

# Mejores Prácticas de Manejo en el Área Agrícola de los Everglades: Pruebas de Suelos<sup>1</sup>

S. H. Daroub, T. A. Lang, O. A. Diaz, A. F. Rodriguez y V. M. Nadal<sup>2</sup>

## Introducción

El Área Agrícola de los Everglades (EAA) abarca una zona de aproximadamente 700.000 acres (280.000 hectáreas) de suelos orgánicos plantados mayormente con caña de azúcar, y otros cultivos tales como vegetales de invierno, césped y arroz producidos en una menor escala (Figura 1). El propósito fundamental de [evaluar] la fertilidad de suelos siempre ha sido cuantificar la habilidad de los suelos para suplir los nutrientes requeridos para el crecimiento óptimo de las plantas. El uso de una “prueba calibrada de suelo” es considerado como una herramienta importante para el manejo de nutrientes para los cultivos de campo, además es considerado como una “Mejor Práctica de Manejo” para el mejoramiento de la calidad del agua en la cuenca del EAA, que tiene un valor de 5 puntos del total de los 25 puntos que cada agricultor requiere implementar en sus fincas (Sievers et al. 2003). El Laboratorio de Pruebas de Suelos de los Everglades (ESTL) localizado en el Centro de Investigación y Educación de los Everglades (EREC) en Belle Glade, Florida, interpreta los resultados de los análisis de suelos para hacer recomendaciones de fertilización para los cultivos sembrados en los suelos orgánicos del EAA. El propósito de este documento es destacar el proceso de las pruebas de suelos como una herramienta importante para las recomendaciones de fertilización así como una Mejor Práctica de Manejo en esta región. Este artículo de EDIS es uno en una serie de documentos que explica

en términos fáciles, la implementación de métodos y el concepto detrás de las principales Mejores Prácticas de Manejo para reducir las cargas de fósforo (P) empleadas en las fincas del EAA.

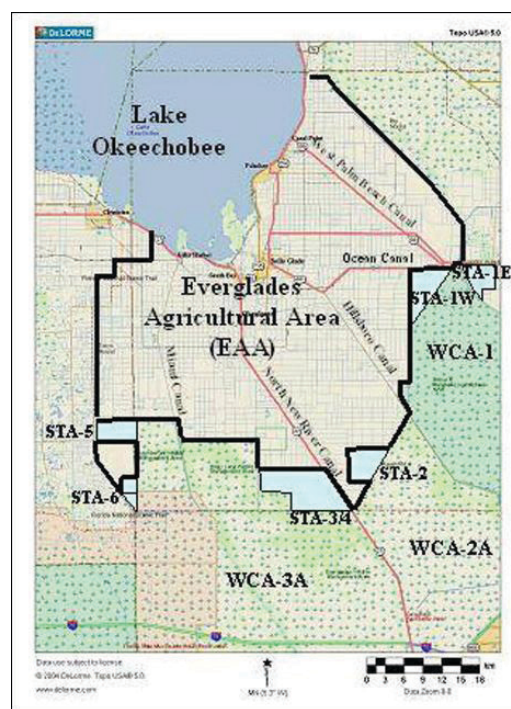


Figura 1. Mapa del Área Agrícola de los Everglades (EAA) y las zonas alrededor de las Áreas de Protección de los Everglades. Nota: STA = Área de Tratamiento del Exceso de Aguas de Lluvias; WCA = Área de Conservación de Agua.

1. Este documento, SL225-SP, es uno de una serie de publicaciones del Departamento de Ciencias del Suelo y del Agua, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida (UF/IFAS Extension). Fecha de primera publicación: mayo 2007. Revisado julio 2013 y febrero 2017. Visite nuestro sitio web EDIS en <https://edis.ifas.ufl.edu>.
2. S. H. Daroub, profesora; O. A. Diaz y T. A. Lang, investigadores asociados; A. F. Rodriguez, estudiante de posgrado; y V. M. Nadal, químico principal, Centro de Educación e Investigación de los Everglades; UF/IFAS Extensión, Gainesville, FL 32611.

El Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) es una institución con igualdad de oportunidades autorizada a proporcionar investigación, información educativa y otros servicios solo a personas e instituciones que funcionen sin discriminación por motivos de raza, credo, color, religión, edad, discapacidad, sexo, orientación sexual, estado civil, país de origen, opiniones o afiliación políticas. Para obtener más información sobre cómo obtener otras publicaciones de UF/IFAS Extension, comuníquese con la oficina UF/IFAS Extension de su condado. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (U.S. Department of Agriculture), UF/IFAS Extension Service, University of Florida, IFAS, Programa de Extensión Cooperativa (Cooperative Extension Program) de Florida A&M University, y Juntas de Comisionados del Condado en Cooperación. Andra Johnson, decano de la UF/IFAS Extension.

