

**Muestreo de suelo, premisa para el uso eficiente de fertilizantes en áreas cañeras.**

**Soil sampling, premise for the efficient use of fertilizers in sugarcane areas.**

**Autores:** Ing. Agustín Cobas-Elias, MSc. Leonides Peña-Rivera, MSc. Gerardo Cervera-Duvelger, MSc. Marta Barrera-Fontanet.

**Organismo:** Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. El Salvador, Montesano, Guantánamo Cuba.

**Email:** [agustin.ce@inicagm.azcuba.cu](mailto:agustin.ce@inicagm.azcuba.cu)

**Resumen.**

Para evaluar la calidad del muestreo de suelo y su influencia en la fertilidad de las áreas cañeras se realizó un monitoreo al 10% del área total a fertilizar, de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Álvaro Reynoso perteneciente a la Empresa Azucarera Guantánamo, en suelo Sialitizado Cálcico; con una extensión de 36,23 ha. Se utilizaron dos tratamientos y cinco repeticiones, las variables evaluadas fueron: contenidos de nutrimentos del suelo, índice extracción de fósforo, rendimiento agrícola. Se constató que existe: falta de correspondencia en la calidad del muestreo de suelo realizado por el productor, variaciones en las recomendaciones de fósforo en un 46% y el 55,6% del contenido de nutrimentos del suelo (p, k, pH), afectación al índice de extracción de fósforo y rendimiento agrícola al aplicar dosis de 25 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Por tanto con el empleo de 40 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> se logran mayores respuestas económicas y productivas.

**Palabras clave:** fertilizantes del suelo; agroecosistemas; áreas cañeras.

**Abstract.**

In order to evaluate the quality of soil sampling and its influence on the fertility of the sugarcane areas, a 10% monitoring of the total area to be fertilized was carried out, from the Basic Cooperative Production Unit (UBPC), Álvaro Reynoso, belonging to the Guantánamo Sugar Company, in soil Sialitized Calcium; with an extension of 36.23 ha. Two treatments and five replications were used, the variables evaluated were: soil nutrient contents, phosphorus extraction index, agricultural yield. It was verified that there is a lack of correspondence in the quality of soil sampling performed by the producer, variations in the recommendations of phosphorus in 46% and 55.6% of soil nutrient content (p, k, pH), affectation on the phosphorus extraction index and agricultural yield when applying doses of 25 kg.ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Therefore, the use of 40 kg.ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> leads to greater economic and productive responses.

**Keywords:** soil fertilizers; agricultural ecosystems; sugarcane areas

## **Introducción.**

Actualmente la utilización de fertilizantes minerales como factor de rendimiento en cualquier sistema de producción agrícola, tiene como clave que el uso adecuado en la práctica social propicie, la existencia de agroecosistemas sanos, sustentables, donde mantengan la capacidad de autorregulación (homeostasis) e interacción de sus componentes, en aras de satisfacer las exigencias actuales de protección y conservación del preciado recurso suelo y la capacidad de mantener un sistema concreto de desarrollo ambiental, económico y social (Martín y Durán, 2011).

El uso eficiente de los fertilizantes demanda de un conjunto de pasos y actividades que constituyen una cadena a la que comúnmente se le denomina Servicio Agroquímico, correspondiéndole al Servicio de Recomendación de Fertilizantes y Enmiendas para la caña de azúcar (SERFE) como innovación tecnológica del INICA, proporcionar a las entidades productoras, los fundamentos para la aplicación de los fertilizantes con criterios científicamente fundamentados, aportar los elementos indispensables para la ejecución de las importaciones de fertilizantes, así como de la planificación de la producción nacional, evitando la fertilización irracional en detrimento del medio ambiente (Fernández et al., 2012).

La toma de muestra de suelo es el paso inicial y la mayor fuente de error en un programa de evaluación de fertilidad del suelo dentro del trabajo agroquímico, lo que se considera el factor de más importancia. Del rigor con que se realice esta actividad dependerá en gran medida la calidad de los cartogramas y las recomendaciones de todo el complejo proceso del SERFE (García y Vázquez, 2000).

El muestreo de suelo, es considerado como una de las debilidades del servicio, debido a la falta de correspondencia en la mayoría de los casos, en los niveles del contenido de nutrimentos determinados de una muestra y su afinidad con el tipo de suelo; por lo que se desconoce la calidad en la ejecución de la toma de muestras que realiza el productor y su repercusión en las recomendaciones de fertilizantes minerales.

