

APLICACIÓN DE LA ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO CERCANO (NIRS) EN EL ANÁLISIS DE TEJIDO FOLIAR DE CAÑA DE AZÚCAR

Cristhian Yarce, Giovanni Rojas

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. (CENICANA). Calle 58 Norte. N° 3BN-110, Cali –Colombia. Correo Electrónico: cjyarce@cenicana.org

En la actualidad, el análisis mediante espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS), se ha convertido en una herramienta de trabajo importante debido a que es una de las técnicas de evaluación no destructivas [1], en donde las muestras no requieren preparación química alguna; esta característica hace que la tecnología (NIRS) sea ampliamente utilizada en diferentes determinaciones analíticas de parámetros químicos en una variedad de matrices e industrias [2][3][4][5], entre ellas las de procesamiento de caña de azúcar para producción de sacarosa y etanol [6][7]. El principio de la técnica NIR, hace referencia a la región del espectro electromagnético, que comprende las longitudes de onda que se encuentran en el rango aproximado de $(4000 - 10000) \text{ cm}^{-1}$ [8][9] y la interacción de estas longitudes con la materia que sea irradiada con ellas. Teniendo en cuenta las propiedades anteriormente mencionadas y con el objeto de buscar y evaluar alternativas analíticas de alta calidad, rapidez, bajos costos y ambientalmente amigables; en el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICANA) se han venido desarrollando aplicaciones bajo técnicas NIR; para la determinación de macronutrientes (Ma.N) (N, P, K, Ca, Mg) y micronutrientes (Mi.N) (Cu, Zn, Mn, Fe) en tejido foliar de caña de azúcar y suelos, como alternativa a los análisis primarios o convencionales [10][11] (Técnicas: Absorción atómica, Ultravioleta Visible, entre otros) que al ser comparadas estadísticamente, no se observan diferencias significativas, obteniéndose de las predicciones NIR buenos coeficientes de correlación y bajos errores de predicción, lo cual supone una gran ventaja de la técnica en la aplicación a la agroindustria azucarera de Colombia.

En el presente trabajo se reporta la creación de una aplicación utilizando NIRS, para la cuantificación de macro y micronutrientes en tejido foliar de caña de azúcar bajo la metodología siguiente: Se seleccionaron, entre 300 y 500 muestras de tejido foliar de plantas de caña de azúcar entre 3, 6 y 9 meses de edad, provenientes de un amplio sector del Valle geográfico del Río Cauca ; se procedió a realizar los análisis químicos correspondientes para todos los elementos requeridos [10] (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Fe) y la asignación de estos valores a los espectros NIR obtenidos de cada muestra, para generar curvas de calibración de cada uno. El desarrollo se realizó con el equipo NIR Master marca BUCHI, mediante el software NIRCal 5.2, la obtención de las ecuaciones de calibración y quimiometría se hizo aplicando regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS) y regresión por componentes principales (PCR) . Los estadísticos evaluados para la selección de las mejores ecuaciones fueron : el Q-Value que resume parámetros como coeficiente de determinación (R^2), error estándar de calibración (SEC), error estándar de predicción (SEP), consistencia y precisión [12]. Después de la creación de las aplicaciones, estas fueron validadas por comparación con las metodologías primarias de análisis.

Se concluye que la espectroscopia de Infrarrojo cercano es una tecnología limpia y entre sus ventajas aplicadas al análisis químico se encontró lo siguiente:

- Reducción en la contaminación ambiental al no utilizar reactivos químicos y ser una técnica no destructiva
- Reducción de los tiempos de análisis.
- Simplicidad operativa
- Deja el camino abierto para el mejoramiento de los modelos de predicción y la búsqueda de aplicación como alternativa a otras metodologías de análisis.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. Burns, Donald.; A. (2007). Handbook of near infrared analysis third edition. Practical Spectroscopy Series. Vol, (35). CRC Press. USA. pp (7-8). ISBN: 978-0-8493.
- [2] Ruano- Ramos, A.; Garcia-Ciudad, A.; Garcia-Criado, B. (1999). Near infrared spectroscopy prediction of mineral content in botanical fractions from semi-arids grasslands. *Animal Feed Science and Technology*, 77, 331-343.
- [3] Cozzolino, D.; Moron, A. (2004). Exploring the use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to predict trace minerals in legumes. *Animal Feed Science and Technology*. 111, 161-163.
- [4] Bellon-Maurel, V., Fernandez-Ahumada, E., Palagos, B., Roger, J.-M., McBratney, A., 2010. Critical review of chemometric indicators commonly used for assessing the quality of the prediction of soil attributes by NIR spectroscopy. *Trends Anal. Chem.* 29, 1073–1081.
- [5] Cozzolino, D., Cynkar, W.U., Damberg, R.G., Janik, L., Gishen, M., 2005. Effect of both homogenisation and storage on the spectra of red grapes and on the measurement of total anthocyanins, total soluble solids and pH by visible near infrared spectroscopy. *J. Near Infrared Spectros.* 13, 213–223.
- [6] Larrahondo, J.E.; Palau, F.; Navarrete, A.; Ramirez, C. (2001). Applications of near infrared spectroscopy in the sugarcane industry of Colombia. *International Society of the Sugar Cane Technologists. Proceedings of the XXIV Congress 1*, 163-165.
- [7] Palau, G.F.; et. al. (1994). La espectroscopia infrarroja de reflectancia cercana (NIR) en evaluaciones de caña de azúcar. *Carta trimestral. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA). Cali*
- [8] Gauglitz, Günter.; Vo-Dinh, Tuan. (2003). *Handbook of Spectroscopy*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. pp (110-115). ISBN 3-527-29782-0
- [9] Burns, Donald.; A. (2007). *Op.cit.*, p (9-21)
- [10] CENICAÑA. *Manual de métodos analíticos para el análisis de suelos y tejido foliar en caña de azúcar.*
- [11] Instituto Geografico Agustin Codazzi (IGAC) 2006. *Metodos analíticos del laboratorio de suelos, Sexta Edicion. Bogota, Colombia 2006.* p 647. ISBN 978-958-9067-98-7.
- [12] Yarce, Cristhian. Rojas, Giovanni. (2012). Near infrared spectroscopy for the analysis of macro and micronutrients in sugarcane leaves. *Sugar Industry* 137. No. 11. p 707-710.