

**SUELO**

**ARTÍCULO ORIGINAL**



<http://opn.to/a/yylHP>

## **Efecto de la cosecha mecanizada sobre la variabilidad espacial de la resistencia a la penetración**

### *Effect of the mechanized harvest on the space variability of the vertical resistance to the penetration*

Ing. Roberto Alejandro García Reyes<sup>\*</sup>, MSc. Juan Alejandro Villazón Gómez<sup>II</sup>, Ing. Alfredo Martín Morales Menéndez<sup>III</sup> e Ing. Elianne Velázquez Sánchez<sup>I</sup>

<sup>I</sup> Universidad de Holguín, Sede José de la Luz y Caballero, Facultad de Ciencias Naturales y Agropecuarias, Departamento de Ciencias Agropecuarias, Holguín, Cuba.

<sup>II</sup> Universidad de Holguín. Sede José de la Luz y Caballero, Facultad de Ciencias Naturales y Agropecuarias, Centro de Estudios para Agroecosistemas Áridos (CEAAR), Holguín, Cuba.

<sup>III</sup> Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA) de Holguín, Cuba.

**RESUMEN.** El trabajo se desarrolló en el año 2018, en áreas de la Empresa Azucarera Holguín, UEB Cristino Naranjo, UBPC Arroyo Blanco, con el objetivo de evaluar el efecto de la cosecha mecanizada sobre la variabilidad espacial vertical de la resistencia a la penetración en un agroecosistema cañero plantado sobre un suelo Vertisol Pélico. El campo seleccionado se dividió en diez parcelas, escogiéndose tres al azar. En las que se muestreó en el centro, a lo largo de un transecto de 1,60 m ubicado en el entresurco, cada 0,40 m, los valores de la resistencia a la penetración, antes y después de la cosecha mecanizada mostraron tendencia a una distribución normal. Antes de la cosecha mecanizada se obtuvieron valores de resistencia a la penetración que clasificaban de extremadamente baja (6 %) a muy alta (34,29 %), los que aumentaron después del paso de la maquinaria con casos que clasificaron como muy alta (76,19 %). El paso de la maquinaria agrícola provocó una diferencia estructural en los ajustes de los semivariograma, aumentó la correlación espacial de los datos y la concentración de la variabilidad espacial a escalas inferiores a la del muestreo y una redistribución de las zonas de compactación, con el incremento de la resistencia a la penetración por debajo de los 10 cm de profundidad y la aparición de una capa continua compactada, a los 30 cm de profundidad, con valores superiores a los 5,5 MPa.

**Palabras clave:** compactación, maquinaria agrícola, vertisol.

**ABSTRACT.** The work was carried out in 2018, in areas of Holguín Sugar Company, UEB Cristino Naranjo, UBPC Arroyo Blanco, with the objective of evaluating the effect of mechanized harvest on the vertical spatial variability of the resistance to penetration in an agroecosystem of sugarcane planted on a Pelitic Vertisol. The selected field was divided into ten parcels, with three of them chosen at random. In those that were sampled in the center, along a transect of 1.60 m located in the inter-row, every 0.40 m, the values of the resistance to penetration before and after the mechanized harvest showed a tendency to a normal distribution. Prior to the mechanized harvest, penetration resistance values were obtained that ranged from extremely low (6 %) to very high (34.29 %), which increased after the passing of the machinery with cases that were classified as very high (76.19 %). The passing of agricultural machinery caused a structural difference in the adjustments of the semivariogram, increased the spatial correlation of the data and the concentration of spatial variability at scales below that of the sampling and a redistribution of the zones of compaction, with the increase of the resistance to penetration below 10 cm depth and the appearance of a compacted continuous layer, at 30 cm depth, with values higher than 5.5 MPa.

**Keywords:** compaction, agricultural machinery, vertisol.

\*Autor para correspondencia: Fidel Diego-Nava, e-mail: fdiego1954@yahoo.com

**Recibido:** 28/01/2019.

**Aprobado:** 15/03/2019.

## INTRODUCCIÓN

Por el desconocimiento de las propiedades físicas del suelo y su relación con la compactación, se ha dificultado el manejo de factores importantes para la explotación de cultivos y la adecuada utilización del recurso suelo, por lo que se hizo necesario el estudio espacial de algunas propiedades y sus variaciones dependientes de la naturaleza geológica o del manejo y la mecanización que se le dé al suelo, la cual, es la provocada por cambios que ocurren en el tiempo y que son generados, en gran medida, por el manejo, debido al tipo de uso del suelo (Tasumi y Kimura, 2013).

