



CENTRO DE ACOPIADORES DE CEREALES

B1669

7 DE NOVIEMBRE DE 2002

AGRICULTURA DE PRECISIÓN

El pasado 15 de octubre se dictó en la Federación un curso de Agricultura de Precisión.

Asistieron 16 técnicos provenientes de acopios de la Pcia de Buenos Aires y Córdoba , La Bolsa de Cereales estuvo representada por la Ing. Ana María Suárez.

PROGRAMA

- Introducción a la Agricultura de Precisión , componentes y conceptos.
- Sistema de Posicionamiento Global GPS
- Monitoreo de rendimiento, sistemas y modelos, calibración, mapas de rendimiento, aplicaciones prácticas
- Software específicos para Agricultura de Precisión
- Aplicación variable de insumos , equipamiento disponible, experiencias locales, resultados económicos
- Variabilidad en calidad y posibilidades de manejo

Antes de iniciarse en el tema de Agricultura de Precisión , se deben conocer y manejar correctamente todas las variables que actúan sobre el cultivo como ser características genéticas , enfermedades, control de malezas, etc, para luego entrar en el manejo de dosis variables de insumos. No sustituye a las prácticas de la agricultura sustentable , sino que es un complemento que agrega más información y proporciona más y mejor oportunidad de manejo.

Es una nueva tecnología de información basada en el geoposicionamiento satelital. Se analizan datos agronómicos a nivel predio, lote o sitio dentro del lote , mejorando el diagnostico , la toma de decisiones y la eficiencia en el uso de insumos lo cual mejora la sostenibilidad de los sistemas productivos.

Con la información generada a través de los mapas de rendimiento, se demuestra la alta variabilidad espacial que presentan los suelos. Este conocimiento permite reducir la contaminación y aumentar la producción , dado que las recomendaciones de manejo no se basan en promedios (sobre-aplicación en algunos sectores y sub-aplicación en otros) .

Por su parte permite diferenciar la calidad de los productos primarios a nivel de lote favoreciendo la trazabilidad. Existen pero todavía no en la Argentina , Sensores NIR para determinación de proteínas, grasas, aceites y humedad ubicados en las cosechadoras.

La Agricultura de Precisión (AP) incluye el uso de:

- *Sistema de Posicionamiento Global (GPS)
- *Monitores de Rendimiento
- *Sistemas de información geográfica (SIG o GIS)
- *Sensores de suelos
- *Aplicación variable de insumos (VRT)
- *Percepción remota para el manejo sitio-específico de los cultivos.

Este manejo de sitio-específico de los cultivos, consiste en hacer el manejo correcto en el lugar indicado y en el momento oportuno.

El **sistema GPS** utiliza 24 satélites que transmiten constantemente información de posicionamiento mientras orbitan y están disponibles en cualquier parte del mundo las 24 horas. El sistema a través de una corrección de la distorsión de señal DGPS , alcanza a tener una precisión cercana a 1 metro en la localización de un objeto o maquina en movimiento en latitud y longitud o bien la posibilidad de navegar con precisión a un punto deseado.

En el texto y figura N°1 se muestran las alternativas de señales DGPS en Argentina. Lo expresado en \$ se debe interpretar como dólar.

Alternativas de señales DGPS en Argentina

BEACON/MSK: Son estaciones terrestres instaladas en Argentina por la firma D & E, con un alcance de 450km, con centro en San Carlos Sur (Santa Fe) y Bolívar (Bs. As.), trabajan a baja frecuencia 300kHz. Con el sistema MSK existen receptores de esta señal que se pueden activar mediante el pago de 600 \$/año y por equipo, o \$ 1.300 por tres años, existiendo en funcionamiento en la actualidad unos 100 equipos con esta señal DGPS en nuestro país, con una buena aceptación.

Fig. 1: esquema de señal Beacon

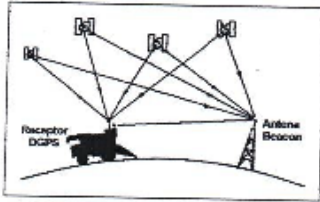
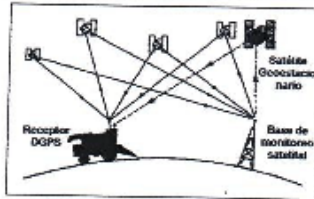


Fig 2: esquema de la señal satelital



SATELITE GEOESTACIONARIO: El sistema OMNISTAR estableció 5 bases de monitoreo satelital en Sudamérica, Punta Arenas (Chile), Valencia (Venezuela), Guayaquil (Ecuador), Recife y Río de Janeiro (Brasil).