El presente trabajo tiene como objetivo, determinar la calidad del muestreo de suelo y su repercusión en las recomendaciones de fertilizantes emitidas a los productores cañeros, a través de un monitoreo a la toma de muestra de suelo a nivel de unidad mínima de manejo en la campaña de fertilización 2013 en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Álvaro Reynoso perteneciente a la Empresa Azucarera Guantánamo.

## **Desarrollo.**

### **Materiales y Métodos**

El estudio fue realizado en áreas cañeras de la UBPC Álvaro Reynoso, perteneciente a la UEB Argeo Martínez de la Empresa Azucarera Guantánamo (Fig.- 1), en los bloques 326 y 328, en cepa de retoños con 2 y 4 corte respectivamente; una extensión territorial de 36,23 ha<sup>-1</sup>, que representa el 10% del área a fertilizar en la campaña 2013, sobre un suelo perteneciente al agrupamiento Sialitizado Cálculo (Ascanio y Sulroca, 1986).



Figura 1.- Ubicación geográfica del área en estudio.

Los tratamientos en estudio fueron los siguientes:

- T1 Recomendaciones de fertilizantes minerales muestras del productor
- T2 Recomendación muestras controles del SERFE.

**Diseño experimental.**

Los tratamientos se distribuyeron en el campo de acuerdo a un diseño Zade con dos tratamientos y cinco repeticiones (Fuentes y col., 2007), para un área experimental de 36,23 ha.



Figura 2.- Diseño experimental del área en estudio.

Para la toma de las muestras controles de suelos se determinó por la diagonal del campo con la barrena agroquímica, tomándose 30 sub-muestra, eliminando el efecto de bordes dejando 10 m al inicio y final de cada parcela según Manual de Buenas Prácticas para los Productores Cañeros (Fernández et al., 2012).

Las muestras de suelos fueron enviadas al laboratorio regional de suelo de la ETICA Oriente-Sur en la provincia de Santiago de Cuba, donde se le realizaron las siguientes determinaciones químicas: pH en H<sub>2</sub>O, Potenciómetro; Fósforo (P) Oniani; y por fotometría de llama (K). Las técnicas utilizadas para estos análisis aparecen en el Manual de Técnicas

de Laboratorio, establecidas en las Normas Metodológicas del Departamento de Suelos y Agroquímica (INICA, 1990).

Posteriormente con los resultados de las determinaciones químicas de suelo y la base de datos agrícola de la UEB se estableció la base de cálculos o algoritmo para cada elemento en cuestión, a través del software SARFE (Fernández et al., 2012).

Dentro de las evaluaciones realizadas se determinaron las variables contenido de nutrimentos del suelo (p, k, pH), el índice de extracción de nutrientes del cultivo y las afectaciones al rendimiento agrícola.

Para la valoración económica de los resultados se evaluaron los siguientes indicadores: valor de la producción, costo de producción, ganancia o beneficio, costo por peso, relación beneficio-costos según (FAO, 1980).

**Tabla 1.-** Precio de los portadores campaña de fertilización año 2013.

| <b>Portadores</b> | <b>Precio (USD/ton.)</b> |
|-------------------|--------------------------|
| <b>Urea</b>       | 492,00                   |
| <b>S. Triple</b>  | 531,00                   |
| <b>C. Potasio</b> | 495,00                   |

Para determinar diferencias entre tratamientos se realizó un análisis de varianza simple y la comparación de medias se realizó a través de la prueba de Tukey para  $p \leq 0,05$  %. En el análisis se utilizó el paquete estadístico STATISTICA 6.1 para Windows.

## **Resultados y discusión**

Al comparar los resultados obtenidos del análisis de las muestras control de suelo del SERFE con respecto al muestreo realizado por el productor (Tabla.- 2), se aprecia que hubo diferencias significativas en el contenido de nutrimentos en el suelo para las determinaciones  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  y pH. El fósforo, en tres de los campos monitoreados, bloque 326 campos 3 y 4; bloque 328 campo 3, arrojaron diferencias de 1,08, 1,25 y 1,84 mg de  $P_2O_5$ .100 g de suelo menos respectivamente. Al analizar los resultados de la muestra del bloque 328 campo 4, no hubo diferencia significativa, por lo que no tiene repercusión en las recomendaciones de fertilizantes.

Al evaluar los resultados obtenidos en el contenido de potasio de las muestras controles del SERFE (Tabla.- 2), se observaron diferencias significativas en el total de los casos con respecto al productor; aunque estas no influyen en las recomendaciones del SERFE por encontrarse ambas en la categoría de fertilización de muy alto, y ser cepas de menos de cinco cortes para éste tipo de suelo según (Cuellar, 2007).