Con el desarrollo de la teoría de las variables regionalizadas y su incorporación a los estudios de suelos, se han adquirido herramientas estadísticas que ayudan a evaluar la variabilidad espacial de sus propiedades (Jaramillo, 2012). Según Jaramillo *et al.* (2006) la misma se caracteriza por estudiar propiedades que adquieren valores diferentes, en dependencia de la ubicación y el espaciamiento entre las muestras utilizadas para caracterizarlas.

Cid *et al.* (2016) plantea que alrededor del 32% de la superficie cultivada de Cuba está ocupada por Vertisoles, en los que la variabilidad espacial de las mediciones de campo relacionada con el tipo de arcillas dominantes y el régimen hídrico, que provocan procesos de contracción - dilatación (Wilson y Cerana, 2004).

La compactación es el proceso mediante el cual las partículas de suelo son reorganizadas para decrecer el espacio poroso y llevar los granos a un contacto más cercano uno con otro, incrementándose así la densidad aparente (Nawaz *et al.*, 2013). La resistencia a la penetración es un parámetro directamente relacionado con la compactación, es una medida indirecta de la fuerza que ejercen las raíces, a través del suelo para crecer, absorber agua y nutrientes Shen *et al.* (2016); siendo el tráfico de máquinas y equipos durante las labores de cultivo y las operaciones de cosecha la principal causa de compactación en suelos agrícolas según Botta *et al.* (2007), lo que implica un deterioro de la estructura que limita el crecimiento de las plantas y el rendimiento del cultivo (Campos *et al.*, 2015).

Por lo antes expuesto el trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la cosecha mecanizada sobre la variabilidad espacial vertical de la resistencia a la penetración en un agroecosistema cañero plantado sobre un Vertisol.

## MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el año 2018 en áreas de la Empresa Azucarera Holguín, UEB Cristino Naranjo (perteneciente al municipio de Cacocum), UBPC Arroyo Blanco, Bloque 91, Campo 1 (con una extensión de 8.87 ha). El campo se encontraba plantado con la variedad C 86-503 sobre un Vertisol Pélico según (Hernández *et al.*, 2014). La cosecha se le realizó a la cepa 2<sup>do</sup> retoño. Para la determinación de la variabilidad espacial vertical de la resistencia a la penetración se escogió el entresurco del campo, por ser esta área donde causa mayor efecto el tránsito de las combinadas cañeras durante la cosecha mecanizada. El campo se dividió en diez

parcelas y se escogieron al azar las parcelas 4, 1 y 2. En cada parcela se escogió como sitio de muestreo el centro de la misma, trazándose un transepto de 1,60 m, que coincidió con la distancia entre los surcos de caña de azúcar, con cinco puntos de muestreo separados a 0,40 m donde se determinó la resistencia a la penetración antes e inmediatamente después de la cosecha mecanizada, la cual se realizó con una combinada cañera CASE 3000 sobre ruedas con un tractor YTO 1604 con remolque autobasculante.

Se utilizó un penetrómetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf, con la masa impactadora de 4 kg regulada a 0.40 m de altura (Stolf *et al.*, 1983). Los resultados fueron expresados en intervalos constantes de profundidad (0,02 m) hasta 0,40 m, para lo cual se utilizó el programa computacional de datos VBA-Excel propuesto por (Stolf *et al.*, 2014).

Se realizó un análisis exploratorio de datos. Para la descripción univariada se utilizaron métodos numéricos (medidas de localización, de dispersión y de forma) y gráficos (histogramas y curvas de normalidad). Se realizó el análisis estructural (variogramas) de los datos, donde se determinó la semivarianza en función de la distancia y se realizó el ajuste del semivariograma experimental mediante modelos teóricos. Se realizó el krigeaje para obtener los mapas de isorresistencia. Se utilizaron los softwares Surfer 8 (Golden Software, Inc.) y SPSS 22.0. Se verificó el grado de dependencia espacial (GD) mediante el índice propuesto por Cambardella *et al.* 1994) y los índices de dependencia espacial (IDE) propuestos por Seidel y Oliveira (2016).

