



**Aplicación de espectroscopia del  
infrarrojo cercano -NIR- para  
estimar en menor tiempo la  
composición de materia orgánica  
- carbono orgánico del suelo.**

---

Silvia Medranda; César Molina



# 1. Introducción


El desarrollo tecnológico en sistemas de posicionamiento, sensado y control ha abierto una nueva era, en la que se dejan atrás las prácticas acuícolas tradicionales. La acuicultura de precisión es un término utilizado para describir el manejo de la variabilidad dentro de un campo, aplicando insumos acuícolas en el lugar correcto, en el momento correcto y en la cantidad correcta para mejorar la eficiencia económica y disminuir el impacto ambiental adverso de la producción de cultivos (*Earl et al., 2000*).

El análisis y la comprensión de la variabilidad espacial del suelo es muy importante ya que la variabilidad del suelo hace que el rendimiento de las piscinas se distribuya de manera desigual en una camaronera.

Entre los factores que deben tomarse en consideración para obtener mejores resultados en el cultivo de camarón está el conocimiento y manejo de los suelos de los fondos de los estanques. La importancia que juegan los suelos a nivel de la productividad en los estanques encavados en el medio natural es un hecho conocido hace bastante tiempo (*Gordin et al. 1984, Shilo 1984*).

Debido a factores productivos, en algunos casos pocos beneficiosos se incrementa la materia orgánica presente en el suelo, que se agudiza en la época de lluvia, siendo responsable del incremento de nivel de amonio, reducción del oxígeno y deterioro de la calidad de agua.

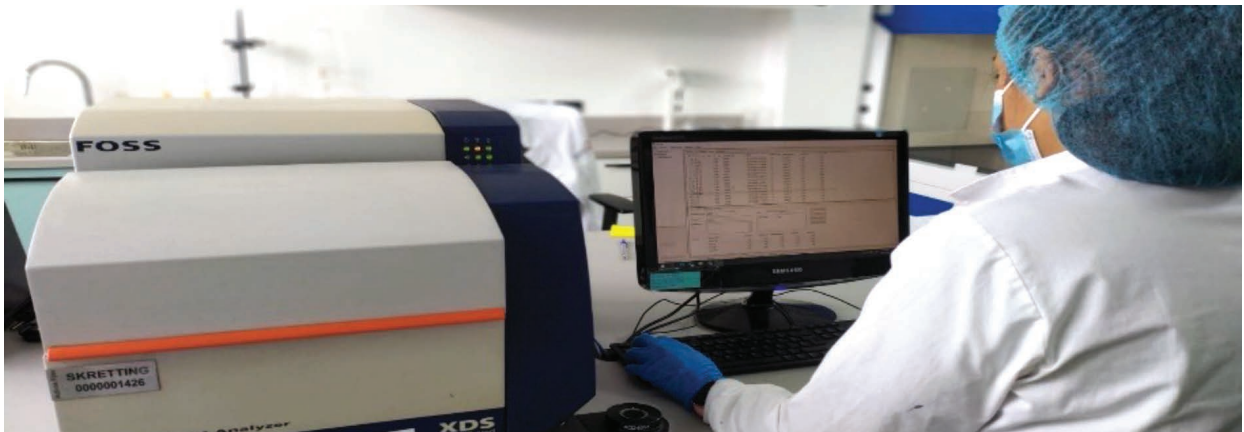
Por lo tanto, el suelo es un factor crítico para la producción, sin embargo, la atención brindada hacia este ha estado limitado por el tiempo requerido para su análisis. El aumento de materia orgánica producida por las excretas de los camarones, debido a la alimentación excesiva y por otros insumos añadidos en los estanques de cultivo, ha sido una preocupación desde los inicios de la actividad (*Sandifer y Hopkings, 1995*).



La espectroscopia visible-NIR es una técnica analítica rápida y no destructiva que correlaciona la radiación infrarroja cercana difusamente reflejada con las propiedades químicas y físicas de los materiales (*Chang y Laird, 2002*) y se ha utilizado para evaluar las cualidades del grano y del suelo (*Morra et al., 1991; Ben-Dor y Banin, 1995; Delwiche y Hruschka, 2000*) y ha demostrado ser rápido, conveniente, simple, preciso y capaz de analizar muchos constituyentes al mismo tiempo.

