



Experiencia del sector cañicultor en agricultura específica por sitio

Experience of the Sugar Cane Sector in Site-Specific Agriculture

AUTOR



Javier A. Carbonell G.

Cenicaña.

jacarbonell@cenicana.org

Palabras CLAVE

Agricultura por sitio,
Agricultura específica,
Sistemas de información geográfica,
Sistemas expertos.

Site-specific Agriculture,
Geographic Information systems,
Expert systems

Ponencia presentada en el XXXVI
Congreso Nacional de Cultivadores de
Palma de Aceite, Bucaramanga,
28 de mayo de 2008

Resumen

La agricultura específica por sitio puede definirse como: “El arte de realizar las prácticas agronómicas requeridas para una especie vegetal, de acuerdo con las condiciones espaciales y temporales del sitio donde se cultiva, para obtener de ella su máximo rendimiento potencial”. En el cultivo de la caña de azúcar, el centro de investigaciones del gremio, Cenicaña, ha abanderado la implantación de tecnologías relacionadas con la agricultura de precisión. Ha realizado procesos de georreferenciación y zonificación de áreas sembradas, que permiten hacer un análisis por sitio específico y durante un tiempo determinado de la eficiencia productiva y económica del cultivo. En esta conferencia, Cenicaña expone sus estudios y sus avances en la materia.

Summary

Site-specific agriculture can be defined as “the art of carrying out the agronomic practices required by a plant species in accordance with the spatial and temporal conditions of the site where it is grown in order to obtain its maximum yield potential”. Cenicaña, the Colombian Sugar Cane Research Center has led the implementation of technologies associated with precision agriculture in the sugar cane crop. It has carried out georeferenced processes and zoning of planted areas, enabling a site-specific analysis of the productive and economic efficiency of the crop during a specific period of time. In this lecture, Cenicaña presents its studies and advances in this subject.

El área sembrada con caña de azúcar en el Valle del Cauca suma 215.000 hectáreas, hay 13 ingenios, 2.200 cañicultores y 21.500 lotes (suertes), todo perfectamente georreferenciado en formato digital, lo que significa que el sector azucarero cuenta con información detallada sobre la distribución y la administración de los diferentes procesos.

Siempre se ha dicho que el valle geográfico más productivo del mundo en caña de azúcar es el del Cauca, pero Cenicaña estaba interesada en saber si esa afirmación cobijaba a sus 400.000 hectáreas, si tal característica es homogénea o heterogénea, etc.

De manera que comenzamos a hacer los estudios pertinentes y encontramos, por ejemplo, que la distribución de la precipitación es bastante heterogénea; hay zonas de poca precipitación (de unos 800 milímetros), hasta de 2.000 milímetros. Es decir, hay una enorme variación en un solo factor meteorológico.

En suelos la cosa no es diferente: existen 238 asociaciones de suelos. A ello hemos llegado luego de varios estudios, el último de los cuales fue muy detallado en escala 1:10.000, que posiblemente sea de los más grandes en el mundo y del que estamos comenzando a ver los frutos. En efecto, hemos podido conocer en esa colcha de suelos cómo está distribuida la materia orgánica; hay zonas con altas cantidades y otras con bajas cantidades. Como sabemos cuáles son las demandas de la caña de azúcar por materia orgánica, esta información nos permite identificar el tipo de niveles de concentración (medios, bajos o altos), para ajustarlos al cultivo.

La productividad tampoco es uniforme. Es decir, no en todo el Valle se genera una alta productividad.

Agricultura específica por sitio

¿Cómo manejar esa heterogeneidad del Valle del río Cauca que se presenta en climas, suelos, cultivadores, etc.? Una manera de hacerlo es mediante la agricultura específica por sitio, que puede definirse como: “El arte de realizar las prácticas agronómicas requeridas para una especie vegetal, de acuerdo con las condiciones espaciales y temporales del sitio donde se cultiva, para obtener de ella su máximo rendimiento potencial”.

