

DIAGNÓSTICO DE LA NUTRICIÓN NITROGENADA EN CAÑA DE AZÚCAR MEDIANTE EL USO DEL CLOROFILÓMETRO.

Everaldo Becerra de Armas¹, Pedro Luis Cortegasa², Rafael Más Martínez¹, Emma B. Pineda¹, Rafael Villegas Delgado³, Manuel L. Vidal Díaz¹, Duvier Gil González¹, Iliá Lugo Ruiz¹, Fidel Acosta Hernández¹ y Mayra Ferrer Reyes³.

1. *Estación territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Villa Clara.*
2. *Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Matanzas.*
3. *Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar.*

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo consiste evaluar la eficiencia de la determinación del índice de verdor mediante el uso del clorofilómetro en el diagnóstico del estado nutricional nitrogenado del cultivo de la caña de azúcar. Este estudio se desarrolló en el experimento de niveles de nitrógeno, variedad C86-12, tercer retoño, suelo Pardo Vértico, ubicado en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Villa Clara. Se encontraron diferencias significativas en lo relativo al índice de verdor entre los tratamientos donde no se aplicó nitrógeno (0 kg de N.ha⁻¹) y aquellos donde las dosis de nitrógeno fueron iguales o superiores a los 50 kg de N.ha⁻¹. En cuanto al contenido de nitrógeno foliar se encontró diferencia significativa entre los tratamientos donde no se aplicó nitrógeno y aquellos donde se aplicó fertilizante nitrogenado. Por otra parte se encontró una fuerte relación entre el contenido de nitrógeno foliar y el índice de verdor. El contenido de nitrógeno foliar (%N) = 0.029 SPAD + 0.577 con un coeficiente de determinación (R²) de 0.891.

Palabras Claves: Índice de verdor, SPAD y nitrógeno foliar.

ABSTRACT

The objective of the present work consists to evaluate the efficiency of the determination of the greenery index by means of the use of the clorofilometer in the diagnosis of the nutritional nitrogenous state of the sugarcane plant. This study was carried out in the long-life experiment of levels of nitrogen, variety C86-12, thirdatoon, vertic brown soil, located of the Sugar Cane Research Station Villa Clara. There were significant differences regarding the greenery index among the treatments where nitrogen was not applied (0 kg of N.ha⁻¹) and those where the nitrogen doses were equal or superiors to the 50 kg of N.ha⁻¹. As for the foliar nitrogen content significant difference among the treatments were found where nitrogen was not applied and in those where nitrogenous fertilizer was applied. On the other hand there was a strong relationship among the foliar nitrogen content and the greenery index. The foliar nitrogen content (%N) = 0.029 SPAD + 0.577 with a coefficient of determination (R²) of 0.891.

Key words: Greenery index, SPAD and foliar nitrogen.

INTRODUCCIÓN

Resultados de estudios conducidos en diversas regiones del mundo reportan que al menos entre el 20 - 40% del rendimiento de los cultivos es atribuible a los nutrientes aplicados por medio de los fertilizantes comerciales (Stewart et al., 2005; Fixen y García, 2007). Entre los nutrientes esenciales, el nitrógeno es el que con más frecuencia limita el crecimiento y el rendimiento de los mismos (Havlin et al., 1999).

Existen diversos métodos para determinar requerimientos de nitrógeno; los que emplean un balance entre demanda y suministro de nitrógeno (Palma et al., 2002), los cuales requieren de análisis de

laboratorio (Guerrero, 2012); otros que utilizan equipos portátiles, como el medidor de nitratos en savia (Rangel et al., 2002), el estimador de clorofila, hasta sensores remotos, citado por Gonzales et al., 2009.

El SPAD-502 es un equipo portátil, no destructivo, que determina el verdor de las hojas y cuyas lecturas tienen una alta correlación con el contenido de este elemento en la planta (Sainz-Rozas y Echeverría, 1998; Zebarth et al., 2002), lo que permite su utilización para diagnosticar requerimientos de este nutrimento en los cultivos (Varvel et al., 2007).

Carmelino et al., (2010), demostró la sensibilidad del clorofilómetro como un indicador para determinar el estado nutricional del millo en la respuesta a la fertilización nitrogenada. El objetivo del presente trabajo consiste en evaluar la eficiencia de la determinación del índice de verdor mediante el uso del clorofilómetro en el diagnóstico del estado nutricional nitrogenado del cultivo de la caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en el experimento de larga duración VmNn18 en su tercer ciclo ubicado en el bloque experimental de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Villa Clara. La variedad de caña de azúcar estudiada fue la C86-12 y la cepa un tercer retoño. La fertilización realizada contó con un fondo fijo de 50 kg de P₂O₅ y 120 kg de K₂O. Se emplearon como portadores el superfosfato triple y el cloruro de potasio. En el caso del nitrógeno (N), el portador fue la Urea y las dosis variaron en función de los diferentes tratamientos, con dosis de 0 kg de N en los testigos (0-0-0 y 0-50-120) hasta los 200 kg de N con un incremento de 25 kg de N entre los tratamientos.

