



Simposio
Fertilidad
2019 Conocer más.
Crecer mejor.



8 y 9 de Mayo

Rosario, Santa Fe. Argentina.

www.fertilizar.org.ar


FERTILIZAR
ASOCIACION CIVIL

Equipamientos de agricultura de precisión en aplicaciones de fertilizantes

Andrés Méndez¹ y Juan Pablo Vélez²

¹Consultor – ²EEA INTA Manfredi

andresmendez74@hotmail.com – jpablovelez@gmail.com

Introducción

Luego de más de 20 años en Argentina con la aparición de equipamientos de agricultura de precisión (AP) es que surgen muchas preguntas a cerca de que tipo de fertilizantes se aplican, en qué condiciones físico-químicas, como se distribuyen estos fertilizantes, con que tipo de equipamientos mecánicos se distribuyen, con que equipamientos electrónicos, que software se utilizan para realizar las prescripciones, que tiempo de reacción entre la lectura de una prescripción o información de lectura de sensores y la aplicación del producto a campo. Otros puntos no menos importantes son el tamaño de la unidad de aplicación, definición de la zona de caracterización, corroboración sobre si la cantidad de fertilizantes para cada zona fue la correcta o hubo déficit o excesos de productos, etc.

En los inicios de la AP aparecían frases para que los lectores comprendamos de que se trataba esta tecnología de aplicación variable de insumos. Una de las explicaciones mencionaba a la Tecnología de Dosis Variable (VRT) que permitía a los agricultores una vez conocido el comportamiento del cultivo en cada sector del lote, calcular las necesidades de insumos en cada zona homogénea más pequeña o subunidad sobre el terreno, y aplicarlos en forma sitio-específica (Bragachini, 2004). Este texto aún es muy vigente y puede decir mucho o no decir nada sobre si se realizan bien o mal las aplicaciones variables por zonas. En la actualidad sigue sucediendo lo mismo, pero se cuenta con información más detallada que permite en la mayoría de los casos empezar a entender mejor el funcionamiento de este sistema de AP y la respuesta de aplicaciones de fertilizantes respecto al suelo y los cultivos.

En los inicios de la aplicación variable de insumos en nuestro país se trataron de forzar a los suelos hacia la caracterización de ambientes diferentes y dentro del análisis de las zonas llevarlas a la menor cantidad posible, forzándolas a comportarse de igual manera, aunque no lo

fueran. A su vez, como el tamaño de la maquinaria y los dispositivos con los que se contaba no eran lo suficientemente precisos, no se podía tratar un determinado tamaño de variabilidad que muchas veces existía en el campo, ej: campos con presencia de tosca. Es así que muchas veces los resultados físicos y económicos de la aplicación variable no daban como los técnicos deseábamos.

Muchas veces, aunque la caracterización estuviese bien hecha también aparecían malos resultados a campo debido a malos productos aplicados o malas condiciones del producto aplicado, malas distribuciones de los fertilizantes, aplicaciones fuera de los límites de los ambientes prescritos, o simplemente que, en la mayoría de los campos, el efecto de la micro-variabilidad ejerce un error complicado de aislar en el análisis de los datos de rendimiento.

En el año 2000, el Dr. Terry Roberts mencionaba lo siguiente a cerca del manejo sitio específico (MSE): *"El concepto de MSE no es nuevo, pero nuevas herramientas de alta tecnología hacen más fácil manejar distintas áreas en los lotes de forma diferencial"* (Roberts et al., 2000). Esta frase sigue siendo muy actualizada solo que el tamaño de esas áreas para nuestro país se vería totalmente modificada respecto a lo que se planteaba en el año 2000 y lo que en la actualidad se empieza a visualizar. Países como Japón captaron este concepto desde hace muchos años atrás y trabajan en un sistema robotizado obviamente porque el tamaño de sus campos es de 5.000 m² a no más de 3 hectáreas (Noboru Noguchi, 2005).

En cuanto a la tecnología de AP disponible en Argentina se puede decir que nos encontramos utilizando en gran parte lo mismo que países desarrollados como EE.UU., Australia, Inglaterra o Alemania, entre otros. Pero en lo que respecta a robotización y automatismo de la maquinaria agrícola nos encontramos por debajo en desarrollos de países como pueden ser Japón, Alemania, Inglaterra, Francia, Italia y algún otro país como por ejemplo Chile en algunas producciones.