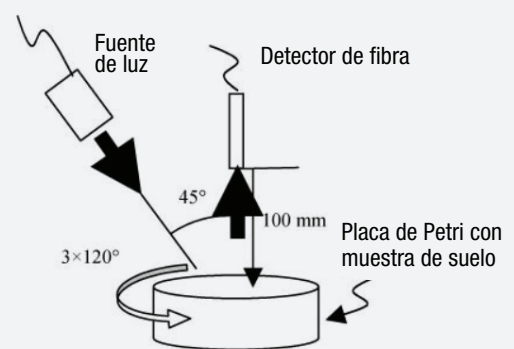
## 2. ¿Cómo funciona esta nueva técnica de análisis?

Las propiedades del suelo, generalmente, son determinadas mediante métodos de laboratorio, por química húmeda o seca, los cuales en la mayoría de los casos son laboriosos, tardados y costosos (Ge et al., 2011); además de, generar residuos químicos que, de no manejarse en forma adecuada, pueden causar contaminación ambiental (Zornoza et al., 2008). Aunado a lo anterior, algunas características químicas del suelo tienen un ciclo muy dinámico y una gran variabilidad espacial. Esto dificulta y encarece la obtención de información confiable, lo cual hace indispensable el análisis de grandes cantidades de muestras para lograr un buen conocimiento del comportamiento de dichas propiedades (Plant, 2001).



Actualmente, la técnica de espectroscopía de reflectancia se ha propuesto como una alternativa para reemplazar los métodos convencionales en la determinación de las propiedades del suelo. Esta técnica presenta un gran potencial por ser de menor costo y mucho más rápida que las técnicas convencionales. Los métodos analíticos utilizados demanda largas horas de recolección de datos para obtener los resultados y requiere insumos químicos que pueden generar impactos ambientales (Nanni y Demattê, 2006).

La tecnología **VIS-NIR** tiene numerosas ventajas frente a los análisis convencionales: es rápida, eficaz, no destructiva, de bajo costo, requiere tiempo mínimo de análisis por muestra, es sencilla y puede ser un complemento ideal, o incluso sustituir a los métodos clásicos, una vez que se desarrollan calibraciones robustas (Terhoeven et al., 2008; Xie et al., 2012), además posee la capacidad de predecir diversas propiedades a partir de un solo espectro.



Equipo NIR analizando Materia Orgánica con muestras de suelo. La ilustración demuestra de cómo se desarrolla el análisis.

En el caso de la estimación del Carbono Orgánico se considera el tiempo invertido y el consumo de sustancias químicas que representan un riesgo para la salud y el medio ambiente, lo cual se evita al utilizar la técnica NIR.

