

## **USO DEL MAPA DE SUELO PARA OPTIMIZAR EL MANEJO DE LA CAÑA AZÚCAR EN EL INGENIO SAN CARLOS**

Egbert Spaans<sup>1</sup>, Oscar Núñez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ALIA2 S.A., Guayaquil, Ecuador, [espaans@alia2xti.com](mailto:espaans@alia2xti.com)

<sup>2</sup>Ingenio San Carlos, Ecuador, [nunez@isc.com.ec](mailto:nunez@isc.com.ec)

### **RESUMEN**

En el Ingenio San Carlos (ISC) se realizó un estudio detallado de suelos para conocer con exactitud el tipo de suelo presente en cada uno de sus 1412 unidades productivas (lotes). La información generada ha sido un insumo clave en la toma de decisiones de varias gestiones agrícolas. El conocimiento de los suelos ha permitido un análisis estadístico del desempeño de diferentes variedades en los 16 tipos de suelo encontrados, cuyos resultados se utilizan para la selección de variedades a sembrar en función del tipo suelo que domina en el lote. Como segundo uso se puede destacar la definición del potencial productivo de un lote con base en el suelo y otros factores como clima, variedad y tercio. Con base en la diferencia entre el potencial productivo por lote y su producción actual se definen cuales lotes se justifican renovar. Finalmente, mediante la determinación de la capacidad de retención de agua de los suelos del ISC, se ha podido establecer la frecuencia de riego de cada lote según su tipo de suelo. La ganancia en efectividad de las decisiones agrícolas es significativa y supera la inversión económica realizada en el estudio de suelos.

### **INTRODUCCIÓN**

El suelo es el principal patrimonio de la actividad agrícola. Su valor radica en las propiedades físicas, químicas y biológicas que poseen sus horizontes, y el grado en que ellas se acoplan a las necesidades del cultivo. Sin embargo, las haciendas no tienen “un

suelo”, sino más bien tienen diferentes tipos de suelos distribuidos en determinados cuerpos a través del territorio. Esa diversidad de suelos se debe a la forma en la cual la naturaleza, y el hombre en menor escala, han formado los suelos. Considerando que existe esa variabilidad de suelos en un sistema productivo, es evidente que un manejo uniforme no puede optimizar la productividad de los suelos para el cultivo. Más bien, es necesario manejar cada suelo según sus propiedades y condiciones específicas; no para que produzcan todos iguales, sino para que cada suelo produzca según su capacidad máxima. Así se logra eficiencia en las labores agrícolas y un uso racional de los recursos, y es el fundamento de la Agricultura de Precisión, o el Manejo por Sitio Específico.

Para poder manejar cada suelo según sus condiciones específicas, es indispensable saber primero dónde está ubicado cada cuerpo de suelo, segundo cuáles son sus condiciones y tercero cómo responde a la labor que queremos realizar. Lo primero se puede determinar mediante un mapeo de suelos, que es un estudio de campo para delimitar geográficamente la ubicación de cada cuerpo de suelo. Con base en este mapa, se puede proceder a lo segundo que es el muestreo y monitoreo de cada cuerpo en campo. El tercero es un trabajo del área Investigación Agrícola, que determina el comportamiento de los diferentes suelos y su respuesta al manejo que se les da.

El Ingenio San Carlos realizó un mapeo de suelos detallado de todo su territorio en el año 2006 y ha utilizado la información para optimizar el manejo agrícola. El objetivo de esta presentación es demostrar la utilidad de un mapa de suelo para optimizar el manejo agrícola.

## **RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELO**

Para el estudio de suelos se utilizó la metodología del Soil Survey Manual (Soil Survey Staff, 1993). Mediante 17,462 barrenaciones hasta 1 m de profundidad y 52 calicatas en las 18,377 ha del Ingenio San Carlos, se determinaron 547 cuerpos (unidades de mapa), cada uno de lo cual contiene uno de los 16 diferentes tipos de suelo que se encontraron en el territorio. Estos 16 tipos de suelo se pueden agrupar en 4 grandes grupos, según la textura del horizonte superficial; suelos A (textura arenosa), suelos B (franco - franco limoso), suelos C (franco arcilloso, franco arcillo limoso) y suelos D (franco arcillo arenoso).

Todos los suelos son minerales, de origen aluvial, profundos, de bajo contenido de materia orgánica, de régimen humedad *ústico* y de temperatura *isohipertérmico*, planos, neutros, no salinos, no sódicos, químicamente similares y sin horizontes diagnósticos (Soil Taxonomy, 2006). Por la similitud genética y química de los suelos, se decidió no utilizar la clasificación Soil Taxonomy, sino más bien desarrollar un sistema local de clasificación con base en características de suelo relevantes para el crecimiento de la caña, con la textura de los diferentes horizontes como el criterio principal para diferenciar los suelos.