Desarrollo de la AP en Argentina sobre maquinaria de fertilización

El modelo elegido para la aplicación de la AP en nuestro país en un inicio fue copiado a EE.UU. en el año 1995/96 y siempre se trataba de adaptar la mejor opción propuesta por empresas, productores o investigadores de las universidades de aquel país. Algunos de los pasos propuestos como así también los equipamientos importados fueron probados en Argentina aplicándose de manera exitosa en gran parte. Pero también otros equipos o pasos de la AP no se aplicaron dado a su menor éxito en cuanto a su adaptación.

Algunos ejemplos de puntos para caracterización de ambientes de un campo en un inicio de la AP fueron cuales eran las herramientas que permitían lograr esa mejor caracterización a menor costo para los productores. De allí surgieron las comparativas entre el dato obtenido de monitores de rendimiento, cartas de suelo, imágenes satelitales, fotografías aéreas, rastras de conductividad eléctrica, radares de suelo, muestreos de suelos en grillas o dirigidos, entre otros. La realidad fue indicando el camino en ese momento y dejando lo que era más práctico y económico para los productores.

Si nos enfocamos en el tema fertilización en AP es interesante destacar que en principio la realización de fertilizaciones variables se realizaba con sembradoras, fertilizadoras con cuerpos para incorporar productos sólidos, fertilizadoras de productos sólidos al voleo o con bajada dirigida por aire, con fertilizantes líquidos inyectadas o por chorreado, entre otros, pero siempre tratando de aplicar variable mediante el uso de prescripciones dirigidas con GPS con previa caracterización de ambientes o mediante respuesta en tiempo real bajo la lectura de sensores como *Green Seeker* pasivos en el inicio y activos posteriormente, donde se mantenían franjas patrón bien fertilizadas para ser comparadas con el resto del cultivo en el lote.

En la actualidad, el modelo existente es muy similar a lo descrito en el párrafo anterior en cuanto al concepto. Las mejoras se dieron en la mayoría de los casos por las experiencias de prácticamente 20 años que permitieron mejorar los análisis y equipamientos que brindan respuestas más rápidas al cambio y estabilización de dosis de fertilizante entre ambientes.

Los cambios de dosis muchas veces, entre que se detecta el ambiente y se logra aplicar lo pres-

cripto (necesario para ese ambiente), demandaba varios segundos y esto causaba una dosis no deseada en ese sector del lote, dejando errores en aplicaciones que luego se expresaban en el rendimiento de los cultivos. Esta problemática se ha ido solucionando con el tiempo y hoy se trabaja con muy buenas precisiones en el mundo.

Se lograron mejorar los equipos de acción (actuadores que reciben la información de los monitores o de sensores en tiempo real), ya sean mecánicos, hidráulicos y/o eléctricos como así también los softwares utilizados logrando una mejor aplicación de fertilizantes en los sitios deseados. La maquinaria a su vez es más específica y se ha logrado robotizar a niveles de controlar metro a metro la aplicación e inclusive a medidas sub métricas.

Muchos factores fueron y son los causantes de malas aplicaciones de fertilizantes. Pero por lo general siempre se toma de ejemplo a las fertilizaciones al voleo como las que mayores problemas causaban en cuanto a distribución del producto en el campo. Argentina ha ido mejorando estos equipos, pero Europa siempre avanza más rápidamente con componentes electrónicos conectados a dispositivos que miden y a su vez pueden cambiar las distribuciones por medio de cambios en la maquinaria en tiempo real. En la **Figura 1** se muestra una deficiente fertilización nitrogenada del cultivo de maíz dada por una mala regulación de la fertilizadora.

En nuestro país, en pulverizadoras se han desarrollado y se están desarrollando equipos que logran conocer y trazar una aplicación que brinda seguridad a los usuarios. La firma *Acronex* ha implementado un sistema de monitoreo (estación meteorológica) en tiempo real que se encuentra conectado a dispositivos de la pulverizadora para indicar si hay riesgos de deriva o malas aplicaciones (<https://www.acronex.com/>). Un sistema similar en Alemania hace varios años se está utilizando para fertilizadoras al voleo donde regula, en tiempo real, el ancho de aplicación según la dirección de los vientos.

Una estación meteorológica montada arriba de la maquinaria y comunicada a un sistema inteligente que puede estar combinado a una cámara filmadora que observe en tiempo real la distribución y a su vez controlando a un sistema mecánico, eléctrico o hidráulico que acciona para hacer cambios en el ancho de aplicación o el ángulo de salida del fertilizante (en lugares

montañosos), sería la solución para mitigar o eliminar esta problemática bastante común y visible en los campos de nuestro país.

Las últimas muestras del sector agropecuario en EE.UU. y Europa mostraron equipos con grandes velocidades de reacción para variar en ambientes contrastantes en cuanto a dosis

aplicadas en muy poco tiempo. También se mostraron dispositivos de control que permiten lograr fertilizaciones tanto de productos sólidos como líquidos muy eficientes y bien distribuidas. Estos serán los cambios a los que nuestro país debe avanzar para lograr una eficiencia global de la fertilización.