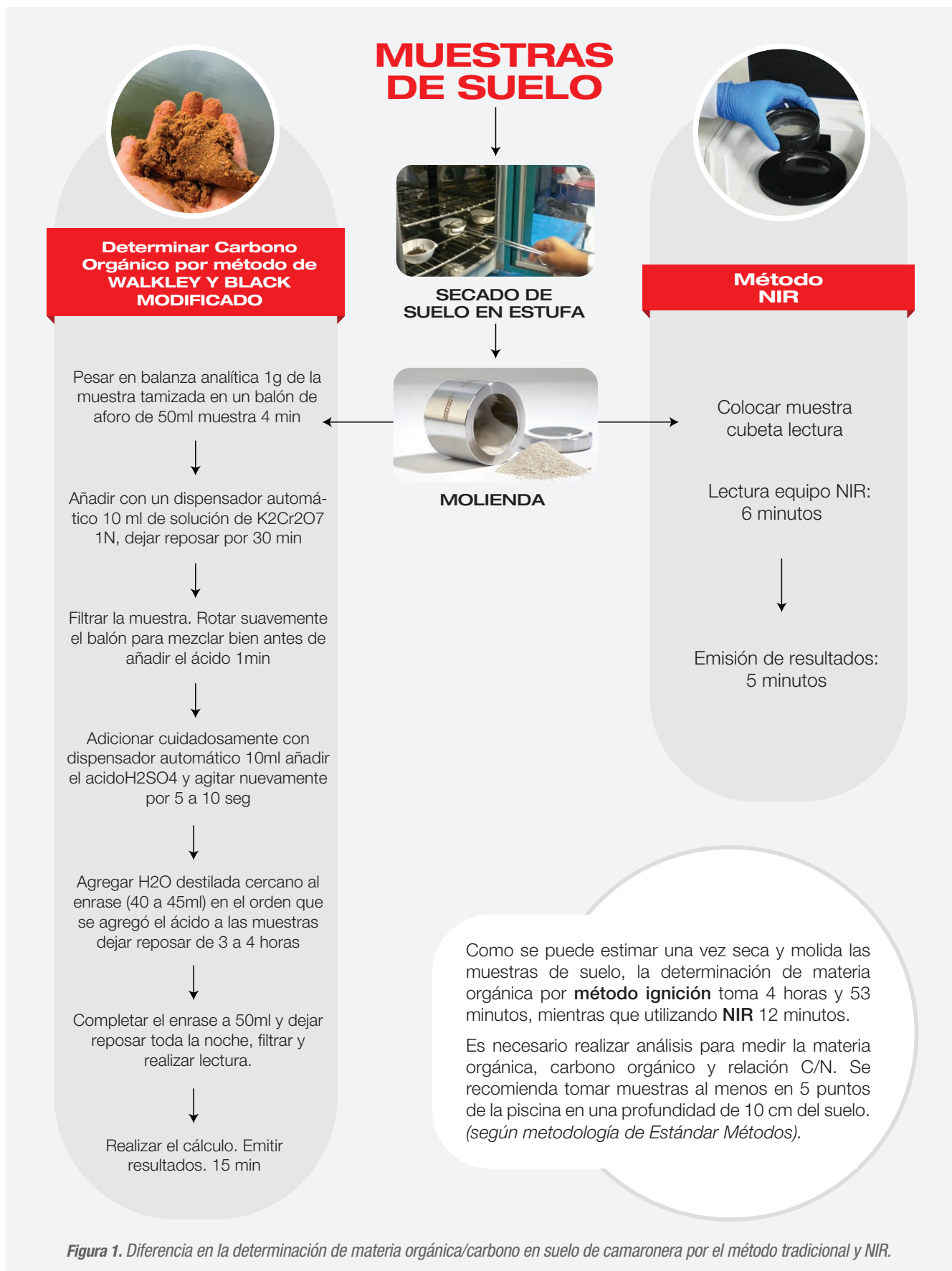
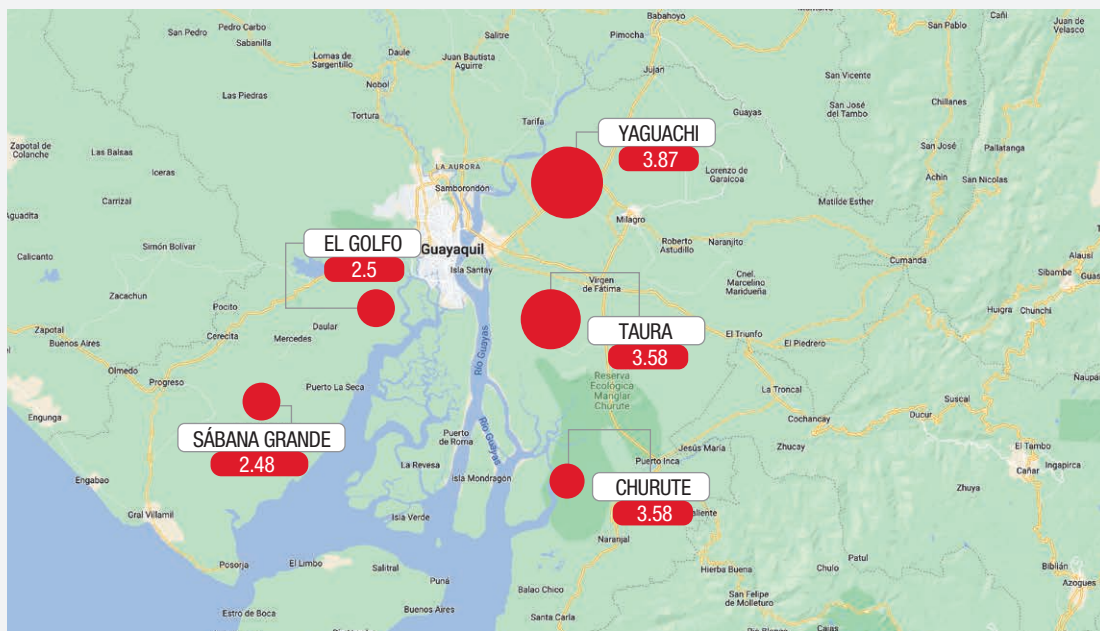


