

Uso eficiente de fertilizantes en caña de azúcar para manejo sostenible de tierras.

Efficient use of fertilizers by sugar cane crop for lands' sustainable management.

Autores: Yudith Viñas-Quintero¹, Rafael Villegas-Delgado²; Pablo Pablos-Reyes³; Mario de León-Ortiz², Ledyá Benítez-Puig⁴

Organismo: Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Arroyo Naranjo, La Habana Cuba¹. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Boyeros, La Habana, Cuba². Instituto Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar- Oriente Sur, Cuba. Palma Soriano. Santiago de Cuba³. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, 10 de Octubre, La Habana, Cuba⁴

E-mail: yudith@inica.azcuba.cu, villegas@inica.azcuba.cu, pablo.pablos@eticasc.azcuba.cu, mleon@inica.azcuba.cu, ledya@inica.azcuba.cu

Resumen.

El desarrollo de la agricultura sobre bases sostenibles para obtener producciones estables de forma económicamente viable y socialmente aceptable, en armonía con el medio ambiente, impone el conocimiento preciso de las necesidades nutricionales de la caña de azúcar. El desarrollo científico técnico alcanzado en las investigaciones sobre uso y manejo de nutrientes minerales permitió implementar el Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas. Se presentan los objetivos y elementos fundamentales del mismo, que determina los niveles de fertilidad de los suelos, proporciona a las unidades productoras las recomendaciones a aplicar al nivel de unidad mínima de manejo (campos cañeros), así como las principales actividades, desde el muestreo de suelo hasta la comprobación de las dosis propuestas, a través de lotes controles y los impactos más importantes relacionados con el ahorro de insumos, ganancia adicional por incremento de los rendimientos y el manejo sostenible de las tierras cultivadas con caña.

Palabras claves: Caña de Azúcar; fertilizantes; desarrollo agrícola.

Abstract.

The agricultural development of sustainable bases to obtain stable productions economically viable and socially acceptable, in harmony with the environment, imposes the precise knowledge of the nutritional needs of sugarcane. The scientific and technical development achieved in research regarding the use and management of mineral nutrients allowed to implement the Amendments and Fertilizer Recommendations Service. The objectives and fundamental elements of this service are presented, which determines the levels of soil fertility and provides to producing units-recommendations to be implemented at level of minimal unit management (cane fields), as well as the main activities, from soil sampling to checking the proposed doses, through control lots and the major impacts related with inputs saving, additional gain by increasing yields and lands' sustainable management cultivated with sugarcane.

Keywords: Sugar cane; fertilizers; agricultural development.

Introducción.

Desde 1862, el eminente científico Álvaro Reynoso planteaba “que el cultivo de la caña en otros términos, es un cultivo fertilizante por su propia virtud. Nuestros suelos lejos de esquilmarse se beneficiarán de más en más, y mientras mayores cosechas produzca más dispuesto quedará para rendir otras iguales o mayores”, Reynoso, (1862).

Entre los factores externos que influyen sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, el suministro de nutrientes es uno de los que con mayor facilidad puede controlar el hombre, Cuéllar, *et al.*, (2002). Los nutrientes esenciales tienen un papel vital en la producción de alimentos, pero algunos implican riesgos ambientales cuando se manejan de forma indebida.

La eficiencia del uso de fertilizantes en un sistema de producción puede definirse en términos de la relación que guardan las salidas de nutrientes con respecto a las entradas, Galvis, (1998) y mediante su cuantificación será posible hacer un manejo agronómico apropiado de estos para lograr de manera eficiente el máximo rendimiento alcanzable a través del tiempo, para mantener o mejorar la rentabilidad del sistema y evitar la contaminación por excesos de fertilizantes. Esta forma de proceder permite intervenir en el agroecosistema con un enfoque sustentable, en cuanto a la nutrición de los cultivos.

El Manejo Sostenible de Tierras es una expresión cada vez más empleada en el mundo con el propósito de manifestar la excelencia en el tratamiento de las tierras para obtener bienes y servicios suficientes y de calidad, sin comprometer el estado de sus recursos naturales renovables y su capacidad de resiliencia, o sea, la capacidad de la tierra para recuperar los niveles anteriores de producción, o para retomar la tendencia de una productividad en aumento, después de un período adverso a causa de sequías, inundaciones, abandono o mal manejo humano, Urquiza *et al.*, (2011) y por qué no, del empleo inadecuado de los fertilizantes químicos.

Todo el desarrollo alcanzado en las investigaciones sobre el uso y manejo de los fertilizantes minerales por el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) permitió en 1997 implementar el Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE).

