

EL USO DE LAS TECNOLOGIAS DE “SITIO ESPECIFICO” EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR EN MEXICO

Por
Dr. Ignacio Lazcano-Ferrat¹

Definitivamente, el uso de tecnologías modernas de “sitio específico”, está marcando una nueva etapa en la historia del cultivo de la caña de azúcar en México. Los sistemas de información geográfica (GIS) y de posicionamiento global (GPS), por sus siglas en inglés, están abriendo nuevas posibilidades para el manejo del cultivo y de la información en la industria azucarera. Estas tecnologías, aplicadas debidamente a los campos cañeros, benefician a los agricultores, a los Ingenios y tienen la ventaja de establecer un sistema operativo a largo plazo, que mejora los resultados de las operaciones industriales en forma integral. **¿Qué significa esto?** Conociendo que el cultivo de la caña de azúcar es un cultivo semi-perenne industrial; todo cambio en las condiciones dentro de las cuales se desarrollan las plantas, tendrá un impacto a mediano plazo en la cadena productiva, calidad industrial del producto final y las estrategias integrales de la empresa como tal pueden ser afectada significativamente. Así, los registros de información agronómica utilizando el GIS y el GPS, serán de gran utilidad para incrementar la eficiencia de producción del cultivo.

Para poder tomar decisiones inmediatas e intervenir favorablemente en el manejo de los factores controlables de la producción, se requiere recopilar la mayor cantidad de información en forma sistemática y ordenada. Esta información sirve además para formar un historial, el cual ayudará en la planeación del manejo del cultivo al conocerse la relación causa-efecto que determinado tratamiento ha provocado en el rendimiento y calidad del cultivo.