Figura 1. Diferencia en la determinación de materia orgánica/carbono en suelo de camarонера por el método tradicional y NIR.

A continuación, se muestran resultados de materia orgánica analizada usando la metodología por NIR en los laboratorios Skretting en el 2022. Resultados obtenidos en principales zonas de producción camaronera de **Guayas**.

### Mapa de resultados de materia orgánica - GUAYAS



Mapa 1. Ubicación de zonas en la provincia de Guayas con diferentes porcentajes de materia orgánica.

**Materia orgánica**

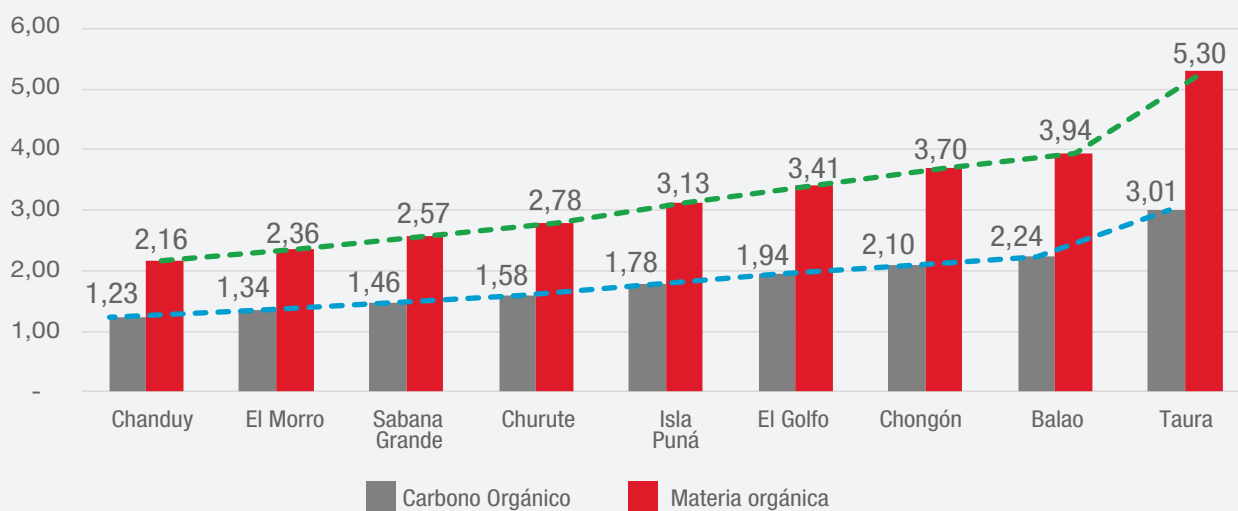
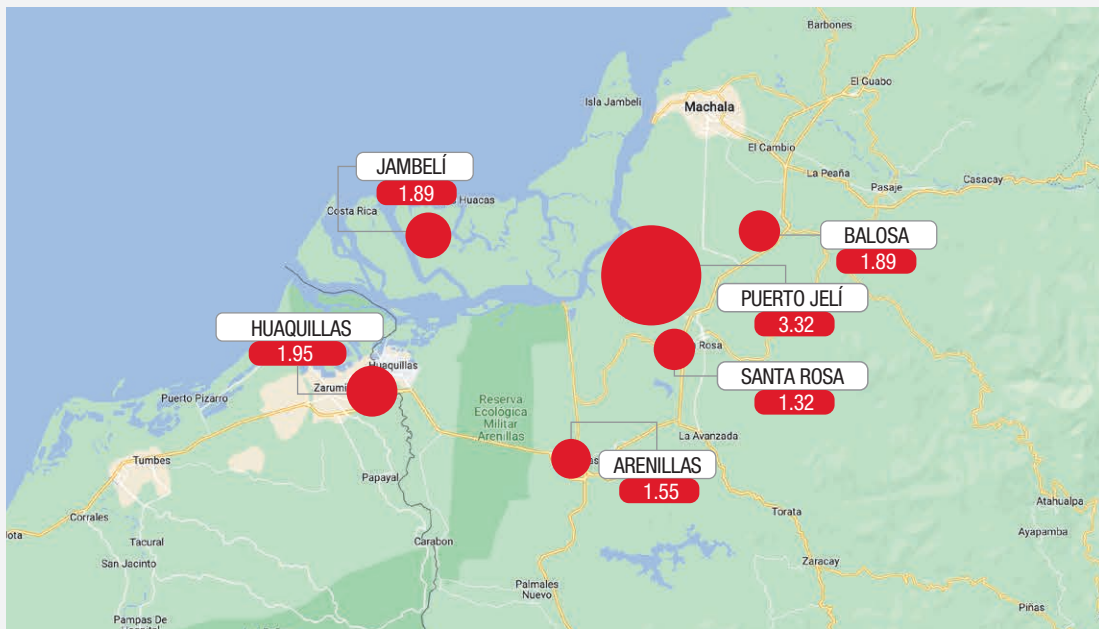