El uso eficiente de los fertilizantes, demanda un conjunto de pasos que se constituyen en una cadena a la que comúnmente se le denomina Servicio Agroquímico y donde intervienen distintos niveles de dirección y ejecución, Villegas *et al.*, (2007). En la actual Agricultura Cañera de Cuba, al SERFE como eslabón en esta cadena, corresponde definir los volúmenes necesarios de fertilizantes, el momento y la forma de aplicación sobre bases científicamente fundamentadas, de modo que se obtengan los mayores beneficios económicos y ecológicos con el menor costo en la inversión.

El trabajo tiene como objetivo brindar los elementos fundamentales de este servicio científico-técnico como rector de la fertilización en Cuba que permite el uso eficiente de los fertilizantes para el manejo sostenible de tierras, así como sus principales actividades e impactos económicos y medio ambientales.

Desarrollo.

Materiales y Métodos

El SERFE es uno de los eslabones fundamentales del Servicio Agroquímico (Figura 1), que ha tenido presente la experiencia acumulada en el país en el uso y manejo de los fertilizantes.

Desde sus inicios este servicio científico-técnico trae consigo los siguientes objetivos:

- Proporcionar a las Unidades Productoras (UP) los fundamentos para que se apliquen los fertilizantes a la caña de azúcar sobre la base de criterios científicamente fundamentados, en cantidades que satisfagan las necesidades de nutrientes del cultivo, y evitar de esta forma que su déficit constituya un factor limitativo del rendimiento agrícola y la calidad de los jugos.
- Coadyuvar al mantenimiento de una red de experimentos permanentes sobre fertilizantes con el fin de generar información sobre dosis, métodos de diagnóstico y cambios producidos en el suelo con su uso continuado.
- Contribuir a la preservación de la fertilidad de los suelos, crear una base de datos sobre la misma, y llevar sistemáticamente su registro.

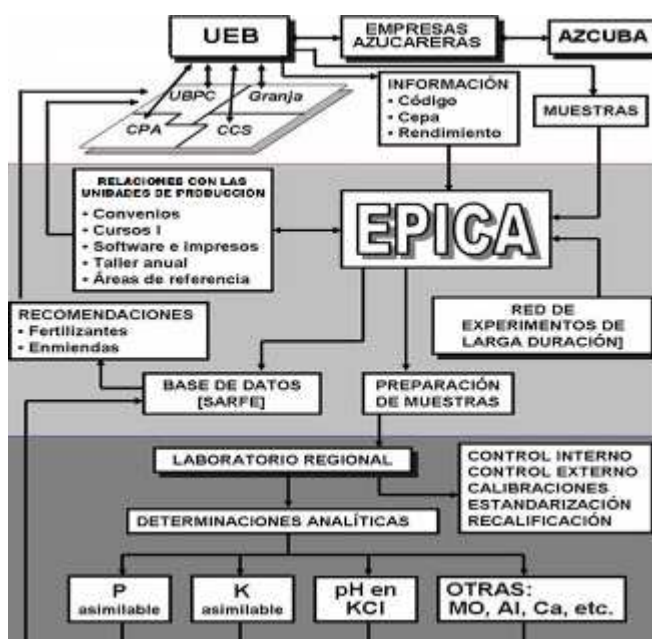


Figura 1. Esquema General del SERFE en AZCUBA.

- Proporcionar a los usuarios los elementos para prevenir que la fertilización contribuya a la contaminación del medio ambiente.
- Divulgar información reciente y actualizada, así como organizar campañas que diseminen los conocimientos sobre uso y manejo de los fertilizantes a todos los niveles involucrados en esta actividad.
- Establecer unidades permanentes de muestreo (lotes controles) con el fin de monitorear la efectividad de los fertilizantes y contribuir de manera estable al perfeccionamiento del SERFE.
- Impartir cursos de capacitación anuales que contribuyan a la formación profesional del personal relacionado con los fertilizantes y enmiendas en el cultivo de la caña de azúcar.

- Organizar y efectuar talleres anuales donde se discutan todos los aspectos relacionados con el uso y manejo de los fertilizantes en la agricultura cañera
- Aportar los elementos para ejecutar las importaciones de fertilizantes y planificar la producción nacional —demanda—.