En los años sesenta el sector azucarero tenía una productividad promedio de 0,4 toneladas de azúcar

por hectárea, época en la que comenzó a llegar una tecnología importada, que permitió algunos incrementos pero solo en ciertas zonas (Figura 1). En la década del ochenta aparece Cenicaña, que comienza a generar una tecnología propia con el aporte de los ingenios y de los cultivadores, y entonces se comienza a ver un salto en productividad, que logró alcanzar la tonelada de azúcar por hectárea a finales del siglo pasado (Figuras 2 y 3).

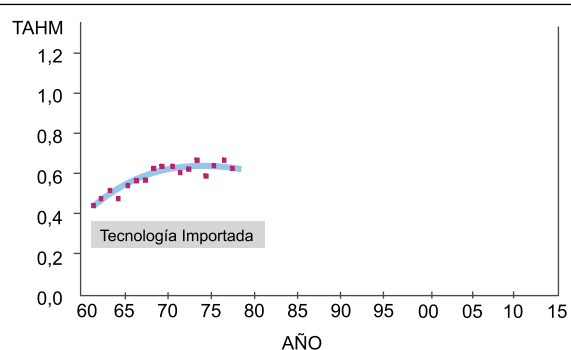


Figura 1. Incrementos de productividad.

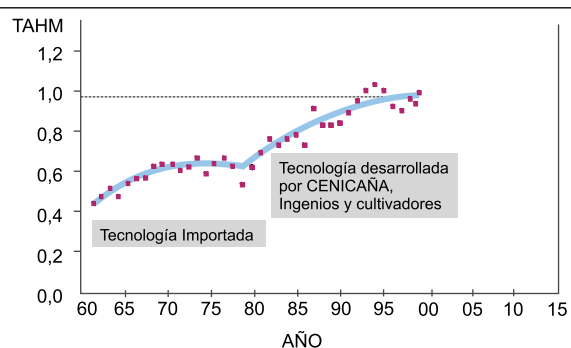


Figura 2. Incrementos de productividad.

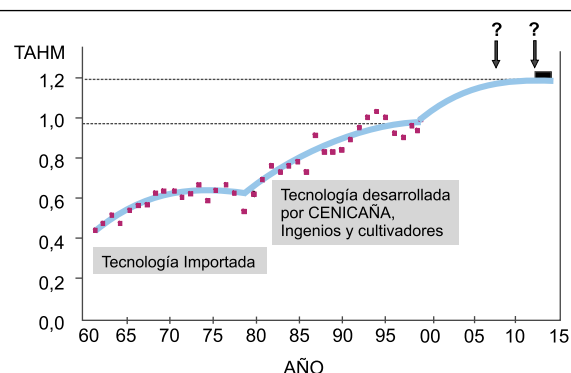


Figura 3. Incrementos de productividad.



Por supuesto el objetivo de siempre es seguir aumentando la productividad. Estamos seguros de que una herramienta para lograrlo es justamente la agricultura específica por sitio, que nos permite conocer muy bien la heterogeneidad del Valle para poder manejarla de la mejor manera, con tecnología apropiada para cada zona. A partir de su implantación (Figuras 4 y 5) los datos de productividad efectivamente muestran mejoras.

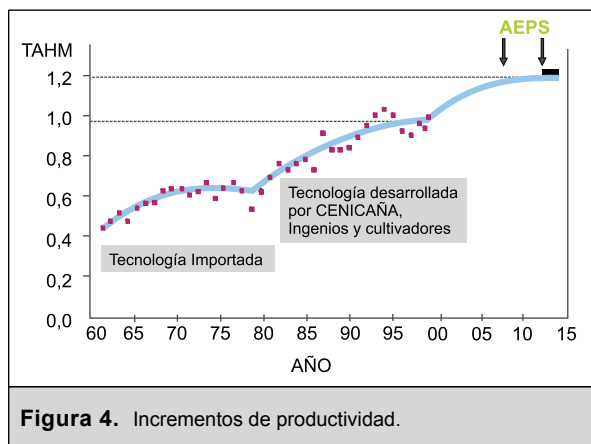


Figura 4. Incrementos de productividad.