Para la clasificación del grado de compactación se utilizaron las categorías propuestas por Arshad *et al.* (1996), que se muestran en la Tabla 1.

**TABLA 1. Categorías de compactación propuestas por Arshad *et al.* (1996)**

Categorías	Resistencia a la penetración (MPa)
Extremadamente baja	< 0.01
Muy baja	0.01-0.1
Baja	0.1-1
Moderada	1-2
Alta	2-4
Muy alta	4-8
Extremadamente alta	>8

Se determinó la humedad gravimétrica con el sensor NTHY-6 mediante muestreos en el surco y en el camellón.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Humedad gravimétrica

La Figura 1 muestra los valores de humedad gravimétrica antes y después de la cosecha mecanizada. Al comparar los valores de humedad gravimétrica, en el surco y en el camellón, antes y después de la cosecha mecanizada, no se encontraron diferencias significativas, lo que puede estar dado por el corto tiempo transcurrido entre un muestreo y el otro.

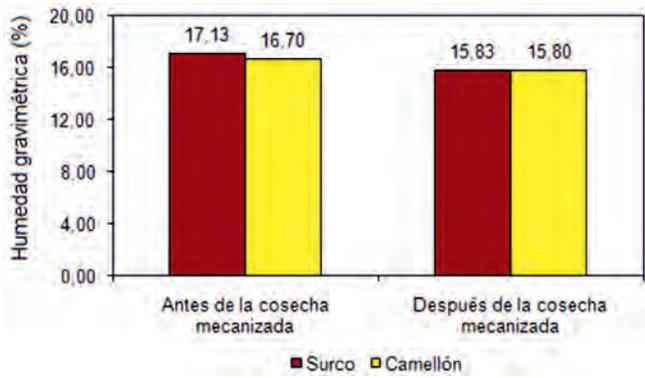


FIGURA 1. Valores de humedad gravimétrica antes y después de la cosecha mecanizada.

### Análisis exploratorio de datos

Los análisis de estadística descriptiva (análisis exploratorio de datos) de la resistencia a la penetración (RP) antes y después de la cosecha mecanizada se muestran en la Tabla 2. La media de la RP antes de la cosecha es de 2,89 MPa mientras que después de la cosecha es de 4,36 MPa, valores que muestran una alta compactación del suelo lo que inhibe el crecimiento de las raíces de cualquier cultivo (Nacci y Pla, 1991)1991.

Existe una mayor variabilidad expresada en los términos de coeficiente de variación (C. V.), de un 62,05% antes de la cosecha y de 41,74 % después de la cosecha; lo que puede estar dado por la alta heterogeneidad que presenta la resistencia a la penetración en el campo, influida por la zona de tránsito de la maquinaria agrícola y por las diferentes puntos de muestreo.

TABLA 2. Estadística descriptiva de la resistencia a la penetración (MPa) antes y después de la cosecha mecanizada

Cosecha mecanizada	Media	Mediana	Error estándar	Mínimo	Máximo	Va rianza	Desv. estándar	C.V. (%)	Asime tría	Curtosis
Antes	2,89	3,23	0,17	0,00	7,27	3,23	1,79	62,05	-0,08	-0,99
Después	4,36	4,86	0,17	0,00	6,30	3,31	1,82	41,74	-1,38	0,73

Desv. estándar: Desviación estándar; C.V.: Coeficiente de Variación.

Los valores de la asimetría fueron cercanos a 0; antes y después de la cosecha mecanizada, sobre todo en el primer caso. Todas las distribuciones, que en general no presentan nunca simetría con algún valor, están sesgadas positivamente, al mostrar la cola de distribución hacia la derecha. Además, el comportamiento de la curtosis indica que la distribución normal de los valores de resistencia a la penetración antes de la cosecha mecanizada es más aplanada que después de la cosecha mecanizada. Ambas muestran un pico menos agudo (curtosis platicúrtica) que la distribución normal, al mostrar valores menores que 1 según Freixa *et al.* (1992), lo que indica que en las colas hay más valores acumulados que en las colas

de una distribución normal. Según Glendell *et al.* (2014), la normalidad no es un requisito obligatorio para el análisis de datos geoestadísticos; no obstante, si los datos son normales permiten una comparación más confiable de los parámetros de los modelos y brinda estimaciones del Krigeaje con mejor ajuste.