El SERFE responde a las siguientes interrogantes (Figura 2)

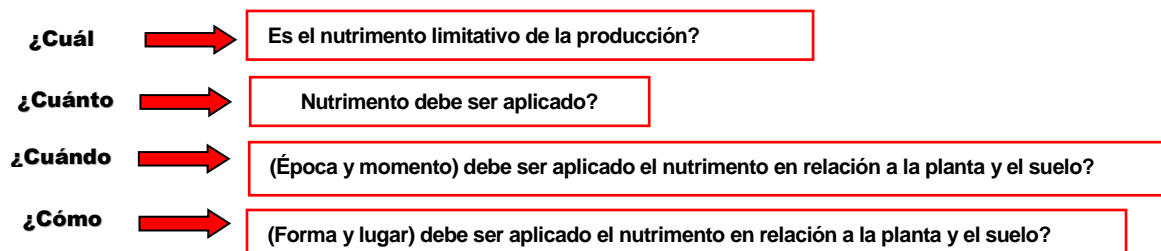


Figura 2. Interrogantes resueltas con la implementación del SERFE.

El muestreo de suelo se realiza por personal capacitado de las UP y el procedimiento es el siguiente:

- Las muestras se toman preferentemente antes de la plantación, cuando el terreno está listo para surcar, por unidad mínima de manejo, independientemente de su superficie.
- Cada una está formada por 30 submuestras, recogidas con barrena agroquímica en los primeros 20 cm de la superficie, 15 en el camellón y 15 en el narigón.
- En campos donde se realiza laboreo mínimo, solamente se realiza en el narigón, siempre por la diagonal del campo, comienza y termina a más de 10 m de los bordes.
- Las muestras se identifican con dos tarjetas, una se coloca dentro de la bolsa, la otra enrollada y amarrada fuera de esta. Se conservan en un local previamente habilitado.

Para evaluar la efectividad técnico económica de las aplicaciones de nutrientes recomendada por el SERFE existen áreas de monitoreo en todo el país donde se comprueban las dosis propuestas y se realizan ajustes necesarios a las recomendaciones. Los 681 lotes estudiados consistieron en experimentos en bandas de 6 surcos a lo largo de todo el campo en condiciones de producción y cuentan con tres tratamientos: el primero donde no se fertiliza, el segundo que aplica la dosis recomendada por el servicio y un tercero donde se aplica el doble de la dosis recomendada por el SERFE.

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos en las evaluaciones de las cosechas de los lotes controles establecidos por el servicio, evidencian el efecto de la fertilización mineral sobre los rendimientos agrícolas a nivel de país. Los tratamientos fertilizados, independientemente de las dosis aplicadas, superan al testigo sin fertilizar con un incremento promedio de rendimiento de 11,55 t caña ha⁻¹ (27.5 %); mientras que la doble dosis respecto a la del SERFE produce un incremento de 3,16 t caña ha⁻¹.

El SERFE está en función de la producción. Éste proporciona a las UP las cifras de necesidades de fertilizantes para su inclusión en el plan técnico económico del próximo año, así como también al nivel central de AZCUBA. Elabora, imprime y entrega al productor las

recomendaciones de fertilizantes a nivel de campo (Figura 3), así como las prioridades a tener en cuenta ante insuficiencias financieras.