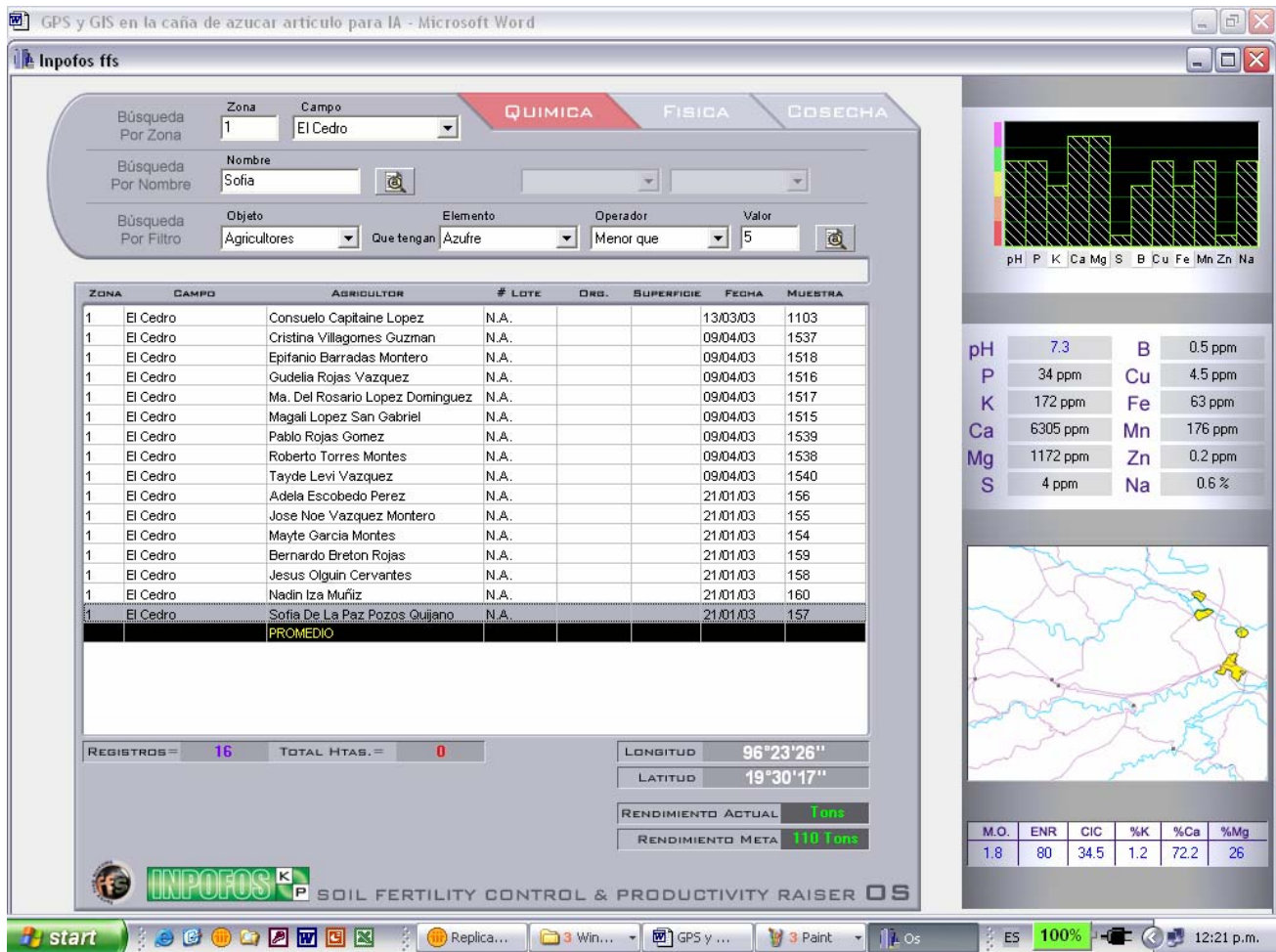
En la caña de azúcar, como en otros cultivos, se requiere del conocimiento de las características físico-químicas de los suelos en donde crecen las plantas. Para poder determinar programas adecuados de nutrición es indispensable realizar un buen muestreo y análisis de suelo. Las propiedades químicas son determinadas mediante un laboratorio que analiza las muestras tomadas en el campo. Al aplicar las tecnologías GPS y GIS, se tienen que usar aparatos receptores GPS para posicionamiento global, los cuales nos registran el punto exacto de muestreo del suelo gracias a la ayuda de los satélites que están en órbita alrededor del planeta. Muchas veces las formulaciones de fertilización no son las correctas cuando se tiene información incompleta. Los agrónomos toman en cuenta variables cuantitativas, cualitativas e intuitivas/históricas (**ver Tabla 1**). Así, las áreas que podrán ser atendidas con el mismo tratamiento, se definen de manera espacial dentro de un mapa digital y/o en las fotografías aéreas correspondientes con la resolución más conveniente.

Tabla 1. Características que son tomadas en cuenta para definir zonas homogéneas en la aplicación de las tecnologías de “sitio específico”.

Tipo de características	Ejemplos
Cuantitativas estables	Elevación/topografía, curvatura de la superficie, pedregosidad, materia orgánica en el suelo, pH o carbonatos de calcio, conductividad eléctrica, etc.
Cuantitativas dinámicas	Datos del monitoreo de rendimiento, densidad de malezas y su distribución, apariencia externa del cultivo, humedad del suelo y salinidad, niveles de N en el suelo o planta.
Cualitativas estables	Color del suelo, niveles de nutrientes estables en el suelo (como P y K), patógenos que persisten en el suelo, profundidad del subsuelo, aireación/drenaje del suelo.
Intuitivas/históricas (criterio y experiencia)	Conocimiento del productor acerca de las características de su campo, características del subsuelo, patrones de drenaje, rotación de cultivos anteriores, rendimiento anterior, meta de rendimiento, etc.

Dichos datos, junto con otra información de campo, se descargan en bases de datos (ver Figura 1) incluidas en “softwares” especializados que contiene mapas digitales que nos permiten visualizar referencias cercanas a los puntos de muestreo.