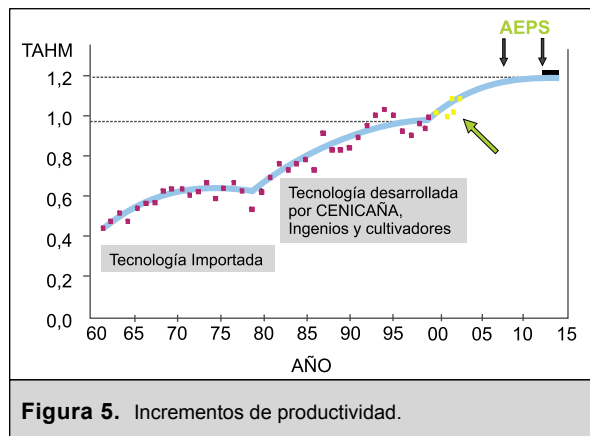


Figura 5. Incrementos de productividad.

Del tema de la agricultura específica por sitio me referiré en lo fundamental a cuatro aspectos: zonas agrológicas, programación de labores, mapas de productividad y seguimiento satelital.

Zonas agroecológicas

En el tema de zonas agroecológicas el sector azucarero está trabajando desde 1980 y recién hizo una cuarta aproximación, a partir de los resultados del estudio detallado de suelos que mencioné. La Figura

6 muestra el esquema de la secuencia de análisis y los factores tomados en cuenta para la conformación de las zonas agroecológicas. Como se puede apreciar, esto se hace desde dos puntos de vista: el climático y el de suelos.

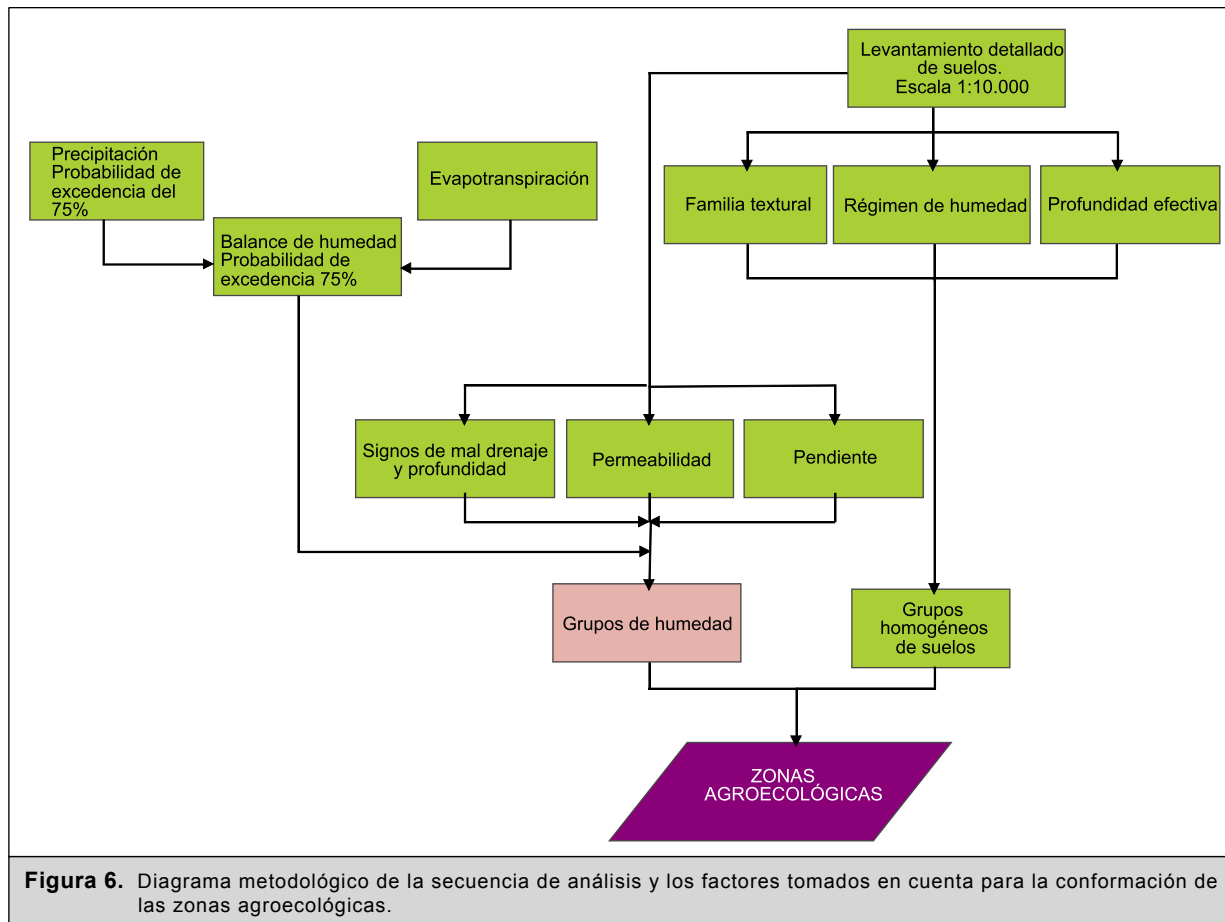
De los aspectos climáticos se trabajan en lo fundamental los balances de humedad, la precipitación y los consumos de agua de los cultivos. Para este estudio específico, el sector cuenta con una red de 216 pluviómetros que tienen más de 15 años de información y forman parte de un conjunto de alrededor de 1.000 pluviómetros propiedad del sector azucarero, el Ideam, la CVC y Cenicafe, entre otros.

