora.

También se cargan datos de lote, datos específicos de la máquina como lo son cantidad de surcos, distancia entre surcos, número de agujeros que posee la placa de semilla, factor de corrección de rueda de donde el sensor de velocidad va a medir la velocidad (si la rueda esta más desinflada o se hunde más se cambia el factor que varía en cuanto se vea disminuido el diámetro ej: 0,9 o 0,8).

Por último se realiza un test de semilla y fertilizante poniendo la velocidad en modo simulador. Además el monitor posee alarma que indica si la batería esta baja, si el giro de los motores tanto de semilla como de fertilizantes es alto o bajo, alarma de giro de la rueda de velocidad, alarma de válvulas de semilla y / o fertilizante en posición máxima o mínima, también si la sembradora está en posición de siembra o levantada y por último también entrega información sobre la comunicación eléctrica con el control ubicado en la sembradora.



Fig 3:ubicación en el tractor del monitor Verion (arriba) y monitor de siembra Agrometal (abajo).

Fig 4: detalle monitor Verion para dosis variable manual o satelital.

El monitor de la figura 4 es un navegador de 3 canales que sirve para aplicar 3 productos variables en tiempo real (único en el mundo) y de manera independiente. El monitor de la fig. 3 es un monitor de siembra Agrometal que mide velocidad, indica la densidad de siembra, la distribución de la semilla y mediante una alarma indica si algunos de los cuerpos de siembra se queda sin semilla.



Fig. 5: sensor en la rueda y activador de siembra cuando la máquina está clavada.

Fig. 6: detalle de 1 de los 3 motores hidráulicos variadores de vueltas del tren cinemático para dosificar variable tanto semilla como fertilizante.

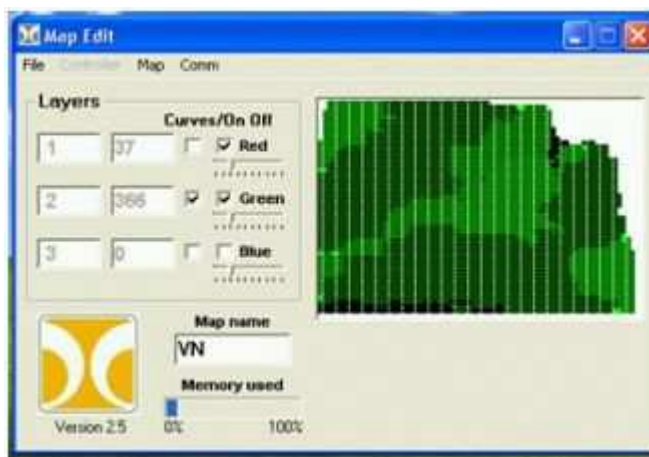


Fig. 7: ejemplo de la prescripción de uno de los ensayos de maíz realizado en Río Primero Pcia. de Córdoba, campaña 2004.

Mapa generado por programa MapEdit donde se pueden ver diferencias de colores y es debido a la variación de la densidad o dosis a aplicar en el lote en tiempo real cuando esté conectado a un GPS.

La dosis y densidad variable que se puede notar por las diferencias en los colores del mapa del lote que está en la figura 7 se determinó según potencial de rendimiento de mapas anteriores, mapa de topografía, muestreo de suelos y caracterización de ambientes por resultados de los análisis físicos y químicos de cada ambiente. Luego de conocer a que se debían las diferencias en el rendimiento se planificó la densidad de siembra variable y la dosis de nitrógeno según método del balance aplicando el fósforo en las zonas donde el nivel crítico estaba cercano al punto donde se limita el potencial de rendimiento del cultivo de maíz (15 ppm según Bray).

■ **Comentarios de los técnicos de INTA Manfredi sobre el funcionamiento de la sembradora Agrometal Mega IOM Inteligente**

- 1- Fácil calibración de la densidad de siembra y la dosis de fertilizante a utilizar.
- 2- Capacidad para guardar hasta 4 opciones que cada una posee una densidad y dosis de fertilizante a utilizar y que se puede ir cambiando a medida que el operario lo desee.
- 3- Opción de uso satelital donde se guarda una prescripción y por medio de GPS la sembradora va cambiando la dosis de aplicación.
- 4- Exactitud de dosificación, independiente de la temperatura del aceite.
- 5- Amplio rango de trabajo en número de vueltas de los motores hidráulicos, lo que se traduce en el logro de un amplio rango de densidades de siembra y dosis de fertilizantes posibles sin intermitencias en los motores, ej: de 50 kg/ha de urea a 350 kg/ha de urea (cambio de 700%)
- 6- Hasta la fecha los técnicos de INTA Manfredi llevan realizados 5 ensayos de maíz y uno de soja que representan en total 350 has, no evidenciando ningún problema en el sistema Verion – Agrometal evaluado. Las pruebas continuarán en toda la campaña de siembra de grano grueso.

Autores: Ing. Agr. M.Sc. Mario Bragachini e Ings. Agrs. Andrés Méndez y Fernando Scaramuzza.
Proyecto Agricultura de Precisión. INTA Manfredi.
TE/Fax: 03572 493039/58/61 **E-mail:** agprecision@correo.inta.gov.ar
Web: <http://www.agriculturadeprecision.org/>

EEA INTA Manfredi. Ruta Nac. 9, km. 636. Manfredi, Córdoba. TE: (03572) 493039