En la Figura 2 se muestran los histogramas y las curvas de normalidad de la resistencia a la penetración antes y después de la cosecha. Mediante la clasificación de Arshad *et al.* (1996), se observa que antes de la cosecha mecanizada en 28 casos (26.67%), la resistencia a la penetración se clasificó entre *extremadamente baja* y *baja*, en 6 casos (5.71%) clasificó como *moderada*, 35 (43.33%) como *alta* y 36 como *muy alta* (34.29%).

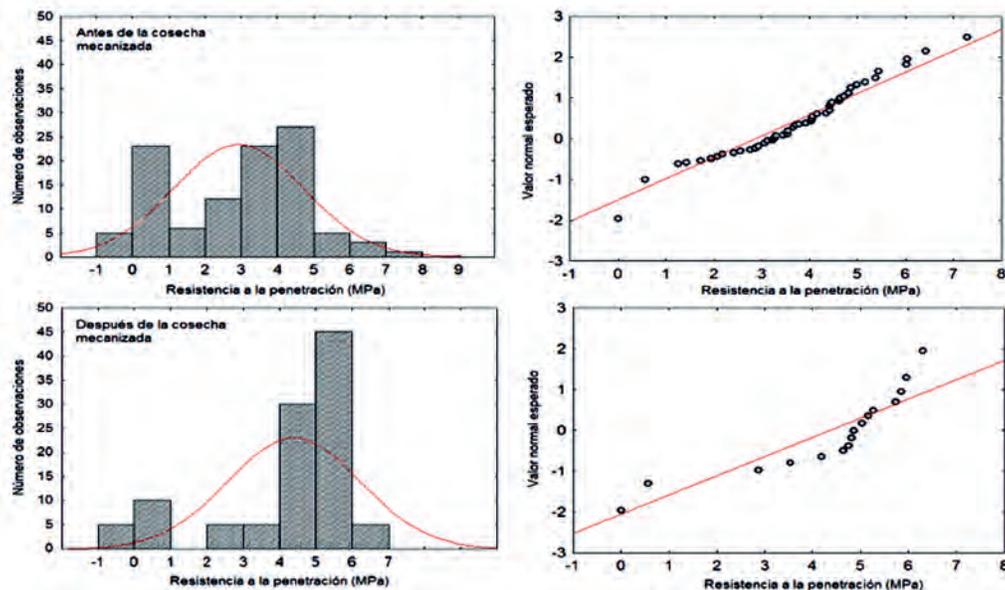


FIGURA 2. Histogramas de resistencia a la penetración antes y después de la cosecha mecanizada.

Después de la cosecha mecanizada, la cantidad de casos clasificados entre *extremadamente baja* y *baja* disminuyeron a 15 (para un 14.29%), no se encontraron valores de resistencia a la penetración que se pudieran clasificar como *moderados*. Dentro de la categoría de *alta*, se encontraron 10 valores (para un 9.52%) y 80 valores (76.19%) se clasificaron como *muy alta*. Por lo que, después del paso de la combinada cañera, existe una concentración de los valores de resistencia a la penetración hacia las categorías más altas. Según Martínez *et al.* (2017), los niveles de compactación se incrementan durante la cosecha por dos causas fundamentales, el peso de los equipos y su pase repetido.

### Análisis estructural

En la Figura 3 se muestra el semivariograma experimental y teórico de los datos antes y después de la cosecha mecanizada. Se apreció que presentan diferencias estructurales de dependencia espacial, puesto que la semivarianza en ambos casos no es constante y se ajustan a modelos diferentes; antes de la cosecha, el modelo que más se ajustó fue el esférico y después de la cosecha el modelo gaussiano.

La Tabla 3 muestra los valores del análisis estructural de los semivariogramas antes y después de la cosecha mecanizada. Para el modelo exponencial se prevé que a un rango de 0,20 m de distancia entre puntos la semivarianza comienza a ser constante. En el caso del modelo gaussiano en un rango de 0,32 m de distancia en el transecto toma valores constantes de semivarianza, esto se debe a que el tránsito de la maquinaria tienden a homogenizar las condiciones de compactación.