Las mediciones se realizaron con el medidor automático de clorofila MINOLTA SPAD-502, en la hoja +1, a los 4 meses de edad. Se recolectaron 20 hojas por tratamiento, se delimitaron los 30 cm centrales del limbo foliar y se procedió con la medición del índice de verdor a ambos lados del nervio central y a todo lo largo de la sección delimitada. En total se realizaron 10 registros por cada lado del nervio central (20 registros por hoja), posteriormente las muestras fueron enviadas al laboratorio regional de suelos y planta de Villa Clara para determinar el contenido de nitrógeno foliar por el Método de tejido vegetal (Kjeldahl).

Los resultados fueron analizados en el paquete estadístico Statistica versión 8.0, realizándose un análisis de varianza para determinar si existía diferencia significativa entre las lecturas del SPAD con respecto a los tratamientos y para determinar las diferencias entre las medias se utilizó la prueba de contraste múltiple de rangos por el método HSD de Tukey. En cuanto al porcentaje de nitrógeno foliar los datos fueron transformados para posteriormente proceder a su análisis. También se realizó un análisis de regresión simple para determinar la relación existente entre las lecturas del SPAD y el contenido de N foliar. El punto crítico de las lecturas del SPAD se calculó mediante la ecuación de regresión obtenida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El análisis de varianza realizado demostró que hay diferencia estadística significativa entre las medias del nitrógeno foliar y los tratamientos para un nivel de confianza del 95,0%. La Figura 1 muestra el nivel de significación entre las medias obtenidas al evaluar el %N por tratamiento, siendo los tratamientos de 8 y 9 (150 y 175 kg de N. ha⁻¹) los que mostraron los mayores valores.

En la Figura 2 se muestra la relación existente entre las lecturas del SPD y las dosis de nitrógeno aplicadas. Como se puede apreciar, en la medida que se incrementan las dosis de nitrógeno los valores de las lecturas del SPAD también aumentan, resultados de acuerdo con los obtenidos por Ferreira, 2010 y Ferrer, 2008. La dosis de 50 kg de N corresponde a una lectura de 38,8, a partir de la cual no existió diferencia significativa entre los tratamientos.

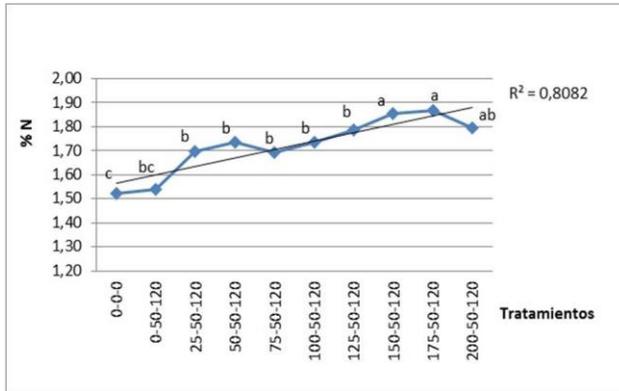


Figura 1. Relación entre el contenido de nitrógeno foliar (%N) y las dosis de fertilizante nitrogenado aplicado.

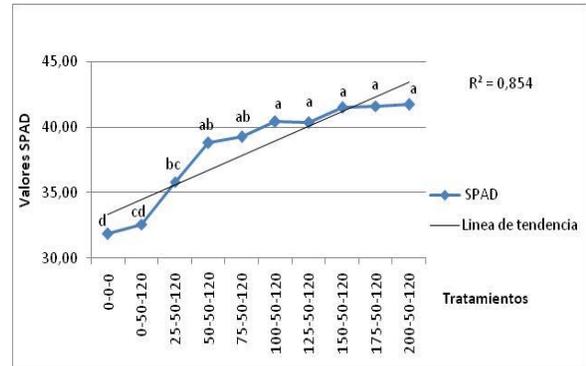


Figura 2. Relación entre las lecturas del SPAD y las dosis de nitrógeno aplicadas

La Figura 3 muestra la relación encontrada entre los valores de SPAD y contenido de nitrógeno foliar, donde se aprecia que existió una estrecha relación ya que el r^2 fue de 0.891 por lo que se demuestra que es factible el uso de este método para el diagnóstico de la eficiencia de la fertilización nitrogenada en los cultivos, resultados que coinciden con lo planteado por Sainz y Echeverría. 1998, Rodríguez *et al.*, 2006 y Ferrer, 2008, Rincón *et al.*, 2010 y Mendoza *et al.*, 2012.