Las 5 estaciones de monitoreo satelital, reciben y envían la señal corregida a una base central en Barcelona España, que verifica las correcciones y las retransmite al satélite geoestacionario que se encuentra a la altura de Brasil sobre el Atlántico, el cual envía a los demás la señal corregida. El usuario recibe conjuntamente las señales de GPS y DGPS y las utiliza en tiempo real.

Los usuarios pueden acceder a esta tecnología de señal DGPS a través de la adquisición del receptor OMNISTAR, que tiene un costo aproximado de \$ 4.000, más un derecho de recepción que rondará en los 2.000 \$/año/receptor.

Nº1 Texto y figura Señales DGPS

Del **monitoreo de rendimiento satelital** se obtienen los mapas y estos juntamente con los datos de topografía, serie de suelos, historia del potrero etc, expresan la potencialidad productiva de los mismos. Es la metodología de recolección de datos por excelencia, que mide la porción cosechada de un cultivo en el espacio y el tiempo.

El producto final es usualmente un mapa con distintos colores o tonos que muestran rangos de rendimiento dentro de un lote.

Para determinar **el rendimiento instantáneo** de los cultivos se deben conocer los parámetros de flujo de grano a través del sistema de grano limpio de la cosechadora, velocidad de avance y ancho de corte del cabezal.

El flujo es medido en unidades de volumen o masa por unidad de tiempo. La velocidad de avance se puede medir de varias maneras y posee unidades de distancia por unidad de tiempo y el ancho de corte se mide en metros o números de surcos, siendo frecuentemente manejado por el operario de la cosechadora.

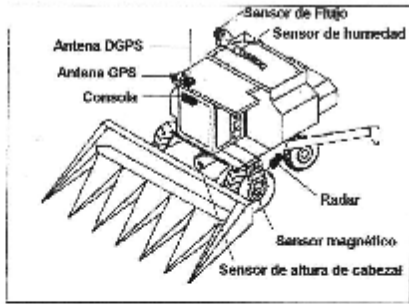
Conociendo la velocidad de avance y el ancho de corte se calcula el área cosechada por unidad de tiempo. Este dato junto con el peso o volumen de grano cosechado por unidad de tiempo, da el dato de rendimiento instantáneo.

Los monitores de rendimiento instantáneo o de tiempo real, miden y graban los rendimientos sobre la marcha.

Los componentes necesarios de un monitor de rendimiento son sensor de flujo de grano, sensor de humedad, sensor de velocidad de avance, switch de posición del cabezal, consola del monitor y receptor DGPS.

La consola del monitor esta conectada a todos los sensores que suministran la información para calcular el rendimiento de grano en tiempo real.

En la figura Nº 2 se muestra la representación esquemática de los componentes del monitor de rendimiento.



Representación esquemática de los componentes de un monitor de rendimiento con posicionamiento satelital y su ubicación en la cosechadora.

Lat.	Long	Velocidad Km/h	Flujo de grano (ton/he)	Ancho de corte (m)	Rend. Húmedo (kg/ha)	% de Humedad	Rend. Seco (kg/ha)
GPS		Sensor	Sensor	Dato ingresado	Calculado	Sensor	Calculado

El mapa de rendimiento permite cuantificar la variabilidad de rendimiento existente de un cultivo dentro de un lote, quedando grafado espacialmente. Cuando estos componentes trabajan en equipo pueden medir el flujo de grano y los rangos de trabajo, calcular, mostrar y grabar los rendimientos del cultivo.

Nº2 figura Monitor Rendimiento

Con los mapas de rendimiento es posible identificar áreas dentro de un lote donde los rendimientos pueden ser mejorados o donde es necesario ajustar los insumos para optimizar la rentabilidad y minimizar la contaminación.

El monitoreo de rendimiento es esencial para el éxito del **manejo sitio-específico**. Por ejemplo en el cultivo de soja el manejo de datos georeferenciados de rendimiento y el análisis de la variabilidad de respuesta, ha permitido ajustar la elección del grupo de variedades que mejor se adaptan a los diferentes ambientes dentro de un lote.