Según lo planteado por Cambardella *et al.* (1994), el grado de dependencia (GD) se considera para antes de la cosecha (44,95%) y después de la cosecha (37,5%), por lo que existe una *moderada* dependencia espacial, al encontrarse el GD en el rango de un 25-75%. El análisis del índice de dependencia espacial mostró que para el modelo esférico correspondiente al semivariograma de antes del pase de la maquinaria, es de 10,32%, según lo propuesto por Seidel y Oliveira (2016) se encuentra en el rango de  $7 < IDE \text{ esférico} \leq 15\%$ , por lo que la dependencia espacial se clasifica como *moderada*. Para el semivariograma después de la cosecha ajustado con un modelo gaussiano el cálculo del IDE tomó un valor de 25,2% ubicado en el rango  $IDE > 20\%$  se le atribuye por tener una *fuerte* dependencia espacial.

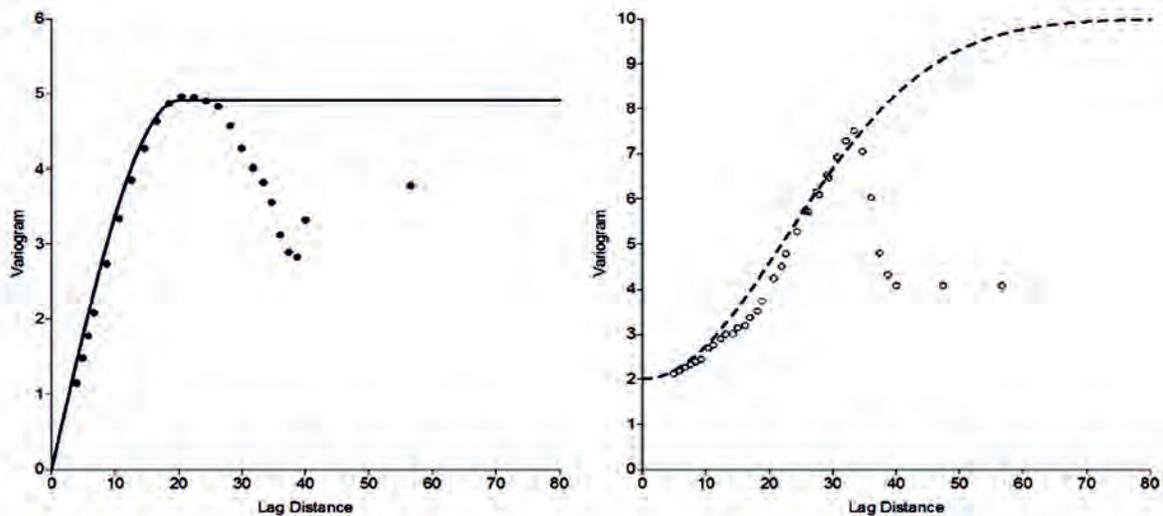


FIGURA 3. Semivariograma experimental y teórico de los datos antes y después de la cosecha mecanizada.

De forma general, estos resultados se corroboran con los de Monroy *et al.* (2017), donde encontró que la resistencia a la penetración (RP), medida a profundidades de 0 a 0,15 m y de 0,15 a 0,30 m tiene una dependencia espacial moderada.

TABLA 3. Análisis estructural de los semivariogramas antes y después de la cosecha mecanizada

Cosecha mecanizada	Modelo	$C_0$	$A_0$	$C_t$	GD (%)	IDE (%)
Antes	Esférico	4,9	20	6	4,95	10,32
Después	Gausiano	6	32	10	37,5	25,2

$C_0$ : Efecto Pepita;  $C_t$ : Meseta;  $A_0$ : Rango; GD: Grado de Dependencia; IDE: Índice de Dependencia Espacial.

### Krigeaje

A partir de los parámetros del semivariograma estimados mediante geoestadística clásica y mediante los parámetros de los modelos utilizados, se realizó la interpolación mediante Krigeaje puntual y se obtuvieron mapas de isorresistencia para

antes y después de la cosecha mecanizada (Figura 3).