Igualmente, se tienen los tanques de evaporación para calcular la evapotranspiración o el consumo de agua que tiene el cultivo. Lo cual nos ha permitido conocer muy bien la distribución de la precipitación y en qué suertes de las 21.500 que hay, el cultivo consume más o menos agua y en cuáles falta o sobra el líquido. De esa manera se pueden evaluar las tareas que deben ejecutarse bien sea en infraestructura de riego o de sistemas de drenaje, según sea el caso.

De los aspectos del suelo, básicamente se contemplan el balance de humedad, drenaje, permeabilidad y pendiente, información con la que se generan unos grupos de humedad (Figura 6). En total tenemos seis grupos de humedad con diferentes rangos de balance de humedad.

Ahora bien. Como es tan difícil manejar 238 suelos, basándonos en ciertos parámetros pudimos formar 33 grupos homogéneos de suelos para el cultivo de la caña de azúcar, lo que nos permitió generar las zonas agroecológicas (149 en total) de manera más racional. Las zonas agroecológicas son básicamente la combinación de los grupos de humedad con los grupos homogéneos de suelos.

La información obtenida hasta aquí (tipos de suelos, grupos de humedad, etc.), nos permite en la actualidad hacer investigación dirigida a las zonas específicas, cuyos resultados están referenciados y pueden ser consultados vía Internet. Los cañicultores conocen bien cómo acceder a la información sobre sus lotes, cómo consultarla y cómo manejarla. De hecho, pueden establecer con sus colegas diferencias o similitudes dependiendo de la zona en la que cada



uno desarrolla su actividad, comparar productividades de las variedades sembradas en las zonas, etc.

Programación de labores

Mediante la programación de labores se puede planificar la cosecha teniendo en cuenta aspectos como la precipitación y la permeabilidad del suelo utilizando la información de pluviómetros con más de diez años, el estudio detallado de suelos y la información comercial obtenida de los ingenios azucareros mensualmente. Así, el productor puede tomar las mejores decisiones en cuanto a las labores que va a ejecutar, de acuerdo con las condiciones que encuentre en el lote. Por ejemplo, en fertilización. Con esta herramienta el cañicultor puede saber qué edad tiene cada suerte en un momento determinado y sus condiciones particulares registradas en la información generada por los pluviómetros o por el estudio de suelos. Puede inclusive conocer las probabilidades de lluvia que tenga entre 10 y 20 milímetros. Conociendo con certeza las características de cada suerte, le es fácil evaluar si

debe ejecutar una labor en un momento determinado, arriesgarse con tales condiciones o posponerla.