## Pruebas de Suelos

La prueba de suelos se define como un análisis químico para evaluar el estado de los nutrientes disponibles para las plantas, salinidad y la toxicidad elemental de un suelo. Una definición más amplia de la prueba de suelos abarca un programa que incluye la interpretación, evaluación, recomendaciones de fertilización y correcciones basadas en los resultados de análisis químicos y otras consideraciones (Peck y Soltanpour 1990). El uso de las pruebas de suelos representa quizás la aplicación práctica más significativa de nuestros conocimientos de la ciencia de los suelos en su uso y manejo y debe ser visto como un proceso interpretativo y no simplemente como una serie de métodos de laboratorio. Desde finales de los años 40, la prueba de suelo ha sido ampliamente aceptada como una herramienta esencial para formular un programa sólido de fertilización y enalamiento. El propósito de analizar los suelos tradicionalmente ha sido proporcionar una base cuantitativa para las decisiones del manejo de los suelos relacionadas a los sistemas agrícolas. Sin embargo, con un énfasis creciente en la calidad ambiental y el ascendente costo de los materiales de fertilización, las pruebas de suelos se están convirtiendo en una herramienta importante para determinar las áreas donde ha ocurrido una fertilización adecuada o excesiva.

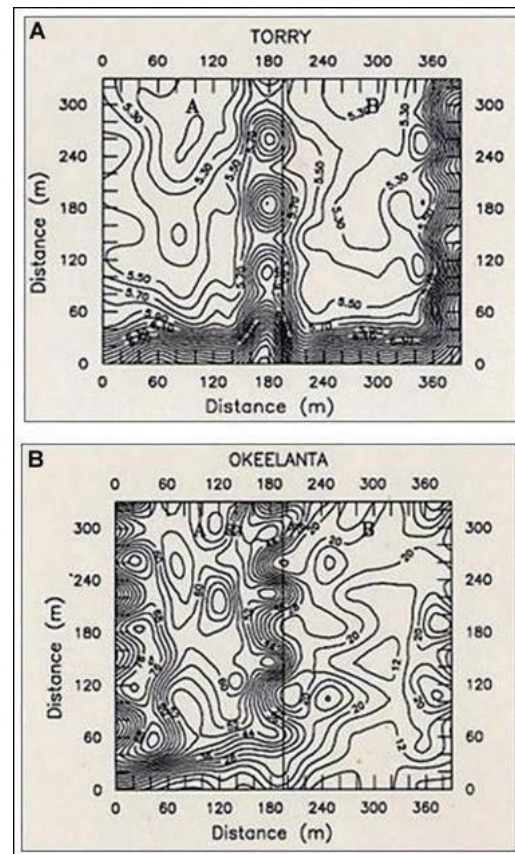
## Recolección y Entrega de Muestras de Suelo

Uno de los aspectos más importantes de la prueba de suelo es la recolección de una muestra de suelo que sea representativa del área a ser analizada. La variabilidad de los suelos es una característica natural que afecta significativamente la confiabilidad de las pruebas de suelos para las recomendaciones de fertilización. La amplia variabilidad ocurre incluso en campos uniformes. Aunque el EAA es un área relativamente plana, existe una variabilidad natural en los suelos que ha aumentado más a lo largo de los años debido a prácticas agrícolas tales como actividades de drenaje y la construcción extensa de caminos y canales (Diaz et al. 1992). Por lo tanto, uno debe estar consciente de las causas principales de la variabilidad de los suelos durante la recolección de muestras de suelos en los suelos orgánicos del EAA.

## Colección de Muestras de Suelos

La variabilidad de las propiedades químicas del suelo aumenta generalmente en los campos cultivados. Las prácticas de campo de las cosechas anteriores (tal como aplicación de fertilizantes) tienden usualmente a sobreponer una