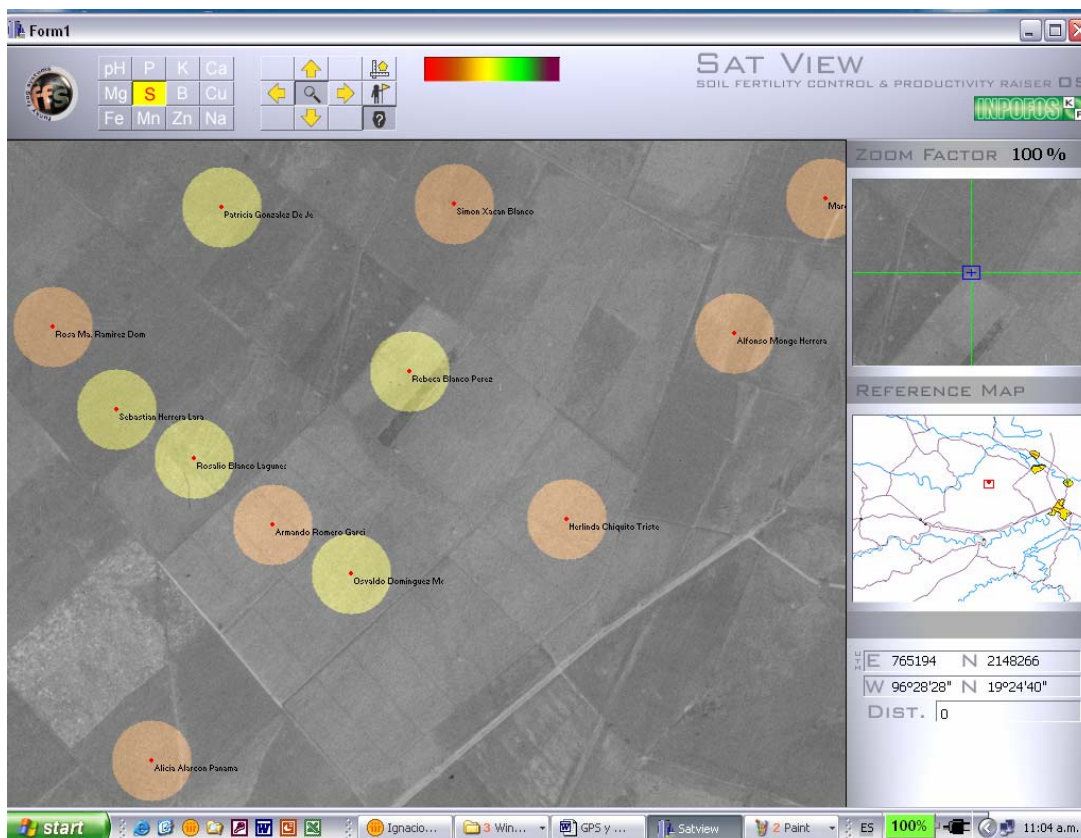
Figura 1. Organización de una base de datos práctica y sencilla que permite registrar información técnica de utilidad en el diagnóstico y recomendación de fertilizantes.



Estas referencias pueden ser presas, poblaciones, ríos, caminos, construcciones e incluso arboledas u otras. Al tener en el sistema toda la información organizada del sitio o sitios de interés, Se podrá establecer mapas con colores superpuestos en las fotografías aéreas tomadas a escala, en las cuáles cada color significa una posición en la escala de valores, señalando áreas con problema y probables “focos de alerta” que hay que tomar en cuenta para programar las enmiendas pertinentes. Igualmente se podrá recurrir a la información gráfica calculando los riesgos en forma cuantitativa y cualitativa, por ejemplo, imaginemos una zona de influencia de un Ingenio que comprende mas de 20,000 hectáreas en la cual las parcelas tienen un promedio de 2.5 ha c/u, esto nos indica lo fraccionado que están los terrenos.

