

EVALUACION DE SISTEMA DE GUIADO PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE COMPACTACION EDAFICA A CAMPO

A. F. Moltoni (*), N. Clemares, G. Masiá, L. Knaupp, L. A. Moltoni, S. C. Duro, J. Fiorini
Laboratorio de Agroelectrónica, Instituto de Ingeniería Rural – Centro de Investigaciones de Agroindustria – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Av. Pedro Díaz 1798. Hurlingham. Buenos Aires. Mail (*): moltoni.andres@inta.gob.ar

Palabras clave: medición de compactación edáfica, agroelectrónica, compactación

INTRODUCCIÓN

A partir de la década del noventa y desde que se liberó el sistema de GPS (Global Positioning System) para su uso público, se abre una serie de posibilidades de las cuales la agricultura no fue ajena. En este sentido, se han desarrollado innumerables sistemas que utilizan la georeferenciación como base de tratamientos sitio-específicos, lo que en definitiva dio como resultado lo que actualmente se denomina agricultura de precisión. Dentro de estos sistemas podemos nombrar equipos para aplicación variable de agroquímicos [Clark,1996],[Tian, 2000],[Al Gaadi, 2001],[Vogel, 2005],[Raymond, 2005],[Gerhards, 2006] y [Gavrić, 2007], sistemas de dosificación sitio específica de fertilizantes [Heege, 2002],[Link, 2003] y [Zielman, 1996], equipos para siembra y fertilización variable, entre otros.

En nuestro país se ha registrado un importante incremento de las tecnologías de agricultura de precisión desde sus primeras experiencias en la década del noventa [Bragachini, 2007]. El criterio fundamental de la agricultura de precisión consiste en aplicar los insumos según requerimientos específicos de cada unidad homogénea dentro del campo o lote, lo que se ha dado en llamar manejo sitio-específico (site-specific management), dejando de lado las aplicaciones fijas o uniformes comúnmente utilizadas.

La adopción del uso de la agricultura de precisión, al igual que el manejo por ambientes de los lotes, se ha visto incrementada en los últimos años y en particular en la última década, debido al desarrollo masivo de dispositivos electrónicos confiables y también a una baja relativa en los costos de los mismos. Si bien Argentina tiene un desarrollo considerable respecto a otros países en agricultura de precisión, aún dista mucho de ser una técnica aplicada en forma masiva en el sistema productivo nacional. Los motivos que originan esta adopción parcial son varios, entre ellos se destaca el costo de la electrónica involucrada, principalmente por tratarse en su mayoría de equipos importados, siendo la principal causa el diseño de los sistemas en sí mismos y no sus componentes electrónicos. Otro de los aspectos relevantes es la incompatibilidad entre los equipamientos derivados de diferentes orígenes y prestaciones. Este marco ha sido uno de los principales motivos por los cuales la adopción de los sistemas de agricultura de precisión se ha visto fuertemente limitado. En este sentido, el desarrollo de instrumental de medición y diagnóstico con tecnología de origen nacional permite posicionar al país en el mundo, posibilitando entre otras cosas, la sustitución de importación de equipos con la correspondiente creación de empleo y la implementación de técnicas agronómicas que tienden a mejorar la eficiencia y la rentabilidad de la actividad.

Para poder caracterizar los lotes y generar los ambientes o unidades de similar potencial productivo es necesario medir diversas variables agronómicas en forma georeferenciadas. En base a lo expuesto anteriormente se puede concluir que contar con instrumentos y herramientas portátiles que permitan dicha medición resulta indispensable. También hay que destacar que existen dispositivos que permiten diagnosticar el estado de un lote para generar recomendaciones de manejo del mismo, que no necesariamente son instrumentos de agricultura de precisión, pero que son de gran utilidad y actualmente su difusión es limitada debido a su costo.

En el marco de los proyectos de investigación dependientes de la Secretaría de Investigación y Vinculación Tecnológica de la Universidad Nacional de Moreno (UNM) se llevó a cabo, en conjunto con el INTA, el desarrollo de un sistema de medición de compactación edáfica "Penetrómetro Digital" (Figura 1). Dicho dispositivo desarrollado enteramente entre la UNM y el Laboratorio de Agroelectrónica del Instituto de Ingeniería Rural del INTA permite registrar el índice de cono a intervalos de profundidad de 1cm. Para poder adaptar este dispositivo de

diagnóstico básico de compactación a la agricultura moderna, se lo dotó de un GPS de forma nativa y se le agregaron varias funcionalidades que facilitan la toma de muestras en los lotes. El equipo permite la carga de una lista georeferenciada de los puntos en donde se deben realizar las mediciones y mediante esta información asiste al usuario, guiándolo dentro del lote para que pueda encontrar estos puntos y realizar las mediciones.



Figura 1: Medidor de compactación Edáfica “Penetrómetro Digital”.

El objetivo del presente trabajo es presentar los resultados preliminares obtenidos en la verificación de funcionamiento del sistema de guiado del instrumento entre dos coordenadas georeferenciadas precargadas en el equipo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El equipo medidor de compactación edáfica consiste en una púa de 70 cm terminada en un cono de 30° de 12,83mm de diámetro según norma ASAE 5313.2 DEC94. El equipo registra la resistencia a la compactación o índice de cono, mediante una celda de carga. El registro de la profundidad y la verificación de la velocidad de penetración se realizan mediante un sensor ultrasónico de bajo costo. Los valores de resistencia a la compactación se registran cada 1 cm de profundidad, de forma de poder generar un perfil de compactación adecuado a las necesidades de los profesionales. Los datos medidos son almacenados en una memoria SD que cumple un propósito doble: por un lado guardar las mediciones, como ya hemos mencionado, y por el otro permitir al usuario la creación de un archivo con una lista de las coordenadas de los sitios en donde se deber realizar las mediciones dentro del lote. El sistema de guiado está compuesto por un GPS, una brújula e indicaciones de dirección y distancias en una pantalla gráfica.