 															
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar Dirección de Manejo Agronómico Resultados del laboratorio y recomendación de dosis de nutrimentos															
Provincia: 04 - MATANZAS -															
UEB: 314 JESUS RABI															
Unidad: 06 DAGOBERTO ROJAS															
Hoque	Campo	Area ha	Copa	Rend. Esperado t/ha	Agrup. Agrup.	Contenido del suelo			N	Dosis			Prioridad		
						MO %	pH	P2O5 mg/100g		K2O	P2O5 kg/ha	K2O	N	P2O5	K2O
601	1	23.270	R2	64.30	I	5.5	1.50	7.10	80.0	60.0	105.0	1	3	1	
601	2	38.220	R2	64.30	I	5.5	1.50	7.10	80.0	60.0	105.0	1	3	1	
601	3	6.170	R2	64.30	I	5.5	1.50	7.10	80.0	60.0	105.0	1	3	1	
602	1	26.690	R4+	98.50	I	4.5	1.40	8.80	100.0	60.0	120.0	1	3	1	
602	2	6.510	R4+	98.50	I	4.5	1.40	8.80	100.0	60.0	120.0	1	3	1	
602	3	23.290	R4+	98.50	I	4.5	1.40	8.80	100.0	60.0	120.0	1	3	1	
602	4	27.930	R4+	98.50	I	4.5	1.40	8.80	100.0	60.0	120.0	1	3	1	
602	5	11.990	R4+	98.50	I	4.5	1.40	8.80	100.0	60.0	120.0	1	3	1	
603	1	5.230	R4+	42.80	I	6.2	28.80	61.40	70.0	0.0	85.0	1		3	
603	2	24.260	RQ	85.70	I	3.9	2.50	10.00	-.-	-.-	-.-				
603	3	34.160	RQ	85.70	I	3.8	2.50	13.00	-.-	-.-	-.-				
603	4	31.270	RQ	85.70	I	4.0	0.70	12.40	-.-	-.-	-.-				
603	5	6.190	RQ	85.70	I	4.6	2.31	17.23	-.-	-.-	-.-				
603	6	5.240	S	42.80	I	5.7	2.10	22.10	70.0	50.0	60.0	1	3	3	
604	1	14.920	S	65.70	I	4.4	2.51	17.31	80.0	40.0	70.0	1	3	3	
604	2	21.430	S	65.70	I	4.2	6.60	24.15	80.0	25.0	70.0	1	4	3	
604	3	16.620	R4+	60.00	I	5.4	1.60	12.40	80.0	60.0	95.0	1	3	1	
604	4	18.330	R4+	60.00	I	5.4	0.60	12.40	80.0	80.0	95.0	1	2	1	
604	5	14.320	S	65.70	I	4.2	1.14	7.35	80.0	80.0	105.0	1	1	1	
604	6	10.220	S	65.70	I	4.1	1.44	7.00	80.0	60.0	105.0	1	3	1	
604	7	9.970	S	65.70	I	4.7	1.31	8.84	80.0	60.0	95.0	1	3	1	
604	8	21.060	S	65.70	I	4.5	1.31	12.67	80.0	60.0	85.0	1	3	2	
605	1	2.860	F	55.70	I	4.1	0.82	9.22	-.-	-.-	-.-				
605	2	4.240	F	55.70	I	5.6	4.63	29.55	-.-	-.-	-.-				
605	3	15.870	F	55.70	I	4.0	0.60	7.00	-.-	-.-	-.-				

Figura 3. Recomendaciones de fertilizantes del año 2014-2015 entregadas por el servicio a los productores cañeros

Como rector de la fertilización en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba, este servicio viabiliza la aplicación al suelo del fertilizante que realmente necesita. La Figura 5 resume el área por combinación de nutrientes que se deriva de las recomendaciones del año 2015, donde solamente en 35 % del área se aplican juntos el nitrógeno, fósforo y potasio (N, P, K). De lo contrario, si no existiera el SERFE, esta combinación se aplicara en todas las áreas cañeras, aún sin necesitarlo el suelo, incurriendo en enormes gastos, deterioro de los suelos y contaminación del medio ambiente. Al utilizarse las recomendaciones que brinda el servicio se ahorran fertilizantes y la ganancia adicional por incremento de los rendimientos permite un mayor financiamiento para otras inversiones de importancia dentro del sector azucarero.

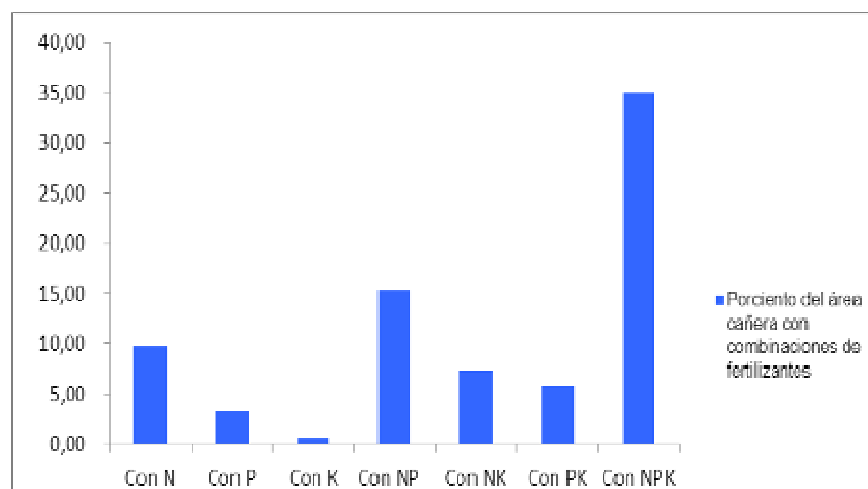


Figura 4. Área por combinación de nutrientes de las recomendaciones del SERFE 2014-2015.