heterogeneidad adicional en las propiedades químicas del suelo (Peck y Soltanpour 1990). Para reducir al mínimo la influencia de la variabilidad del suelo debido a las prácticas de manejo anteriores, los campos a ser muestreados deben estar cultivados y estar listos para ser plantados antes de que se tomen las muestras. Las áreas cercanas a caminos con piedra caliza y a residuos de la limpieza de zanjas deben ser evitadas o muestreadas por separado. Diaz et al. (1992) reportaron que los mapas de contorno de las propiedades químicas de las series más importantes de suelos del EAA demostraron que las áreas de aproximadamente 130 pies (40 metros) de la carretera y 82 pies (25 metros) de cada lado de las zanjas de campo debe evitarse durante el muestreo de suelos. La Figura 2 muestra el efecto de residuos de caminos y zanjas en el pH del suelo (Figura 2A) y el efecto de la aplicación de fertilizantes a cultivos anteriores en el P extraído con agua (Figura 2B). El laboratorio de Análisis de Suelos de los Everglades recomienda tomar muestras de suelos a una profundidad de 6 pulgadas (15 centímetros) aproximadamente a 100 pies (30 metros) del camino más cercano y continuar recogiendo submuestras en zigzag a lo largo del campo para tener un número entre 20 a 30 submuestras de suelo de un campo de 40 acres (Sanchez 1990).



## Manejo y Entrega de Muestras de Suelo

El manejo apropiado de la muestra es también importante para evitar contaminación y reducir al mínimo cambios en las concentraciones de elementos antes de los análisis (James y Wells 1990). El manejo incluye la recolección de las submuestras de suelos, mezclar para preparar una muestra compuesta de todo el campo el transporte del campo hasta el laboratorio, seguido por el secado, molido y almacenamiento en el laboratorio. Se debe utilizar herramientas de muestreo y mezcla de las muestras hecha de materiales que no contaminen el suelo (por ejemplo, acero inoxidable o plástico). Una vez tomadas las submuestras de suelo del área de interés, éstas son combinadas en un recipiente limpio, preferiblemente de plástico para evitar contaminación. Las submuestras de suelos deben ser completamente mezcladas. Entonces una porción de la muestra compuesta se debe colocar en una bolsa de suelo limpia y correctamente identificada (Figura 3). Se recomienda el uso de bolsas plásticas tipo Ziplock. Las muestras de suelo deben ser entregadas lo antes posible después de ser tomadas al ESTL u otro laboratorio de análisis de suelos. Las muestras de suelo no se deben dejar afuera en el sol o en espacios cerrados como la cabina de un camión por periodos de tiempo extendidos. Pueden ocurrir cambios debido a altas temperaturas lo que puede afectar los valores de los análisis de suelo. Las muestras de suelo deben ser llevadas, enviadas por correo o sometidas (por un agente de Extensión del condado) al ESTL (3200 E. Palm Beach Rd., Belle Glade, FL 33430-4702). También pueden ser enviadas a otros laboratorios con experiencia en suelos orgánicos. La información en cada muestra de suelo enviada al laboratorio debe incluir el nombre del agricultor, la dirección de correo, la localización del campo, el cultivo previo e historia de fertilización y el cultivo a ser plantado (Sanchez 1990; Rice 2005).

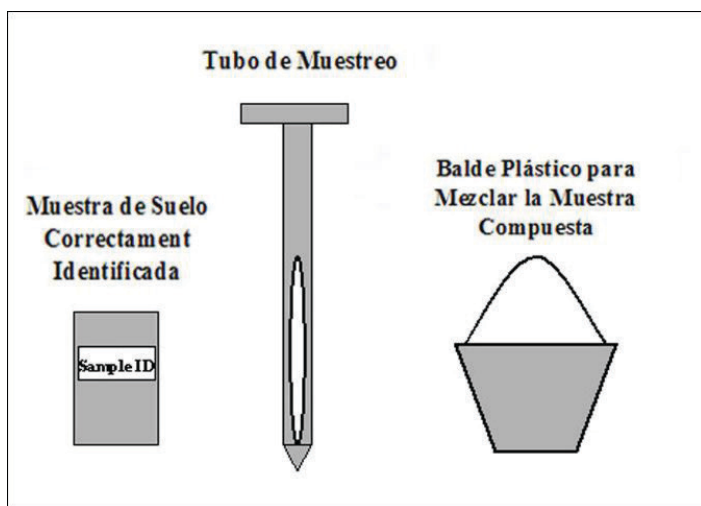


Figura 3. Herramientas típicas usadas para recolectar y preparar muestras a ser llevadas al laboratorio.