Con el objetivo de caracterizar el sistema de guiado del equipo medidor de compactación se propuso registrar el trayecto realizado entre dos puntos fijos y compararlo con el trayecto teórico. Para esto se marcaron dos puntos en el campo experimental del instituto de ingeniería rural de INTA, situado en la localidad de Hurlingham. En la Figura 2 podemos observar una imagen satelital del trayecto a recorrer con su trazado teórico, que es la línea que une ambos puntos.

La realización de la carga de los sitios georeferenciados a ensayar se realizó mediante la escritura de un archivo TXT en la memoria SD del instrumento, como se explicó anteriormente. En este archivo se cargaron las coordenadas siguientes:

(-34.6048255420711, -58.652009174572) y (-34.6051997723133, -58.6516197495443)



Figura 2: Trayecto ensayado, línea teórica entre dos puntos.

El guiado del operario en el lote se realiza mediante una pantalla espacial que posee el equipo. Dicha pantalla dibuja una flecha que indica la dirección y la distancia necesaria para llegar al punto de medición (Figura 3, izquierda). El usuario debe caminar en la dirección indicada y al encontrarse a una distancia menos a 5 metros del destino, el equipo indicará que ha llegado al punto de medición e invitará al usuario a realizar la medición.



Figura 3: Izq. Pantalla de Guiado. Der. Trayecto ensayado, línea teórica entre dos puntos (color negro) y desvío máximo registrado en la trayectoria

Una vez definidos los puntos y el trayecto, se inició en el equipo el guiado y se registró las coordenadas del trayecto realizado por un operario entrenado en la interpretación gráfica presentada por el penetrómetro. Se realizaron dos repeticiones para luego compararlas con el trayecto teórico (más corto) entre ambos puntos.

Las trayectorias realizadas por el usuario siguiendo el guiado del equipo, para ambas repeticiones, pueden apreciarse en la figura 3 (derecha). Las irregularidades apreciadas en los trayectos respecto de la línea recta se deben a las coordenadas devueltas por el GPS y utilizadas por el equipo para generar el guiado. Del análisis de los datos se determinó que la máxima desviación del trayecto real respecto del teórico fue de 5,07 metros. Esto último se debe a la precisión inherente al GPS utilizado y se encuentra dentro de los valores esperados, debido a que el error esperado en las coordenadas registradas por un GPS puede llegar a los 10 metros para los equipos comerciales estándar.

CONCLUSIONES

Podemos concluir que el sistema desarrollado se ha desempeñado adecuadamente. Las instrucciones de guiado recibidas por el operador le permitieron desplazarse de un punto a otro con desvíos acordes al error del GPS

AGRADECIMIENTOS.

Se agradece la colaboración de los estudiantes Natalia Jewgeniuk y Ruben Lopez de la Universidad Nacional de Moreno

BIBLIOGRAFÍA.

- Al Gaadi K.A., Ayers P.D. 2001. Integrating GIS and GPS into a spatially Variable Rate Herbicide Application System.
- Bragachini M. 2007. Proyecto Agricultura de Precisión. Actualización Técnica N.º 7. EEA INTA Manfredi – Ediciones INTA – Febrero.
- Clark R.L., McGuckin R.L. - Jan 8-12 -1996. Variable rate application equipment for precision farming. Written for presentation at Beltwide Cotton Conference– Nashville – Tennessee – USA
- Gavrić M. and M. Martinov. 2007. "Low Cost GPS-Based System for Site-Specific Farming at Flat Terrains – Case Study". Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript -ATOE 07 004. Vol. IX. July, 2007.
- Gerhards R., Oebel H. 2006. Practical experiences with a system for site specific weed control in arable crops using real-time image analysis and GPS-controlled patch spraying. European Weed Research Society – Weed Research – Vol 46 pp 185-193.
- Heege H., Thiessen E. 2002. On the go sensing for site specific nitrogen top dressing. ASAE paper N.º 021113 in ASAE Meeting Presentation – Chicago – Illinois- USA .
- Link A., Panitz M., Reusch S. 2003. Hydro N-Sensor: Tractor Mounted remote sensing for variable nitrogen fertilization. In Proceedings of the 6th International Conference on Precision Agriculture and Other Precision Resources Managements – Minneapolis – USA.
- Raymond S.G., Hilton P.J. 2005. Intelligent crop spraying: a prototype development. 1st International Conference in Sensing Technology– Palmerston North – New Zealand.
- Ian, Lei. 2000. A "smart sprayer" for site specific weed management. Department of Crop Sciences – College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences – University of Illinois – USA.
- Vogel J.W., Wolf R., Dille. 2005. A. Evaluation of a variable rate application system for site-specific weed management. ASAE Paper N.º 051120 in ASAE Annual International Meeting – Tampa – Florida USA.
- Zielman E., Graeff S., Link J., Batchelor W.D., Claupein W. 1996. Assessment of cereal Nitrogen Requirements derived by the optical on-the-go sensors on heterogeneous soils. American Society of Agronomy – Madison – USA. Published on line. BARREDO CANO, J.I. . *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio*. Madrid: RA- MA. 264p.