**Cuadro 1.** Clasificación y distribución de suelos en el Ingenio San Carlos

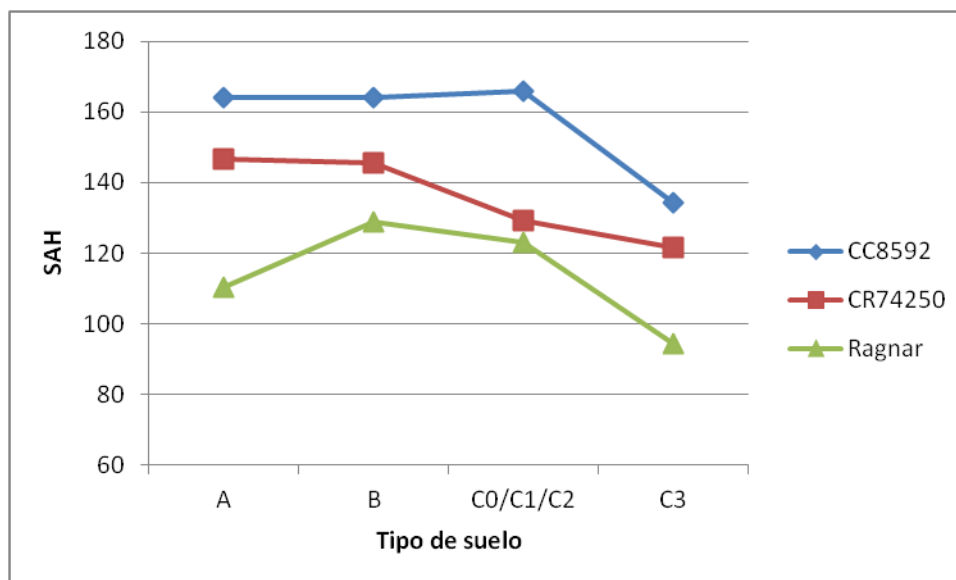
CLASIFICACIÓN DE SUELOS INGENIO SAN CARLOS			
Grupo	Subgrupo	Área	Soil Taxonomy
A	A0	3%	Aridic Ustipsamment
	A1	10%	
	A2	2%	
B	B0	24%	Fluventic Haplustept
	B1	9%	Typic Haplustept
	B2	10%	Aridic Ustorthent
	B3	3%	Typic Haplustept
	B4	5%	Aridic Ustifluent
	B5	6%	Vertic Haplustept
C	C0	12%	Typic Haplustert
	C1	6%	Vertic Haplustept
	C2	2%	Typic Ustorthent
	C3	4%	Typic Haplustert
D	D0	1%	Typic Haplustept
	D1	1%	
	D2	2%	

### **USO 1. SELECCIÓN DE VARIEDADES**

Una estrategia para manejar el riesgo agrícola contra ataques severos de enfermedades y plagas, o anomalías climáticas, es mantener una diversidad genética del cultivo en las plantaciones. En el cultivo de caña eso es extraordinariamente importante ya que la

propagación de semilla es asexual lo cual resulta en una uniformidad genética alta dentro de una variedad.

La diversidad genética en el cultivo de caña se obtiene mediante la siembra de diferentes variedades, cada una con su nicho agro-ecológico específico. Mediante un análisis estadístico multianual de datos comerciales de producción de caña y la información del tipo suelo correspondiente, se logró identificar el potencial productivo de cada variedad en los diferentes suelos del Ingenio San Carlos (Figura 2).



**Figura 2.** Producción de sacos de azúcar (50 kg) por ha (SAH) de tres variedades principales en los diferentes suelos del Ingenio San Carlos.

En la planificación de la siembra, en primera instancia se define desde un punto de vista de diversidad genética, el porcentaje meta del área de cada variedad en el Ingenio. Luego, se busca cómo mejor distribuir las variedades en los diferentes suelos presentes.

Los datos de la Figura 2 demuestran que la variedad CC8592 produce más azúcar por ha que la CR74250 y la Ragnar, en cualquier tipo suelo. Sin embargo, para mantener diversidad genética se requiere sembrar otras variedades también y para minimizar la reducción de producción que esto implica, se debe distribuir las variedades en los suelos donde mejor producen. La productividad de las tres variedades cae en los suelos más arcillosos (C3), sin embargo la productividad de la CR74250 cae menos (-23 SAH comparado con la productividad en suelo B), que la de CC8592 (-30 SAH) y Ragnar (-35 SAH). Por tanto, en suelos C3 sembramos CR74250. La Ragnar produce mejor en suelos B (franco) que en los otros suelos, mientras que la CC8592 produce igual en los tres suelos A, B y C, por tanto la Ragnar se siembra únicamente en suelos B. En el resto se puede sembrar la CC8592.