## Extracción y Análisis Químicos

Los nutrientes disponibles para las plantas se definen como la forma o formas químicas de nutrientes esenciales para las plantas en el suelo cuya variación en concentraciones es reflejada en cambios de crecimiento vegetal y producción (Peck y Soltanpour 1990). Los análisis de laboratorio están divididos en dos partes: extracción y medida de nutrientes. La extracción implica el uso de una solución química reactiva para separar del suelo todos o una fracción de los nutrientes disponibles para las plantas. La medida de nutrientes es la determinación de la cantidad de nutrientes extraídos disponibles para las plantas. Algunos de los análisis de suelos ofrecidos por el ESTL incluyen el pH en agua y sales, P extraído por agua (Pw) y P (Pa), Potasio, Calcio y Magnesio extraídos con ácido acético. Los análisis y cálculos finales están basados en las primeras 6 pulgadas (15 centímetros) de profundidad del suelo de muestras secadas al aire (Sanchez 1990; Rice 2005).

## Interpretación

Para sistemas agrícolas, debe existir una correlación estadística entre un valor de la prueba de suelo y algún aspecto de la respuesta del cultivo (por ejemplo, cosecha), la cual puede ser usada como la base para la calibración de pruebas de suelo. Las respuestas a la producción de varias tasas de nutrientes aplicados se pueden entonces relacionar con la cantidad de nutrientes disponibles indicada por los análisis de suelo. La exactitud con la cual un valor de la prueba de suelo puede ser interpretado dependerá de la clase y calidad del trabajo de investigación de campo en el cual se basa la correlación. Algunos laboratorios además de reportar las medidas exactas, clasifican el grado de suficiencia de los nutrientes como bajos, medios, altos o excesivos.

La Figura 4 es un ejemplo de la relación entre el análisis de P en el suelo y la producción relativa de lechuga Crisphead. Esta figura indica que el valor crítico de la prueba de suelo para la lechuga Crisphead es de 30 libras de P/acre. Por encima de este índice, no se debe esperar una repuesta del cultivo de la lechuga a la aplicación adicional de fertilizantes con P y no se recomendará ningún fertilizante adicional. Por el contrario, si los valores de las pruebas de suelo están por debajo de los niveles críticos para un nutriente dado, se proporciona una recomendación del fertilizante para ese nutriente en particular.



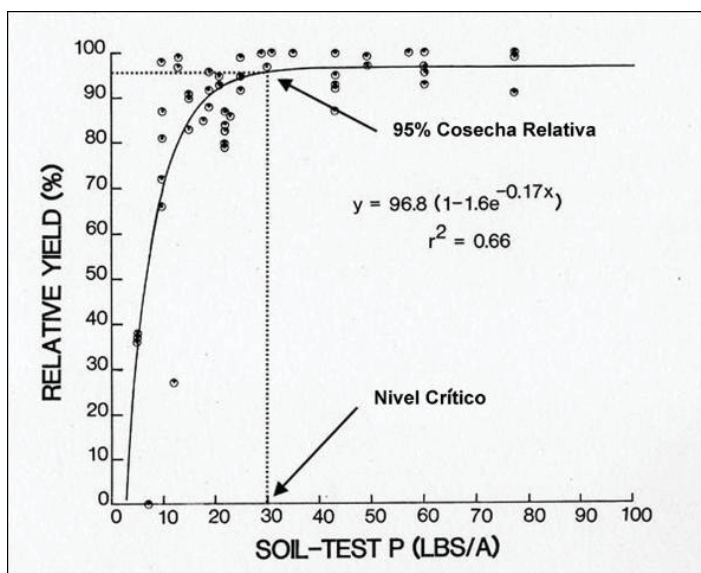


Figura 4. Respuesta de la lechuga Crisphead a diferentes niveles de fósforo en el suelo.

Credits: Créditos: Sánchez (1990)

## Recomendación de Fertilizantes

El objetivo final de un programa de pruebas de suelo es proporcionar una recomendación del fertilizante que sea económicamente razonable y ambientalmente favorable. Las recomendaciones de fertilizantes para cultivos en los suelos orgánicos del EAA son calculadas por el ESTL. Los reportes de las pruebas de suelo del ESTL proporcionan un índice de la porción de los nutrientes requeridos por el cultivo que pueden ser suplidos por el suelo. Con base en estos niveles críticos, se recomienda cierta cantidad de fertilizantes para suplementar los nutrientes naturales del suelo y así obtener respuestas positivas de producción y calidad. Los niveles de nutrientes críticos usados en el cálculo de las recomendaciones de fertilizante para la caña de azúcar y los vegetales están basados en varias décadas de investigación; sin embargo, se están realizando más trabajos para mejorar estas recomendaciones (Anderson 1985; Sánchez 1990; Nagata et al. 1992; Hochmuth et al. 1994, Hochmuth et al. 1996). Para los nutrientes que son conocidos por tener un impacto en el medio ambiente, como el P, el uso de un programa efectivo de pruebas de suelo para recomendaciones de fertilización es fundamental para proteger la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

Para una información detallada de recomendaciones de fertilización en el EAA, se recomienda al lector revisar las siguientes publicaciones de Extensión (vea las referencias):

- Para recomendaciones de fertilizantes para la caña de azúcar, revise Anderson, D.L. (1985).
- Para recomendaciones de fertilizantes para la caña de azúcar y otros cultivos en el EAA, revise Sánchez (1990).