Figura 2. Valores de Materia y Carbono Orgánico reportados en los principales sectores Guayas

La figura 2 muestra los resultados de materia orgánica en diferentes zonas de Guayas, con valores que oscilan entre 2,16% y 5,30%. Siendo la zona de Taura, Balao y Chongon las que arrojaron los porcentajes mas altos en relación con los demás sectores, sin que estos superen a los valores esperados en la curva del NIR.

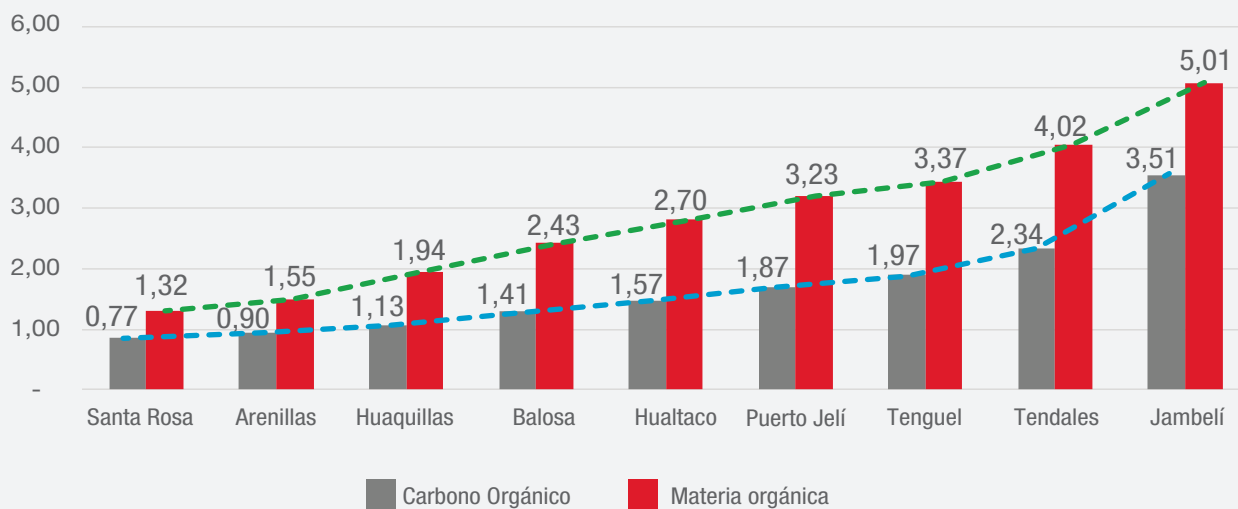
Resultados de materia orgánica usando la metodología por NIR obtenidos en principales zonas de producción camaronera de **El Oro**.