Simplemente ubicando las variedades en sus nichos agro-ecológicos, manteniendo los porcentajes de área de cada variedad en el Ingenio, se logró incrementar la productividad con un promedio de 1.6 SAH, lo cual por sí solo genera ganancias económicas que superan la inversión realizada en el estudio de suelo.

## **USO 2. SELECCIÓN DE ÁREAS PARA RENOVACIÓN**

Tradicionalmente se usaba umbrales de producción por tercio para decidir sobre las áreas a renovar. Lotes que producían menos que el umbral, se viraban y renovaban, y el año entrante se mejoraba su producción ya como caña planta. La diferencia entre la nueva producción como caña planta y la última antes de la renovación, es la justificación de la inversión en la renovación.

La consecuencia de esta estrategia de toma de decisiones con base en un umbral rígido es que hay una mayor renovación en suelos de menor productividad, ya que son estos lotes cuya producción cae más rápidamente por debajo del umbral. Si la recuperación de la inversión en una renovación es el incremento de la producción, entonces se debe de renovar aquellos lotes cuyas productividades actuales están más lejos de lo que pueden (históricamente) producir como caña planta. Lo que puede producir (el potencial productivo), depende principalmente de la combinación de factores como suelo, clima, variedad y tercio.

Mediante un análisis estadístico de los datos comerciales históricos, se determinó el potencial productivo (caña planta y primera soca) de todas las combinaciones existentes de suelo, variedad, tercio y clima. Los lotes que entran al programa de renovación son aquellos cuyas producciones están más lejos de su potencial productivo. En la práctica puede suceder que lotes que se deciden a renovar tienen una mayor producción actual que lotes que siguen en cultivo, básicamente porque su potencial productivo es más alto.

Al seleccionar las áreas a renovar con base en este criterio dinámico (brecha entre producción actual y potencial productivo) en lugar del criterio estático (umbral fijo), se logró incrementar la ganancia en productividad en el área renovada de 21.3 TCH a 23.3 TCH (diferencia entre producción después y antes de la renovación); una ganancia de 2 TCH adicionales a ningún costo, lo cual tiene un aporte económico que por sí solo supera la inversión en el estudio de suelos.



### **USO 3: PROGRAMACIÓN DE RIEGO**

Para la programación de riego, usamos el balance hídrico que es un modelo matemático que parte de una cierta cantidad de agua almacenada en los suelos, y resta la evapotranspiración (el consumo de agua) diariamente. Cuando la reserva de agua rápidamente disponible se acaba, se da el próximo riego (por gravedad). La capacidad del suelo para retener agua depende de su textura y de la distribución del tamaño de los poros en el suelo.

Una vez haber identificado los diferentes suelos en el Ingenio y su ubicación mediante el mapa de suelo, se determinó la capacidad de campo en los diferentes suelos (Núñez y Spaans, 2007) y se calculó la lamina de agua rápidamente aprovechable (LARA). Finalmente, con base en la evapotranspiración se puede calcular con cuántos riegos se puede sostener el cultivo adecuadamente hidratado (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Capacidad de campo (CDC), lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA) y el número de riegos necesario por año para el cultivo en los diferentes tipos de suelo del Ingenio San Carlos.

Suelo	CDC	LARA (mm)	# riegos
A	35%	26	12
B	49%	33	9
C	60%	31	10

El mapa de suelo nos indica el tipo de suelo presente en cada lote y con los datos del evaporímetro más cercano, se proyecta la fecha del próximo riego. En la Tabla 3 se

puede apreciar las diferencias que existen entre los tipos de suelos en cuanto a número de riegos. Un conocimiento preciso del tipo de suelo en cada lote ayuda a determinar la frecuencia de riego.

## **CONCLUSION**

El conocimiento de las características de los diferentes tipos de suelo presentes y de su distribución geográfica a través de las plantaciones, mejora la toma de decisiones en la planificación agrícola y la ejecución de las labores agronómicas. La inversión en un estudio de suelo detallada se recupera con la mayor eficacia en la gestión agrícola.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Núñez, O. y E. Spaans. 2009. Afinando un balance hídrico para mejorar la programación de riegos: experiencias en el Ingenio San Carlos. Primer Congreso Nacional de la Caña Azúcar y sus Derivados. Asociación de Técnicos Azucareros del Ecuador (AETA), Milagro, septiembre 2009. Disponible en: [www.alia2xti.com](http://www.alia2xti.com)

Soil Survey Division Staff, 1993. Soil Survey Manual, USDA Handbook 18. Disponible en: <http://soils.usda.gov/technical/manual/contents/index.html>

Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy, a basic system classification for making and interpreting soil surveys. Segunda edición. Agric. Handbook 436. USDA – NRCS. Washington DC, USA. 863 p. Disponible en: <http://www.itc.nl/~rossiter/Docs/NRCS/tax.pdf>