En dicha zona, por ejemplo, los valores de Fe y Zn disponibles en el suelo para las plantas son bajos en más del 60% del área, lo que representa alrededor de 12,000 hectáreas. Entonces, los Técnicos de campo podrán reunirse con los superintendentes, administradores y personal a tomar decisiones con mayor confianza en lo que esta ocurriendo en su zona de abasto, (Figura 2), se podrá discutir, por ejemplo, con que intensidad y en que lugares, se podrá estimar volúmenes, áreas, etc. todo esto con suma precisión. Por lo tanto, de esta reunión podrán surgir nuevas ideas para llevar a cabo la corrección de estos problemas, además, la manera y momento de llevarlo a cabo (logística),

Figura 2. Fotografía aérea de un campo a escala en donde se pueden apreciar los distintos valores de azufre en el suelo señalados con diferentes colores, desde el verde significa nivel óptimo, el amarillo significa nivel medio y el rojo representa nivel bajo.



lo cual podría ahorrar gran cantidad de dinero al planear la operación en grandes volúmenes de terreno, en lugar de sugerir a los productores hacerlo de manera individual en cada parcela, ya que resultará mas barato conseguir los insumos necesarios para la corrección, así también se facilitará la disponibilidad y precio del equipo aéreo que lo llevará a cabo.

Estas nuevas Tecnologías están cambiando la forma en que el Ingenio, los productores y sus consultores toman las decisiones. Las posibilidades de aplicación de estos sistemas son muy variadas y aun se siguen estudiando sus aplicaciones en los países más desarrollados.

Lo importante de la tecnología GIS y GPS radica en la adecuada planeación y guía para su uso en el campo. De manera que ésta debe ser proporcionada por individuos con el nivel suficiente de capacitación y preparación para implementar de manera apropiada las aplicaciones del sistema a los campos cañeros. Entonces, hay que recordar que cada caso resulta muy particular y que las variables analizadas en un sistema, de un Ingenio determinado, le podrán ser de poca o nula utilidad a otro Ingenio. Esto significa que el diseño de cada sistema debe ser discutido en conjunto por las personas que lo vayan a implementar; así como por los productores y el personal involucrado de campo, administrativo y de sistemas. De esta manera se podrán seleccionar y unificar los criterios para ayudar al diseño del sistema mas adecuado y completo.

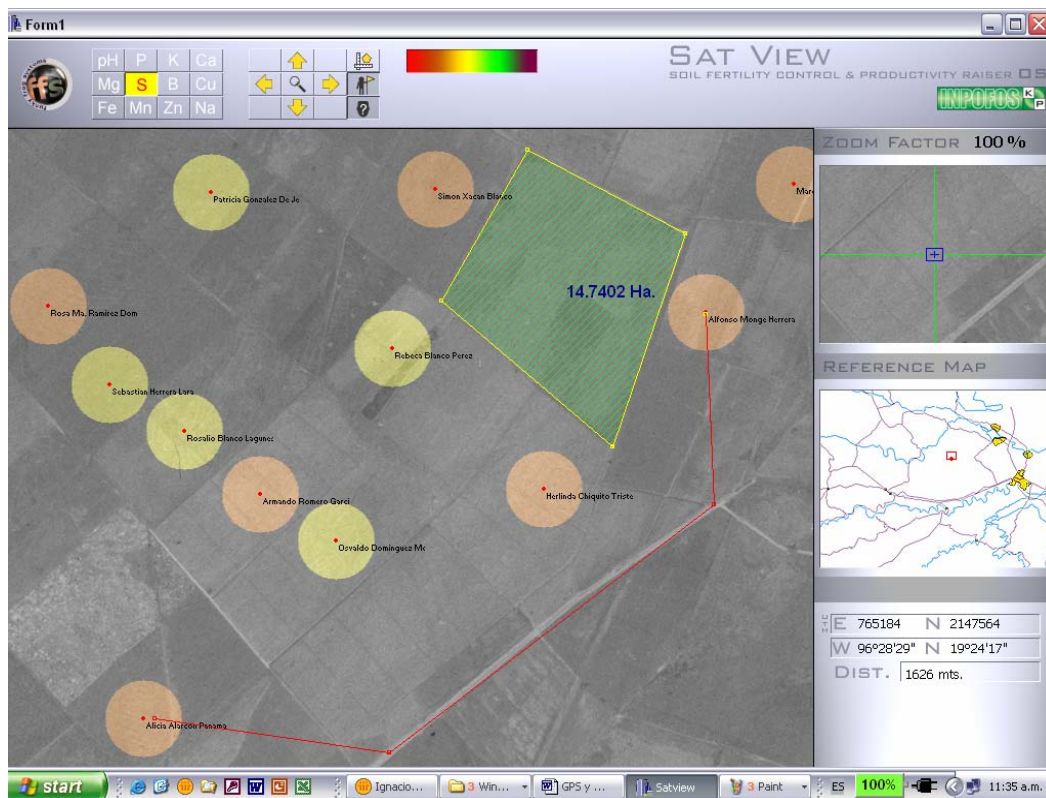
Las técnicas de precisión para el campo ayudan a controlar la información agronómica necesaria para satisfacer las necesidades del cultivo y así aumentar el promedio de los rendimientos en campo, por ejemplo. Dentro de los programas de fertilización, las variables mas aceptadas para incluirse dentro de esta información, normalmente