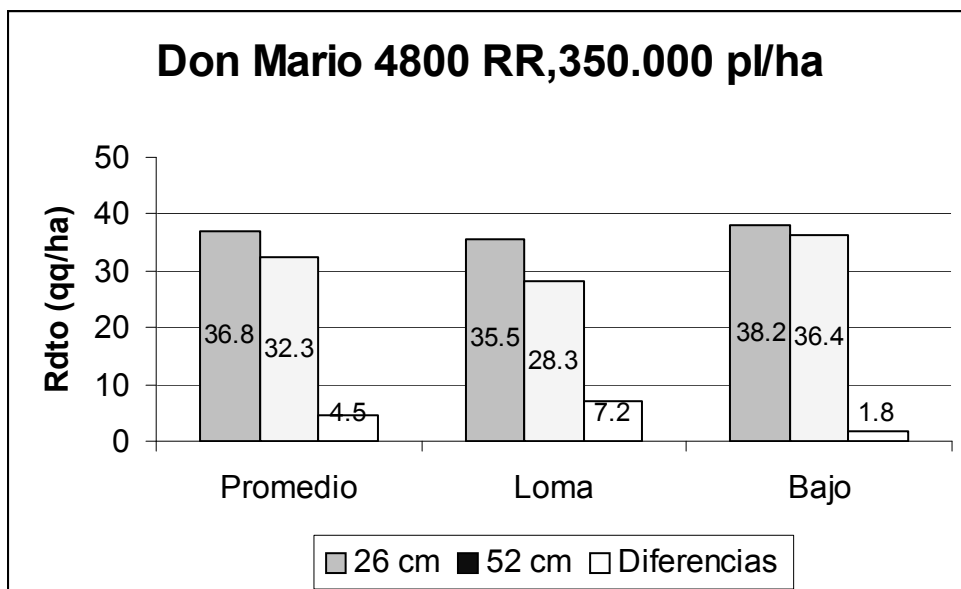
El objetivo de este manejo es entender, cuantificar y manejar los factores que gobiernan la variabilidad del rendimiento y en consecuencia la aplicación sitio específico de insumo.

Con esta información se evaluaron sembradoras de grano fino y grueso para la siembra de soja. El grupo de Río IV Norte, coordinado por el Ing. Gabriel Tellería determinó y cuantificó a través de mapas de rendimiento y luego de 3 campañas en un mismo lote, la alta variabilidad de respuesta de los diferentes grupos de madurez del cultivo de soja en ambientes de alta productividad (bajos fértiles) y de baja productividad (lomas degradadas).

Esto puede observarse en el Cuadro Nº 3 "Variedades Don Mario 4800 RR (grupo 4.5 indeterminado)" y Gráfico Nº 3 "Manejo sitio -específico Don Mario 4800 RR, 350.000 pl/ha".

Densidad 350000 pl/ha			
Separamiento entre hileras (qq/ha)	Rendimiento Promedio (qq/ha)	Rendimiento en Loma (qq/ha)	Rendimiento en Bajo (qq/ha)
26 cm	36.8	35.5	38.2
52 cm	32.3	28.3	36.4
Diferencias	4.5	7.2	1.8

MANEJO SITIO ESPECIFICO EN EL CULTIVO DE SOJA



Nº 3 - Cuadro y Gráfico Manejo Sitio-Específico Cultivo de Soja

El análisis de los datos indicó que para el tipo de soja evaluado , en ambientes de lomas degradadas , se debería achicar el espaciamiento entre hileras de 52 a 26 cm para incrementar los rendimientos en 720 Kg /ha mientras que en los de bajos fértiles , el incremento de 180 Kg /ha no resultaría económico el cambio de sembradora o su modificación.

El ejemplo del **retorno económico** por la utilización de las herramientas de Agricultura de Precisión, puede verse en el texto N°4

Retorno económico de la utilización de las herramientas de Agricultura de Precisión

Por ejemplo un productor que siembra 500 ha. anuales de maíz y desea conocer los 2 mejores híbridos para su campo, podría sembrar franjas con los 7 mejores híbridos de manera cruzada a la loma, media loma y bajo. Luego de evaluar el mapa elige los 2 mejores híbridos de comportamiento promedio, sembrando el 50% de su campo con el híbrido A y el 50% restante con el

híbrido B, eligiendo el híbrido A de mejor comportamiento en el bajo para los mejores suelos y el híbrido B para los suelos de menor potencial. Ese solo aspecto de manejo le significa una mejora de 350 kg/ ha. de rendimiento que la alternativa tradicional de sembrar 500 ha. probando 7 híbridos.

500 ha x 3,5 qq/ha = 1750 qq/ha

1750 qq/ha x 6,6 \$/qq = 11550 \$/ano

Valor que paga la inversión de un monitor GPS y programas para confeccionar mapas de rendimiento en solo un año.

N°4 Texto Retorno Económico

Sembradora inteligente

Equipamiento para siembra y fertilización variable en forma independiente

Existe la opción de equipar las sembradoras o fertilizadoras con equipos de dosis variables , que cambia la dosificación según la orden del tractorista.

Esta opción implica además de ejecutar correctamente cada pasada tener que marcar en el campo los sectores donde se debe realizar el cambio de dosis .

Agregando un GPS y un navegador se pueden realizar dosificaciones variables de forma automática a través de prescripciones que son planos georeferenciados de los lotes donde están delimitadas las diferentes zonas e indicadas las dosis a aplicar en cada una.

Colaboró en el presente informe la Ing. Ana María Suárez de la Bolsa de Cereales.