Los resultados alcanzados en el pH nos muestran que hubo diferencias entre las muestras realizadas por el productor y la del SERFE en el bloque 326, con diferencias de 1,0 a 1,4 sin influencia en las recomendaciones fosfóricas, al no presentar categoría de pH menor de 4,5.

**Tabla 2.-** Resultados del contenido nutrimentos del suelo según muestras del productor y los análisis de las muestras control del SERFE.

| Bloque | Campo | Área | Contenido nutrimentos suelo según muestras del productor |       |     | Análisis de laboratorio muestras control de suelos SERFE |       |     | Diferencia/muestreos |       |     |
|--------|-------|------|--|-------|-----|--|-------|-----|----------------------|-------|-----|
|        |       |      | mg.100 g de suelo  |       |     |  |       |     |                      |       |     |
|        |       |      | P  | K     | pH  | P  | K     | pH  | P                    | K     | pH  |
| 00326  | 00002 | 16,1 | 3,61   | 45,91 | 8,0 | 3,61   | 36,24 | 6,6 | 0,0                  | 9,67  | 1,4 |
|        | 00003 | 5,5  | 3,83   | 36,98 | 7,7 | 2,75   | 32,02 | 6,7 | 1,08                 | 4,96  | 1,0 |
|        | 00004 | 8,86 | 3,80   | 36,98 | 7,7 | 2,55   | 24,30 | 6,3 | 1,25                 | 12,68 | 1,4 |
| 00328  | 00003 | 2,42 | 4,78   | 38,45 | 6,8 | 2,94   | 47,83 | 6,7 | 1,84                 | 9,38  | 0,1 |
|        | 00004 | 3,35 | 3,31   | 41,93 | 6,8 | 3,78   | 39,87 | 6,7 | 0,47                 | 2,06  | 0,1 |

La tabla 3 muestra los resultados de las recomendaciones de fertilizantes según los resultados arrojados por las muestras controles para P y K, donde, en el caso del fósforo según análisis de las muestras controles, corresponden una dosis de 40,0 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para los campos tres y cuatro del bloque 326 y campo tres del 328, lo que lo sitúa en categoría de medio; resultando una diferencias de dosis de 15,0 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de menos de lo requeridos por la cepa con respecto al muestreo de suelo por el productor, lo que demuestra una negativa influencia en el rendimiento esperado y la fertilidad del suelo (García, 1987). Para el potasio no existe variación en las recomendaciones con ambos métodos, al presentar concentraciones que oscilan entre 32,0 y 47,8 mg.100 g de suelo del elemento.

**Tabla 3.-** Recomendaciones de fertilizantes campaña 2013 según los resultados de las muestras control de suelo con respecto a los resultados obtenidos por el productor.

| Bloque       | Campo | Área         | Recomendaciones Dosis portadores muestra productor |                  | Recomendaciones Dosis portadores muestra control |                  | Volumen de Portadores |          |
|--------------|-------|--------------|--|------------------|--|------------------|-----------------------|----------|
|              |       |              | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                      | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                    | K <sub>2</sub> O | ST                    | KC       |
|              |       |              | Kg.ha <sup>-1</sup>                                |                  |  |                  |                       |          |
| 00326        | 00002 | 16,1         | 25,0   | 0                | 25,0   | 0                | 0,80                  | 0        |
|              | 00003 | 5,5          | 25,0   | 0                | 40,0   | 0                | 0,44                  | 0        |
|              | 00004 | 8,86         | 25,0   | 0                | 40,0   | 0                | 0,19                  | 0        |
| 00328        | 00003 | 2,42         | 25,0   | 0                | 40,0   | 0                | 0,27                  | 0        |
|              | 00004 | 3,35         | 25,0   | 0                | 25,0   | 0                | 0,16                  | 0        |
| <b>Total</b> |       | <b>36,23</b> |  |                  |  |                  | <b>1,86</b>           | <b>0</b> |

En la figura 3 se muestra el índice de extracción de fósforo por campos para la campaña de fertilización 2013, correspondiéndoselos valores de extracción más bajos en los campos donde se aplicaron las dosis de fertilizantes inadecuadas por el productor. Solo mostró respuesta positiva el campo dos del bloque 326, lo que coincide las dosis recomendadas en ambos muestreos de 25,0 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> según (Fernández et al., 2012).