En el caso del krigeaje antes de la cosecha se estiman valores de resistencia a la penetración superior a 2,5 MPa a partir de los 10 cm de profundidad, valor que provoca un impedimento mecánico para las raíces del cultivo y por ende en los rendimientos del mismo. Se observa que el efecto de la resistencia

a la penetración se manifiesta de forma heterogénea tanto de forma vertical a las diferentes profundidades estudiadas como en la horizontal en el transecto de 1,60 m, en el que tiende a aumentar en la parte central del transecto, que coincide con el área de camellón, con valores de RP que oscilan entre 3 y 4 MPa. Puede apreciarse también que la mayor resistencia a la penetración se encuentra en las profundidades intermedias, pues se encontró una disminución de dicho parámetro, después de los 0,30 m de profundidad. Lo que puede estar dado por el cambio de horizontes en el perfil del suelo, desde el horizonte A hacia el B, con un contenido de arcilla superior y, por ende, una mayor retención de agua en el suelo.

El krigeaje después de la cosecha mecanizada muestra valores de RP que van de 4-5 MPa en la mayor parte de terreno. Las capas compactadas están distribuidas homogéneamente a lo largo de todo el transecto. La resistencia a la penetración aumenta, a partir de los primeros 0,5 m de profundidad, principalmente en el centro del camellón. Al comparar los resultados obtenidos se aprecia que después del pase de la combinada cañera aumentan los valores de resistencia a la penetración y el espesor de las capas compactadas; lo que hace que los problemas de impedancia mecánica que afecta el desarrollo radicular del cultivo se manifiesten con más fuerza y más cercanos a la superficie.

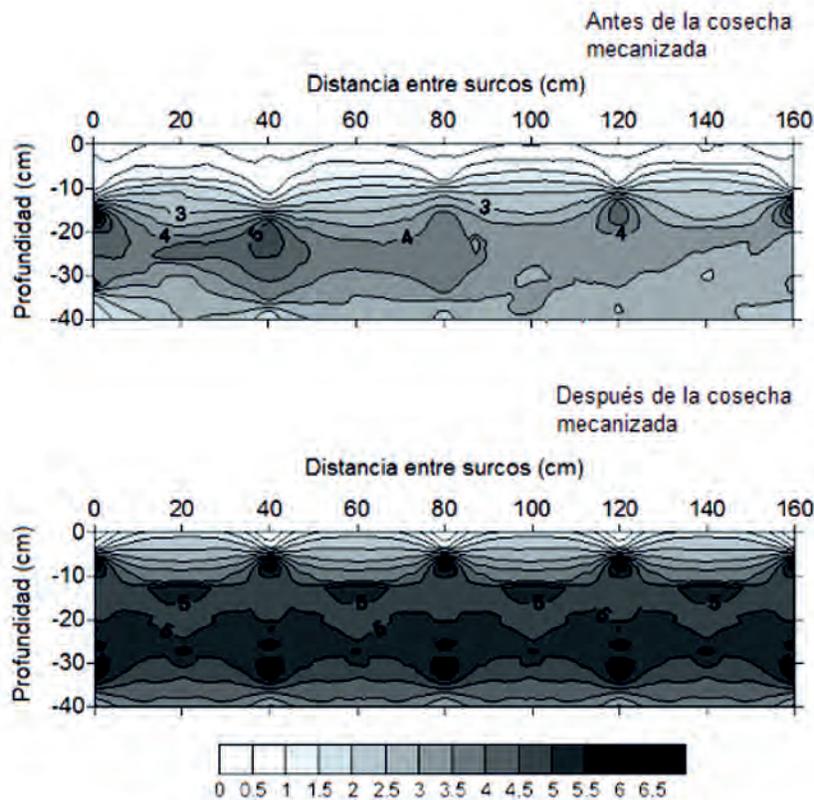


FIGURA 3. Mapas de isorresistencia (MPa).