**Mapa de resultados de materia orgánica - El Oro**



**Mapa 2.** Ubicación de zonas en la provincia de El Oro con diferentes porcentajes de materia orgánica.

**Materia orgánica**

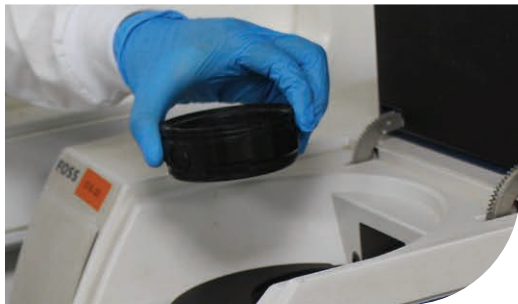


**Figura 3.** Valores de Materia y Carbono Orgánico reportados en los principales sectores El Oro

Figura 3 muestra los resultados de materia orgánica en diferentes zonas de El Oro, con valores que oscilan entre 1,32% como mínimo y 5,01% como máximo. Siendo las zonas de Tendales y Jambelí, las que arrojaron valores altos en relación con los demás sectores. Los valores están dentro del rango de 2% a 5% generalmente aceptado y que han sido determinados según método por pérdida de ignición (Davies, 1974).

### 3. Conclusión

Los resultados obtenidos mediante los modelos de predicción generados por NIR correlacionan bien con los datos de Materia Orgánica-Carbono Orgánico de las muestras de suelos analizados por el método base utilizado para crear la curva patrón en el NIR de acuerdo a los modelos de calibración (datos no mostrados).



**El análisis por NIR es confiable, rápido y sencillo para la determinación de Materia Orgánica – Carbono Orgánico en muestras de suelo**, mientras que los métodos convencionales son laboriosos, con alto costo y generan gran cantidad de residuos químicos.

### Referencias

- Caicedo, N. (2018). Análisis de oferta y demanda del camarón en la provincia de El Oro y Ecuador en los Últimos Ocho Años. In Universidad Técnica de Machala.
- Ge, Y., C. L. S. Morgan, S. Grunwald, D. J. Brown y D.C. Sarkhot. 2011. Comparison of soil reflectance spectra and calibration models obtained using multiple spectrometers. *Geoderma* 161:202-211
- Nanni, M.R.& Demattê, J.A.M. (2006). Spectral reflectance methodology in comparison to traditional soil analysis. *Soil Science Society of America Journal*, 70, 393-407.
- Plant, R. 2001. Site-specific management: The application of information technology to crop production. *Computers and Electronics in Agriculture* 30:9-29.
- Zornoza, R., C. Guerrero, J. Mataix-Solera, K. M. Scow, V. Arcenegui y J. Mataix-Beneyto. 2008. Near infrared spectroscopy for determination of various physical, chemical and biochemical properties in Mediterranean soils. *Soil Biology and Biochemistry* 40:1923- 1930.
- Pérez N., J. C., J. Soler A., G. Arango P., E. Meneses O. y O. S. Ruiz V. 2014. NIR Spectroscopy as Quick Exploratory Technique for Detection of Chrysanthemum Leaf Yellowing (*Dendranthema grandiflora* var. Zembra). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 67(1): 7163-7168.
- Viscarra R., R. A., D. J. Walvoort, A. B. McBratney, L. J. Janik y J. O. Skjemstad. 2006. Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. *Geoderma* 131: 59-75.
- Terhoeven U., T., H. Schmidt, R. G. Joergensen y B. Ludwig. 2008. Usefulness of near-infrared spectroscopy to determine biological and chemical soil properties: importance of sample pre-treatment. *Soil Biology and Biochemistry* 40:1178-1188.

# SOLUCIONES NUTRICIONALES PARA CADA ETAPA DE CULTIVO DEL CAMARÓN



OUR PURPOSE

*Feeding the Future*

**SKRETTING**  
a Nutreco company

- **Ventas:** andrea.marin@skretting.com / 0981523250 - juan.ayala@skretting.com / 0999524696
- **Servicio Técnico:** marita.monserrate@skretting.com / 0980364317 - maximo.quispe@skretting.com / 0967639666