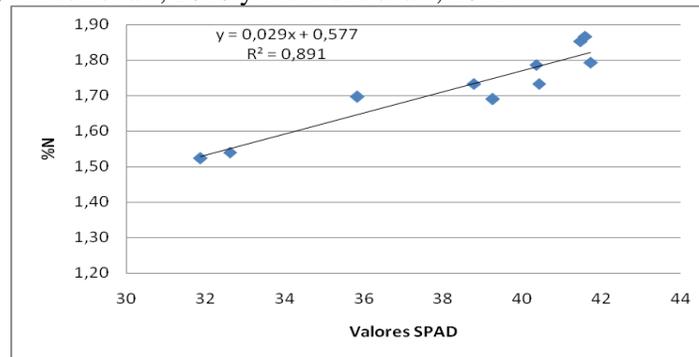


Figura 3. Relación entre el índice de verdor y el contenido de nitrógeno foliar.

La lectura del SPAD de 35.3 se corresponde con 1.6% de N foliar el cual es considerado el límite crítico en Cuba para este elemento y por debajo del cual hay que aplicar dosis correctivas de nitrógeno, según los estudios realizados por Menéndez, 1983.

CONCLUSIONES.

1. Se encontró una estrecha relación entre el índice de verdor determinado por el clorofilómetro y el contenido de nitrógeno foliar con un coeficiente de determinación de 0.891.
2. El límite crítico para las lecturas del clorofilómetro 35.3, la cual se corresponde con 1.6 % de Nitrógeno foliar.
3. Es factible el uso de este método para el diagnóstico de la nutrición nitrogenada en el cultivo de la caña de azúcar.

RECOMENDACIONES

1. Extender este estudio en otras variedades y condiciones edafoclimáticas para validar la eficiencia de este método en el diagnóstico del estado nutricional nitrogenado del cultivo de la caña de azúcar.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Rincón Castillo, A. y Adolfo Ligarreto, G. (2010). Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila, en maíz asociado con pastos en el Piedemonte Llanero colombiano. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* v. 11, n. 2, p. 122-128.
2. Carmelino Hurtado, S. M., Silva, C. A., Vilela de Resende, A., Corazza E. J., Shozo Shiratsuchi, L., Satoshi Higashikawa, F. (2010). *Ciênc. agrotec., Lavras*, v. 34, n. 3, p. 688-697.
3. Fixen, P.E. y García, F.O. (2007). Decisiones efectivas en manejo de nutrientes... más allá de la próxima cosecha. *Informaciones agronómicas* 64:5-11.
4. González Torres, A., Figueroa Viramontes, U., Delgado, J. A., Núñez Hernández, G., Cueto-Wong, José A., Preciado-Rangel, P., Palomo-Gil, A. (2009). Calibración del SPAD-502 para evaluar requerimientos de Nitrógeno en maíz forrajero. *TERRA Latinoamericana*, Vol. 27, Núm. 4. pp. 303-309.
5. Guerrero Lázaro, J. (2012). Análisis de suelo y fertilización en el cultivo de la caña de azúcar. *Guía Técnica. UNALM*. P 6.
6. Havlin, J.L., Beaton, D.J., Tisdale, S.L., Nelson, W.L. (1999). *Soil Fertility and fertilizers. An introduction to nutrient management*. Upper Saddle, Prentice Hall. 499 pp.
7. Menéndez, A. (1983). Corrección de las insuficiencias de NPK en caña de azúcar mediante el análisis de tejido. Tesis en opción al grado de Doctor en ciencias, p 56-57.
8. Palma López, D. J., S. Salgado García, J. J. Obrador Olán, A. Trujillo Narcia, L. del C. Lagunes Espinoza, J. Zavala Cruz, A. Ruiz Bello y Carrera Martel, M.A. (2002). Sistema integrado para recomendar dosis de fertilización en caña de azúcar (SIRDF). *Terra* 20: 347-358.
9. Rangel Lucio, J.A., G. Alcántar González, J. Z. Castellanos Ramos, E. García Moya, C. Trejo López y Vaquera Huerta, H. (2002). Comparación de dos pruebas para diagnosticar nitrógeno en sorgo. *Terra* 20: 383-390.
10. Rodríguez A, Furlani E, Buzetti S, Andreotti M. (2006). Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. *Bragantia*, Campinas, v.65, n.1, p.163-171.
11. Sainz Rozas, H. and Echeverría, H. E. (1998). Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502) en distintos estadios del ciclo del cultivo de maíz y el rendimiento en grano. *Rev. Fac. Agron., La Plata* 103 (1):37-44.
12. Stewart, W.M., Dibb, D.W., Johnston, A.E., Smyth, T.J. (2005). The contribution of comercial fertilizar nutrientes to food production. *Agron.J*:1-6.
13. Mendonça Maia, S.C., Peres Soratto, R., Nastaro, B., Barbosa de Freitas, L. (2012). The nitrogen sufficiency index underlying estimates of nitrogen fertilization requirements of common bean. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* vol.36 no.1.
14. Ferreir Faria, T., Molin, P.J. (2010). Uso de Clorofilômetros em Cana-de-Açúcar. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (2009/2010). Piracicaba, São Paulo. p 8 - 10.