Alcance

- La amplitud de este servicio comprendió en la campaña 2014-2015 las 13 Empresas Provinciales, 65 Unidades Empresariales de Base (UEB), 1118 productores, 16004 bloques cañeros y 89517 campos de caña que representan 721661,0 hectáreas.
- Es capaz de dar solución a la determinación de las necesidades de fertilizantes, enmiendas y medidas de mejoramiento que se necesitan en las distintas zonas de cultivo.
- La capacitación alcanza todos los técnicos vinculados a las actividades de fertilización a nivel de UP, UEB y Empresa en las provincias.
- El servicio se divulga por todos los medios disponibles y se destaca la realización de Talleres Anuales, así como la diseminación de hojas sueltas y plegables vinculados a todas las tareas enmarcadas en el mismo.
- Establece un sistema de monitoreo y control del efecto agronómico y económico de los fertilizantes en toda el área cañera.
- Permite el Manejo Sostenible de las tierras dedicadas al cultivo de la caña de azúcar.

Impactos del Servicio de Recomendaciones y Enmiendas

Las recomendaciones del SERFE arrojan un monto de \$ 73 000 310. De no estar implementado este servicio, al utilizar una fórmula única de fertilizantes en todas las cepas y suelos en la campaña 2014-2015 y hacer uso de la dosis media de la demanda y los precios actuales de los portadores, se obtendría la fórmula 15-8-22 a razón de 460 kg/ha, con un valor de 197.58 USD/ha. Esto implica un costo total al aplicar la misma alrededor de \$ 115 000 871. Contar en el sector azucarero con un servicio de fertilizantes conllevó un ahorro de \$ 42 000 561.

Este servicio científico-técnico fue el primero que se implementó en el INICA y sirvió de guía a investigadores y especialistas para la creación y desarrollo de otros que posteriormente fueron implementados, tal es el caso del Servicio de Variedades y Semillas (SERVAS), el Fitosanitario (SEFIT), el de Control Integral de Malezas (SERCIM), Labranzas (SERLAB) y de Riego y Drenaje (SIERIED).

Desde su implementación, el SERFE ha llevado un riguroso y sistemático programa de capacitación para contribuir al uso de buenas prácticas en el manejo sostenible de las tierras. Alrededor de 24 000 personas, dentro de ellas profesionales, especialistas, técnicos y operadores de la producción han sido capacitados.

A partir del conocimiento de las necesidades reales de nutrientes del cultivo de la caña de azúcar se genera la demanda nacional de fertilizantes de AZCUBA todos los años, y el servicio facilita la organización de la campaña nacional de fertilización.

El SERFE al proponer las aplicaciones de fertilizantes minerales sólo donde es necesario y a dosis establecidas sobre bases científicamente comprobadas, contribuye al cuidado y conservación del medio ambiente y del recurso natural suelo.

Conclusiones.

- El servicio científico-técnico para las recomendaciones de fertilizantes en Cuba contribuye al ahorro de portadores minerales, al cuidado y protección del medio ambiente, así como al manejo sostenible de las tierras.
- En el sector azucarero en la campaña 2014-2015, la aplicación del SERFE conllevó un ahorro de \$ 42 000 561.
- Las evaluaciones realizadas en las áreas de monitoreo del SERFE evidencian el efecto de la fertilización mineral sobre los rendimientos agrícolas, con un incremento promedio de 11.55 t caña ha⁻¹.
- El servicio contribuye a la fertilidad de los suelos y al uso racional de los fertilizantes minerales.

Bibliografía.

- Cuéllar, I.; R. Villegas; M. de León e H. Pérez. (2002). *Manual de fertilización de la caña de azúcar en Cuba*, 127.
- Fixen, P.E., F.O. García. (2007). Decisiones efectivas en manejo de nutrientes más allá de la próxima cosecha. *Informaciones agronómicas*, 64, 5-11.
- Galvis, S. A. (1998). Diagnóstico y simulación del suministro de nitrógeno edáfico para cultivos anuales. Tesis de Doctor en Ciencias. IRENAT, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México, 327.
- Hernández, J. (1996). Evaluación, manejo y corrección de la fertilidad en los suelos Ferralíticos Cuarcíticos dedicados al cultivo de la caña de azúcar. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Sancti Spíritus. INICA-MINAZ, 76.
- Reynoso, A. (1898). *Ensayo sobre el Cultivo de la Caña de Azúcar*. Publicaciones azucareras. La Habana, 372.
- Stewart, W. M. (2007). Consideraciones del uso eficiente de nutrientes. *Informaciones Agronómicas. International Plant Institute*, (67) ,1-6.
- Urquiza, M. N.; Alemán, C.; Flores, L; Ricardo, M; Aguilar, Y. (2011). Manual de procedimiento para manejo sostenible de tierras. Programa de asociación de país para el apoyo al Programa Nacional de Lucha contra la desertificación y la sequía. CIGEA.

Fecha de recibido: 2 oct. 2016
Fecha de aprobado: 9 dic. 2016