- Para recomendaciones de fertilizantes para la lechuga Crisphead que se cultiva en suelos orgánicos, revise Hochmuth et al. (1994), publicación de Extensión en <https://edis.ifas.ufl.edu/WQ114>
- Para recomendaciones de fertilizantes de varios vegetales, revise Hochmuth et al. (1996), publicación de Extensión en <https://edis.ifas.ufl.edu/CV008>

## Resumen

A continuación se presenta un resumen de los pasos a seguir para recoger una muestra suelo representativa para los análisis de laboratorio:

1. Tome muestras de campos listos para sembrar.
2. Manténgase alejado de zanjas, canales y caminos.
3. Tome de 20 a 30 submuestras por cada bloque de 40 acres a una profundidad de 15 centímetros (6 pulgadas). Tome muestras de suelo a aproximadamente 30 metros (100 pies) del camino cerca de un extremo del campo y continúe en una forma de zigzag a lo largo del campo.
4. Mezcle las submuestras de suelos preferiblemente en un balde plástico para obtener una muestra representativa.
5. Transfiera una submuestra a una bolsa plástica; identifique su muestra.
6. Entregue la muestra lo antes posible después de recogerla al Laboratorio de Análisis de Suelos de los Everglades (ESTL) en el 3200 East Palm Beach Road, Belle Glade, FL 33430-4702, o o entréguela a un agente de Extensión del condado. Indique los análisis requeridos y los cultivos que se van a sembrar.
7. Siga las recomendaciones de fertilización. Recuerde que el uso de una prueba calibrada del suelo vale 5 puntos en la lista de las Mejores Prácticas de Manejo en el EAA.

## Reconocimientos

Los autores están agradecidos por la ayuda financiera del Distrito de Protección Ambiental del Área Agrícola de los Everglades y el Departamento de Protección del Medio Ambiente del Estado de la Florida, que ha permitido la preparación de este documento así como los estudios asociados a las Mejores Prácticas de Manejos descritos aquí.

## Referencias

Anderson, D.L. 1985. *Sugarcane fertilization of muck and sandlands in south Florida*. EREC Research Report EV-85-6.

Diaz, O.A., D.L. Anderson, and E.A. Hanlon. 1992. "Soil nutrient variability and soil sampling in the Everglades Agricultural Area." *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 23:2313–2337.

Hochmuth, G., E. Hanlon, R. Nagata, G. Snyder, and T. Schueneman. 1994. *Fertilization recommendations for crisphead lettuce grown on organic soils in Florida*. SP 153. Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. <https://edis.ifas.ufl.edu/WQ114>.

Hochmuth, G., E. Hanlon, G. Snyder, R. Nagata, and T. Schueneman. 1996. *Fertilization of sweet corn, celery, romaine, escarole, endive, and radish on organic soils in Florida*. Bull. 313. Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. <https://edis.ifas.ufl.edu/CV008>.

Nagata, R.T., C.A. Sanchez, and F.J. Coale. 1992. "Crisphead lettuce cultivar response to fertilizer phosphorus." *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:721–724.

James, D.W., and K.L. Wells. 1990. "Soil sample collection and handling: Techniques based on source and degree of soil variability." Pp: 25–44. In R.L. Westerman (ed.) *Soil Testing and Plant Analysis*. 3<sup>rd</sup> ed. Soil Science Society of America, Madison, WI.

Peck, T.R., and P.N. Soltanpour. 1990. "The principles of soil testing." In R.L. Westerman (ed.) *Soil Testing and Plant Analysis*. Soil Science Society of America, Madison WI.

Rice, R.W. 2005. *Soil Testing Laboratory Procedures and Protocols*. In process.

Sanchez, C.A. 1990. *Soil-testing and fertilization recommendation for crop production on organic soils in Florida* Bull. 876 Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences.

Sievers, P., D. Pesatore, S. Daroub, J.D. Stuck, J. Vega, P. McGinnes, and S. Van Horn. 2003. "Performance and Optimization of Agricultural Best Management Practices." In *Water Year 2002, Everglades BMP Program Annual Report*, South Florida Water Management District, West Palm Beach, FL.