La causa del aumento de la resistencia a la penetración en el centro del camellón está dada por ser la zona por donde transita con mayor frecuencia las ruedas de la maquinaria al realizar la cosecha, lo que coincide por lo planteado por Danfors (1994), donde expone que el desarrollo de condiciones físicas del suelo desfavorables es atribuido a diferentes factores, como el tráfico de vehículos durante las diferentes operaciones complementarias en el cultivo, la masa del tractor y los implementos agrícolas por unidad de área en contacto con el suelo agrícola; estas son las variables que tienen incidencia sobre el aumento de la resistencia a la penetración en diferentes horizontes del suelo.

## CONCLUSIONES

- Al comparar los resultados obtenidos se aprecia que después del pase de la combinada cañera aumentan los

valores de resistencia a la penetración y el espesor de las capas compactadas; lo que hace que los problemas de impedancia mecánica que afecta el desarrollo radicular del cultivo se manifiesten con más fuerza y más cercanos a la superficie.

- Antes de la cosecha mecanizada se obtuvieron valores de resistencia a la penetración que clasificaron como extremadamente bajos (6%) a muy altos (34,29%), los que aumentaron después del pase de la maquinaria con casos que clasificaron como muy altos (76,19%).
- Hubo una redistribución de las zonas de compactación, con el incremento de la resistencia a la penetración por debajo de los 0,10 m de profundidad y la aparición de una capa continua compactada, a los 0,30 m de profundidad, con valores superiores a los 5,5 MPa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARSHAD, M.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B.: "Physical tests for monitoring soil quality", *Methods for assessing soil quality*, ISSN-0891189440, (methodsforassess): 123-141, 1996.
- BOTTA, A.; DAINOTTI, A.; PESCAPÈ, A.: "Multi-protocol and multi-platform traffic generation and measurement", *INFOCOM 2007 Demo Session*, 2010, 2007.
- CAMBARDELLA, C.; MOORMAN, T.; PARKIN, T.; KARLEN, D.; NOVAK, J.; TURCO, R.; KONOPKA, A.: "Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils", *Soil science society of America journal*, ISSN-0361-5995, 58(5): 1501-1511, 1994.
- CAMPOS, M.S.; LÓPEZ, J.A.; SANTOS, G.; CADENA, Z.M.; CUERVO, R.N.; RAMÍREZ, F.G.: "Desarrollo de un penetrómetro integrado con tecnología GPS-RTK para la generación de mapas de resistencia a la penetración del suelo", *Terra Latinoamericana*, ISSN-0187-5779, 33(2): 119-128, 2015.
- CID, L.G.; HERRERA, P.J.; LÓPEZ, S.T.; GONZÁLEZ, R.F.: "Resultados de algunas investigaciones en suelos Vérticos de Cuba", *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN-2306-1545, E-ISSN: 2227-8761, 6(2): 51-56, 2016.
- DANFORS, B.: "Changes in subsoil porosity caused by heavy vehicles", *Soil and Tillage Research*, ISSN-0167-1987, 29(2-3): 135-144, 1994.
- FREIXA, B.; MONSERRAT, L.; SALAFRANCA, J.; GUÀRDIA, R.; FERRER, J.; TURBANY, J.: *Análisis exploratorio de datos: Nuevas técnicas estadísticas*, Ed. Pobligráfic S. A, ISBN-84-7665-179-1, Barcelona, España, 1992.
- GLENDELL, M.; GRANGER, S.J.; BOL, R.; BRAZIER, R.E.: "Quantifying the spatial variability of soil physical and chemical properties in relation to mitigation of diffuse water pollution", *Geoderma*, ISSN-0016-7061, 214: 25-41, 2014.
- HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, A.; LLANES HERNÁNDEZ, V.; LÓPEZ PÉREZ, D.; RODRÍGUEZ CABELLO, J.: "Características de vertisoles en áreas periféricas de La Habana", *Cultivos Tropicales*, ISSN-0258-5936, 35(4): 68-74, 2014.
- JARAMILLO, D.: "variabilidad espacial del suelo: Bases para su estudio", *Revista de la Facultad de Ciencias*, ISSN-2357-5549, 1(1): 73-87, 2012.
- JARAMILLO, D.; FLÓREZ, M.; PARRA, L.: "Caracterización de un andisol de la cuenca de la quebrada Piedras Blancas, Oriente Antioqueño Colombiano", *Suelos Ecuatoriales*, ISSN-0562-5351, 36(1): 61-71, 2006.
- MARTÍNEZ-RAMÍREZ, R.; GONZÁLEZ-CUETO, O.; BETANCOURT-RODRÍGUEZ, Y.; RODRÍGUEZ-OROZCO, M.; GUILLÉN-SOSA, S.: "Compactación y variación del perfil del cantero provocado por la cosechadora CASE IH A8800 en suelos húmedos", *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN-2306-1545, E-ISSN: 2227-8761, 7(3): 30-35, 2017.
- MONROY-RODRÍGUEZ, F.L.; ÁLVAREZ-HERRERA, J.G.; ALVARADO-SANABRIA, Ó.H.: "Distribución espacial de algunas propiedades físicas del suelo en un transecto de la granja Tinguavita, Paipa", *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, ISSN-0123-4226, 20(1): 91-100, 2017.
- NACCI, S.; PLA, S.: "Estudio de resistencia a la penetración de los suelos con técnicas y equipos desarrollados en el país para evaluar propiedades físicas de los suelos", *Revista Agronomía Tropical*, ISSN-0002-192X, 42(1-2): 115-132, 1991.
- NAWAZ, M.F.; BOURRIE, G.; TROLARD, F.: "Soil compaction impact and modelling. A review", *Agronomy for sustainable development*, ISSN-1774-0746, 33(2): 291-309, 2013.
- SEIDEL, E.; OLIVEIRA, M.A.: "Classification for geostatistical index of spacial dependence", *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, ISSN-0100-0683, (40): 1-10, 2016.
- SHEN, Q.; GAO, G.; HU, W.; FU, B.: "Spatial-temporal variability of soil water content in a cropland-shelterbelt-desert site in an arid inland river basin of Northwest China", *Journal of Hydrology*, ISSN-0022-1694, 540: 873-885, 2016.
- STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI, V.: "Recomendação para uso do penetrómetro de impacto medelo IAA/planasucar-Stolf", *Revista Açúcar, Alcohol e Subproductos*, ISSN-0138-6204, (1): 235-241, 1983.
- STOLF, R.; HIROSHI MURAKAMI, J.; BRUGNARO, C.; SILVA, L.G.; FERREIRA DA SILVA, L.C.; CORREIA MARGARIDO, L.A.: "Penetrómetro de impacto stolf-programa computacional de dados em EXCEL-VBA", *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, ISSN-0100-0683, 38(3), 2014.
- TASUMI, M.; KIMURA, R.: "Estimation of volumetric soil water content over the Liudaogou river basin of the Loess Plateau using the SWEST method with spatial and temporal variability", *Agricultural water management*, ISSN-0378-3774, 118: 22-28, 2013.
- WILSON, M.; CERANA, J.: "Mediciones físicas en suelos con características vérticas", *Revista Científica Agropecuaria*, ISSN-0329-3602, (8): 11-22, 2004.