Figura 1. Vistas de aplicaciones deficientes de nitrógeno en maíz.

Futuro de las fertilizaciones con nuevas herramientas de AP

Vale la pena empezar a discutir sobre el sistema agropecuario y si se quiere lograr mejorar, o seguir sin cambios y hacer las cosas de la misma manera. Uno de los puntos seguramente es la fertilización y cómo se está realizando actualmente. Dentro de la fertilización nitrogenada en gramíneas todavía se sigue poniendo sobre la mesa si se hace en el momento oportuno o si se realiza cuando es más simple por logística, aunque no sea lo correcto desde el punto de vista agronómico. Esto seguramente se da por problemas en los tiempos de aplicación porque una máquina no puede hacer 1.000 ha en un día por ejemplo o por el estado de desarrollo de los cultivos que no permite que la maquinaria ingrese sin dañar plantas en momentos avanzados del ciclo entre otros factores.

Otro punto que siempre se pone en discusión suelen ser los métodos de diagnóstico que no terminan de ajustarse nunca ensayo tras ensayo y muchas veces no ajustan a la realidad de lo aplicado en el campo en fertilizantes. Conjuntamente con esto la dependencia del año si es húmedo o es seco y la respuesta en el rendimiento que ello causa. Son todas situaciones del día a día que con información diaria obtenida por diferentes métodos y aplicando con equipamientos robotizados podría lograrse mejorar.

Hoy se encuentran algunas herramientas que permiten un mejor ajuste y que pueden predecir con mayor exactitud las necesidades de los cultivos en diferentes tipos de insumos. La combinación de imágenes satelitales de varios satélites, más imágenes obtenidas desde un dron para tomarlo como muestra comparativa de ajuste a las imágenes satelitales, tomando datos de estaciones meteorológicas en ese lugar y ajustando a modelos de elevación de suelos, está logrando un ajuste casi perfecto en momentos tempranos de algunos cultivos como, por ejemplo, maíz y trigo. Además, hacen un ajuste matemático con datos climáticos para predecir luego del momento en que las imágenes se saturan. En EE.UU. algunas empresas proveen imágenes satelitales prácticamente todos los días y es como ver crecer a los cultivos, lo que permite detectar problemas de enfermedades o deficiencias de nutrientes muchos días antes que el ojo humano lo pueda observar, por ejemplo.

Este modelo empieza a tener gran cantidad

de datos que hoy son posibles de analizar con una lógica algo más simple, porque se ha logrado tener una continuidad de puntos de un mismo lugar en el tiempo. Lo que colabora no solo a mejorar las aplicaciones de insumos, sino que también logra tener una trazabilidad de la producción primaria que será necesaria para poder lograr precios mayores a los que cotizan los *commodities* en EE.UU.

Teniendo en cuenta como avanzan las herramientas y las posibilidades tecnológicas es que se empieza a visualizar un futuro virtual interconectado y robotizado en la producción agrícola. Donde una imagen satelital puede ser el disparador para que un robot sea por aire o por tierra, salga a cumplir la recomendación del tratamiento que se le indica y luego vuelva a su base.

Seguramente estos robots podrán hacer una agricultura a su vez más versátil y con menores costos de mantenimiento que la maquinaria actual. Hoy los contratistas rurales están pasando por un momento muy complicado respecto a poder amortizar la maquinaria de trabajo.

Existen herramientas de trazabilidad y como ejemplo se puede citar solo una compañía que adquirió *Trimble* (<https://www.harvestmark.com>), que tiene más de 400 empresas como clientes. Hoy la industria alimentaria se está transformando por las demandas de mayor transparencia, calidad y seguridad, creando oportunidades para proporcionar un análisis significativo de los alimentos desde el campo a la mesa. Estos sistemas pueden marcar claramente diferencias de precios para los productores dado que los consumidores pagan por ello.

Conclusiones

El futuro de la AP producirá cambios que serán muy flexibles para poder virar constantemente de un sistema de producción a otro, siempre y cuando se empiece a trabajar en el concepto de micro variabilidad de suelos y el tratamiento correcto que eso implica.

El avance en la periodicidad e información de las imágenes satelitales, la mayor velocidad de análisis de datos que antes no se contaba con las computadoras existentes, la oferta en maquinaria agrícola que permite hacer cambios en pocos centímetros y la amplitud mental de quienes desarrollan tecnología que hacen posible lo que hace 6 meses no era posible es realmente