Mapas de productividad

Otra tarea en la que Cenicaña ha estado enfocada es en los mapas de productividad, relacionados más con la agricultura de precisión que con la específica por sitio. En la Figura 7 se puede apreciar una alzadora



Figura 7. Alzadoras comerciales instrumentadas para generar mapas de productividad.

comercial de caña de azúcar, que hace labores rutinarias en la cosecha, la cual hemos instrumentado, junto con otra maquinaria (Figuras 8 y 9), con el propósito de recoger información; en este caso, la máquina toma el peso exacto de la carga de caña cada vez que la recoge y ubica el sitio en el que lo hace. Ello nos permite generar los mapas de productividad para establecer la variabilidad dentro de cada una de las suertes cosechadas. Así estamos en capacidad de saber qué áreas tienen altas producciones y qué áreas las tienen bajas. De acuerdo con el cultivo y conociendo qué factor puede estar creando tal variabilidad, el siguiente trabajo es analizar si se justifica hacer un manejo en el campo para mejorar la productividad.

Igualmente hemos venido usando sistemas de GPS montados sobre equipos de cosecha para conocer su

movimiento, por dónde se desplazan, a qué velocidad, qué distancia recorren, etc., de manera que la información recogida nos permita optimizar cualquier labor de manejo en el campo. Entiendo que en el sector palmero también se han implantado estos sistemas de información.

Seguimiento satelital

Con el apoyo de Colciencias, Cenicaña ha venido realizando seguimiento satelital, cuya aplicación es realmente importante no solo para el azucarero, sino para cualquier otro cultivo.

Las imágenes *Modis* (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), que veremos más adelante, se obtienen de un sensor montado en dos satélites (Aqua y Terra) con una resolución temporal diaria, con píxeles de 250 por 250 metros (lo que significa que registra información de 6,25 hectáreas), usando un producto de índice de vegetación (IV) en MOD13Q1. Su acceso lo provee la NASA en forma gratuita. Cualquier persona puede bajar la información.

¿Qué es un producto de índice de vegetación? Es un producto que se genera a partir de aproximadamente 64 observaciones durante un ciclo de 16 días. Cada 16 días la NASA permite bajar información del satélite a la que se le ha aplicado un algoritmo que garantiza la entrega del mejor dato del total de observaciones, de acuerdo con criterios de nubosidad y geometría.



Figura 8. Sistema de monitoreo y registro de cosecha.