representa los valores de los macro nutrientes... fósforo y potasio, pH, Materia Orgánica, Capacidad de Intercambio Cationico (CIC), ciclo, rendimiento anterior (en el caso de resocas), meta de rendimiento esperada, etc., en fin, los factores básicos para poder llegar a una buena decisión en relación con las aplicaciones de las enmiendas o fertilizantes y que será tomada por un técnico en nutrición o un distribuidor de fertilizantes.

Consideraciones prácticas para definir las variables de las zonas homogéneas. Primero consideremos las variables que tienen que ver directamente con el rendimiento del cultivo. Estas relaciones directas se refieren al pH del suelo, niveles de nutrientes en el suelo que puedan causar deficiencias y/o toxicidades en las plantas y los niveles de infestación de plagas o enfermedades. Irónicamente, algunas de las variables que se toman en cuenta no son estables a través del tiempo, así, durante el año y dependiendo de la temporada, los mapas van a cambiar de colores conforme a los movimientos en los valores de estas variables. Por ejemplo, la conductividad eléctrica que se valora y es reportada por los análisis del laboratorio es un valor de utilidad para saber el nivel de salinidad que presentan los suelos, pero al registrar los reportes de la temporada seca, se verán diferentes a los tomados en la época de lluvias, esto debido al lavado de las sales del suelo en la época húmeda.

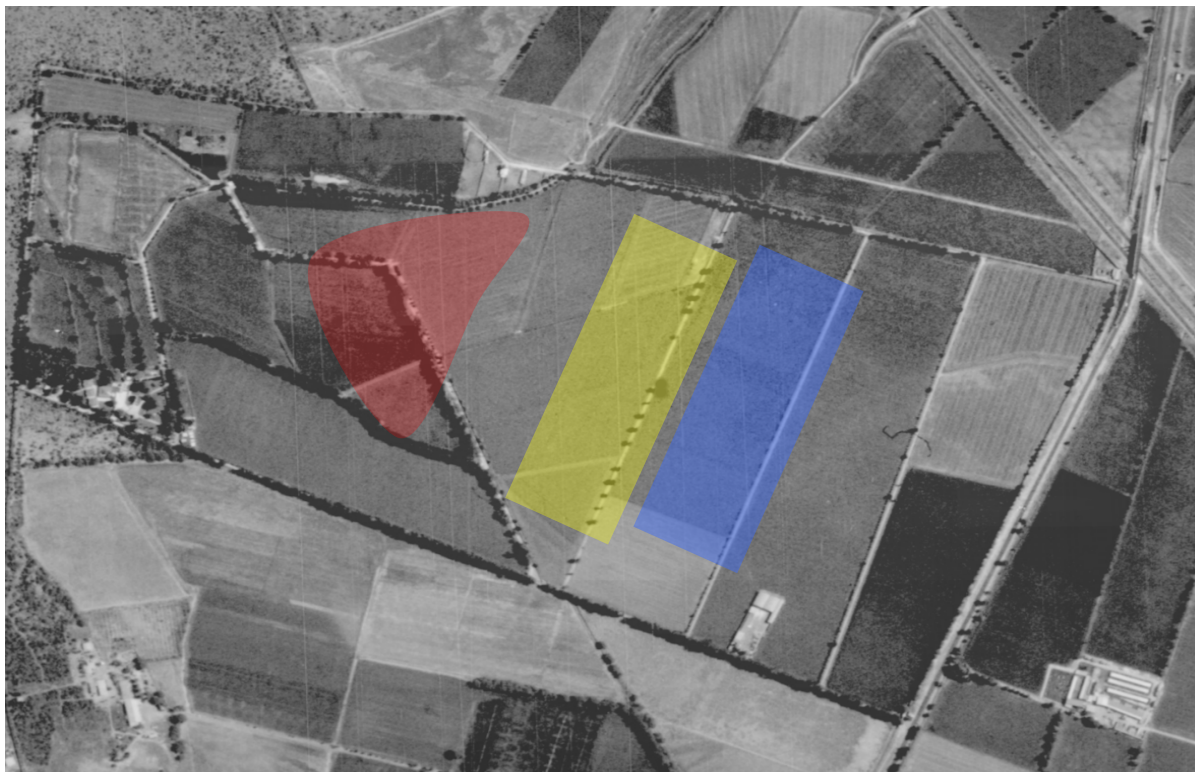
Es por eso que se requiere de la experiencia e intuición de las personas a cargo del sistema operativo. Otra consideración muy importante esta relacionada con todos aquellos datos que se mantienen uniformes a través del desarrollo del cultivo, por ejemplo: La superficie de parcelas, la distancia entre lotes, el color del suelo, la topografía, la profundidad del horizonte, etc., los cuales pueden servir para definir zonas homogéneas. La ventaja de este sistema (GIS-GPS) radica en que los registros y datos solamente son medidos una sola vez, ya que cambian muy poco o no cambian a través del tiempo y se pueden formar mapas de utilidad a largo plazo.