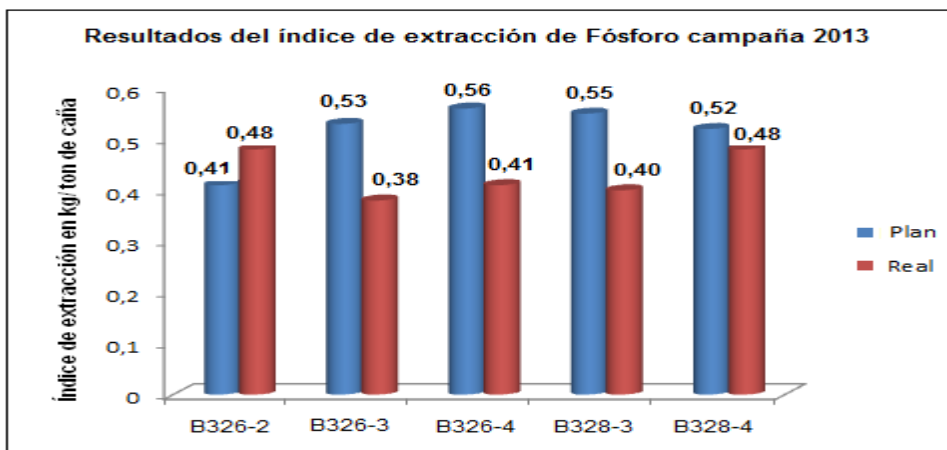


Figura 3.- Resultados del índice de extracción de fósforo del área de monitoreo campaña de fertilización 2013.

La evaluación de las afectaciones de los rendimientos en t.ha<sup>-1</sup> (fig.- 4) se muestra con marcada influencia para los campos donde se fertilizó con las dosis no requeridas por la cepa (25,0 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), mostrando pérdidas considerables entre 10,0 y 14,5 t.ha<sup>-1</sup> de caña, debido a las combinaciones de múltiples factores de manejo, perteneciendo a la carencia del fósforo alrededor de 3,5 t.ha<sup>-1</sup> de caña. Hubo correspondencia en la disminución del rendimiento esperado cuando se dejan de aplicar fertilizante a la cepa y la acción combinadas de estos nutrientes en las áreas que lo necesitan (Pablos, 2009).

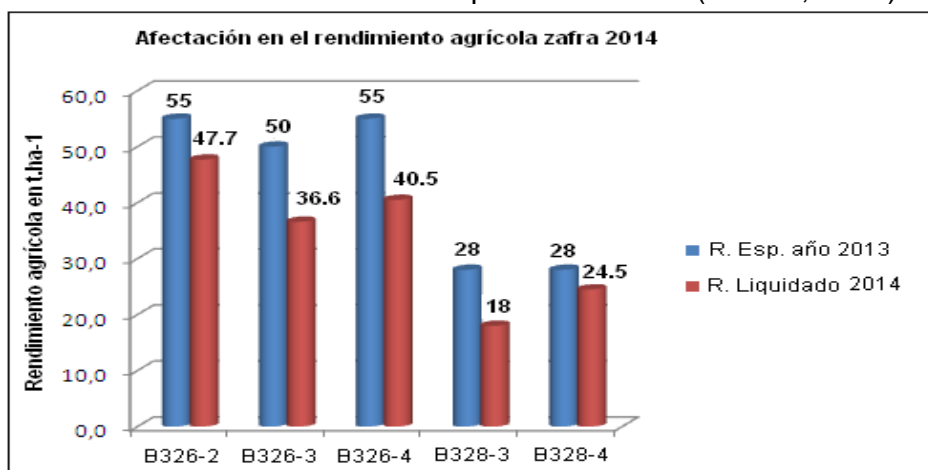


Figura 4.- Evaluación de la afectación del rendimiento agrícola por campo zafra 2014.

Al evaluar los resultados económicos obtenidos (Tabla.- 4) los mejores resultados se obtienen al emplear las dosis de fertilizantes recomendadas por el SERFE, al obtenerse un beneficio de 3 770,81 \$.ha<sup>-1</sup> y una reducción del costo por peso de \$0,15 a pesar del incremento en 0,03 t.ha<sup>-1</sup> más del uso del portador Superfosfato Triple y la elevación del

presupuesto de gastos en labores de \$96,07.ha<sup>-1</sup> en comparación con las recomendaciones emitidas de los resultados del muestreo del productor. Hubo un rendimiento adicional en 13,2t.ha<sup>-1</sup> de caña con respecto a las recomendaciones del análisis de suelo realizados por el productor; mostrando un incremento del 39,4 %, lo que demuestra la factibilidad económica al utilizar los volúmenes de nutrimentos adecuados según (SERFE, 1997).