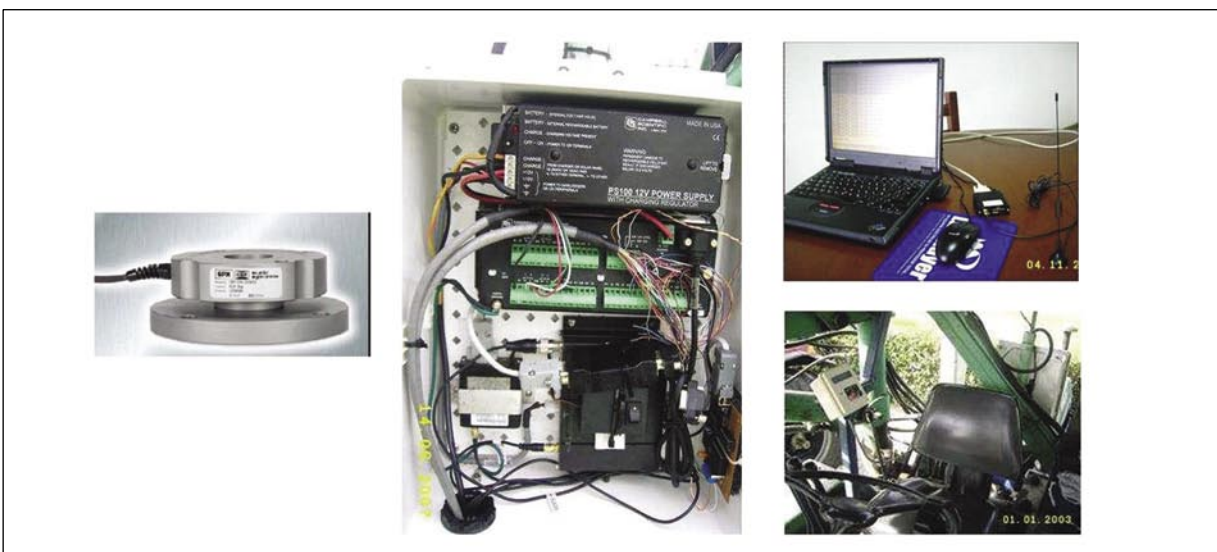
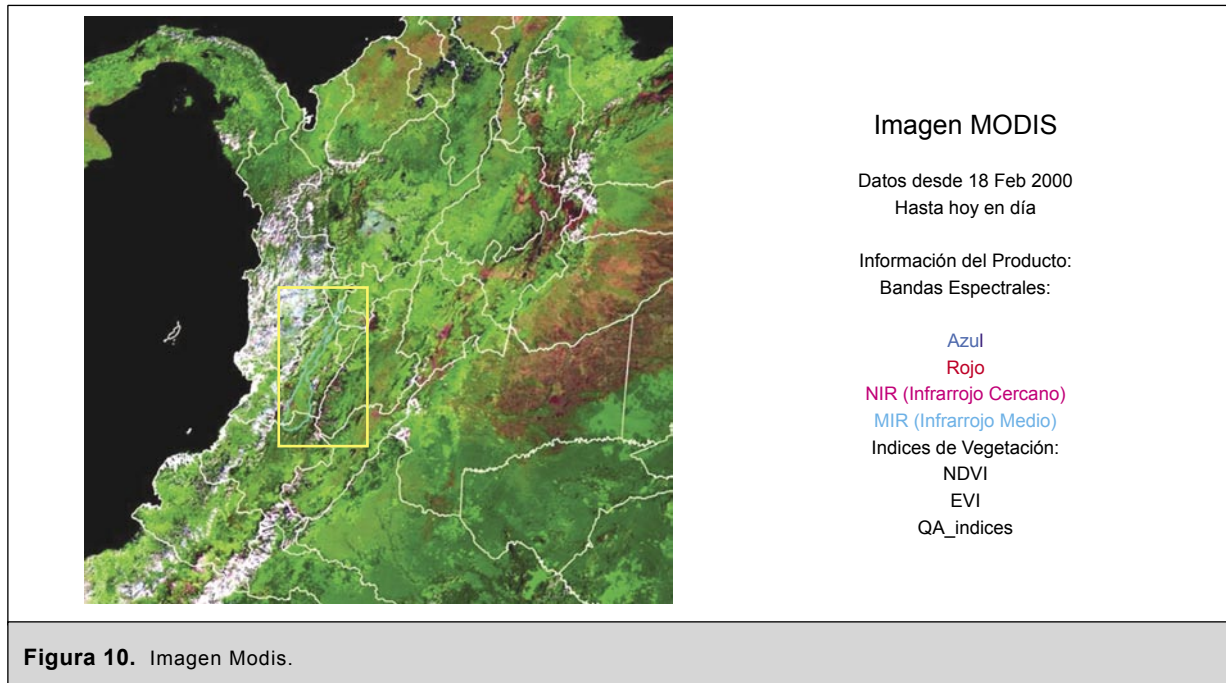


Figura 9. Sistema de monitoreo y registro de cosecha.



En la Figura 10 se aprecia una imagen Modis recogida vía satélite. Como se ve, está prácticamente cubierta toda Colombia. En el caso del sector azucarero, hemos bajado imágenes desde el 18 de febrero de 2000 hasta hoy, las cuales hemos recortado y re proyectado para extraer lo que es el valle geográfico de nuestro interés. Esto nos ha permitido conocer de una suerte de

caña determinada, la información de los ciclos del cultivo.

Así poseemos la fenología del cultivo, la siembra, el nacimiento, el crecimiento, el índice de vegetación. De manera que a partir de todo ello los cañicultores pueden hacer pronósticos de producción, que no podrían hacer de forma individual, sin disponer del conjunto de todas estas herramientas tecnológicas.