Figura 3. Registro de variables temporales, fijas y uniformes como lo son la superficie de lotes, distancias entre parcelas y registros de propietarios junto con localizaciones de puntos de muestreo y niveles de azufre de una zona determinada de abasto de caña de azúcar.



La densidad de la información que se maneja también es de considerarse para poder interpolarla en las bases de datos que la contengan, así, los mapas digitales con modelos de elevación a colores (**Figura 4**) estarán visibles en la pantalla de la computadora, con la ventaja de poder estar mostrando cada una de las variables en los mapas en zonas coloridas, pero transparentes hacia las fotografías aéreas digitales de fondo, las cuáles pueden contener referencias bien notables como grupos de árboles, construcciones, arroyos, ríos, etc. Entre mayor densidad de información **confiable** contenga la base de datos del sistema, más probabilidades existirán de alcanzar el éxito en las operaciones encaminadas a mejorar la productividad de las zonas en cuestión.

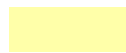
Figura 4. Mapa digitalizado con colores superpuestos encima de una foto aérea para distinguir los diferentes niveles rendimiento y su relación con alguna variable determinada como el pH.



Buen rendimiento



Rendimiento medio



Rendimiento Bajo



En la fotografía de arriba se observa un rancho de 100 hectáreas, aproximadamente, y las áreas que tienen diferentes colores se seleccionaron para poder identificar con facilidad y de manera inmediata las delimitaciones de problemas que rendimiento que pudieran existir, corriendo una por una las distintas variables reportadas en los análisis. Además, existe la posibilidad de graficar la información numérica de forma sencilla para poder entenderse por cualquier persona. Los datos que los Ingenios utilizan de manera cotidiana para fines administrativos, también se pueden ligar al sistema con la interfase requerida y así construir un sistema central de información para consulta por agricultor, zona, ejido o pequeña propiedad, capacidad de rendimiento en campo o en fábrica, etc. En fin, no hay limitaciones de su uso en el campo cañero... la imaginación irá aportando nuevas aplicaciones. Sin embargo, estos sistemas ya son una realidad y tienen un impacto muy positivo en mejorar la eficiencia del diagnóstico y recomendación de fertilizantes en áreas extensivas de la industria azucarera de México.

El Dr. Ignacio Lazcano-Ferrat es director del Instituto