**Tabla 4.-** Valoración económica de los resultados.

| <b>Indicadores</b>       | <b>U/M</b>                     | <b>Recom. Productor</b> | <b>Recom. SERFE</b> |
|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Rendimiento esp.         | t.ha <sup>-1</sup>             | 43,2                    | 43,2                |
| Rendimiento real         | t.ha <sup>-1</sup>             | 33,46                   | 46,7                |
| Producción total         | TM                             | 1212,25                 | 1691,94             |
| Rendimiento adicional    | t.ha <sup>-1</sup>             |                         | 13,2                |
| Incremento               | %                              |                         | 39,4                |
| Valor de la producción   | Pesos.ha <sup>-1</sup><br>(MN) | 3 178,68                | 4436,49             |
| Costo de producción      | "                              | 569,60                  | 665,67              |
| Beneficio                | "                              | 262,96                  | 3 770,81            |
| Costo por peso           | "                              | 0,18                    | 0,15                |
| Relación Beneficio/Costo | "                              | 4,58                    | 5,66                |

### **Conclusiones.**

1. Se evidencia la falta de correspondencia en la calidad del muestreo de suelo realizado por el productor con respecto a los resultados obtenidos en el control del SERFE.
2. Existen variaciones en las recomendaciones de fertilizante fosfórico en el 46% del área monitoreada y un 55,6% en el contenido de nutrimentos del suelo para los elementos P, K, pH.
3. Se afectó el índice de extracción de fósforo y los rendimientos agrícolas en las áreas donde fueron aplicada las dosis de 25,0 kg.ha<sup>-1</sup>, emitidas del análisis de las muestras del productor.
4. Mayor respuesta económica se obtuvo con la recomendación muestras controles del SERFE con respecto al productor, al obtenerse un beneficio de 3 770,81 \$.ha<sup>-1</sup> y una reducción del costo por peso de \$0,15.

### **Recomendaciones.**

Emplear en el procedimiento de la toma de muestra de suelo la barrena agroquímica del SERFE, partiendo de la diagonal del campo y establecerlo como una herramienta de trabajo al personal que atiende la actividad en las unidades productoras y UEB.

### **Bibliografía.**

Ascanio, O. & Sulroca, F. (1986). *Correlación del Agrupamiento Agroproductivo con la II Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*. INICA. La Habana.

- Cuellar, I. (2007). El fósforo y potasio en los principales tipos de suelos de las plantaciones cañeras en Cuba y efectividad fosfórica y potásica de la caña de azúcar. Instituto Nacional de Investigación de la Caña de Azúcar. La Habana, 108.
- FAO (1980). *Los fertilizantes y su empleo. Guía de bolsillo para los extensionistas*. 3 edición. Roma, 54.
- Fernández Vázquez E. A. García del Risco E. Campo Asin J. Justiz Barthelemy R. Cuadras Isaac F. & García López Y. (2012). *Los suelos y la fertilización de la caña de azúcar. En Manual de Buenas Prácticas para los productores cañeros*. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar: Ciudad de la Habana, Cuba. 78.
- Fuentes, E. F. Abreu, E. Fernández, E. & Castellano, Magaly. (2007). *Experimentación Agrícola*. Ciudad de la Habana. Editorial Félix Varela.
- García del Risco E. & Vázquez Fernández A. (2000). Los suelos y fertilización de la Caña de Azúcar. Instituto de Investigaciones de la caña de azúcar. Ciudad de La Habana, 59.
- García, E. (1987). Efectividad de la fertilización con NPK en caña de azúcar sobre suelos Pardos con carbonatos de la región oriental. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas INICA. La Habana. Cuba, 118.
- Martín, N.P. & Durán, J. L. (2011). El suelo y su fertilidad. Capítulo XIV: Fertilizantes y fertilización sustentable. La Habana. Cuba: Editorial Félix Varela, 285-312.
- Pablo, P. (2009). Actualización de criterios diagnósticos para la fertilización nitrogenada de la caña de azúcar en Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. INICA. La Habana, 146.
- Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes Enmiendas (SERFE). (1997). Manual de Procedimiento SERFE. Instituto Nacional de Investigación de la Caña de Azúcar. La Habana. Cuba, 78.

**Fecha de recibido: 3 jul. 2017**  
**Fecha de aprobado: 6 sep. 2017**