---

Roberto Alejandro García Reyes, Prof. e Inv. Universidad de Holguín. Sede José de la Luz y Caballero, Facultad de Ciencias Naturales y Agropecuarias, Departamento de Ciencias Agropecuarias, Ave. de los Libertadores no. 287, Holguín, Cuba, Tel: 2448 2112, correo electrónico: [rgarciar@fca.uho.edu.cu](mailto:rgarciar@fca.uho.edu.cu)

Juan Alejandro Villazón Gómez, correo electrónico: [villazon@faca.uho.edu.cu](mailto:villazon@faca.uho.edu.cu)

Alfredo Martín Morales Menéndez, correo electrónico: [rgarciar@fca.uho.edu.cu](mailto:rgarciar@fca.uho.edu.cu)

Elianne Velázquez Sánchez, correo electrónico: [rgarciar@fca.uho.edu.cu](mailto:rgarciar@fca.uho.edu.cu)

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

BOTTA, Alessio; DAINOTTI, Alberto; PESCAPÈ, Antonio. Multi-protocol and multi-platform traffic generation and measurement. *INFOCOM 2007 Demo Session*, 2007, vol. 2010.

Glendell, M., Granger, S. J., Bol, R., & Brazier, R. E. (2014). Quantifying the spatial variability of soil physical and chemical properties in relation to mitigation of diffuse water pollution. *Geoderma*, 214, 25-41.