

X Congreso sobre Uso y Manejo del Suelo (UMS 2020)

A Coruña (España), 16-18 Noviembre 2020

ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA RESISTENCIA DE PENETRACIÓN EN UN VERTISOL PÉLICO DE LA CUENCA DEL RÍO CAUTO. HOLGUIN. CUBA

R.C. Núñez¹, J.A. Villazon², R.A. García.

¹ Universidad de Holguín. Agramonte 30 entre Paz y 10 de Octubre. Reparto Vista Alegre. Holguín. Cuba. munez@uho.edu.cu

² Universidad de Holguín. Agramonte 30 entre Paz y 10 de Octubre. Reparto Vista Alegre. Holguín. Cuba. villazon@uho.edu.cu

³ Universidad de Holguín. Agramonte 30 entre Paz y 10 de Octubre. Reparto Vista Alegre. Holguín. Cuba. rgarcia@uho.edu.cu

INTRODUCCION

La degradación de los suelos, como resultado histórico del ineficiente uso y manejo de las tierras, es la causa fundamental de la desertificación en el país, la cual, combinada con los ambientes secos y sub- húmedos secos, han originado que del área total de tierras, 14,1% esté afectada por la salinidad; 23,9% por la erosión; en 14,5% actúan ambos factores a la vez y 7,7% presenta degradación de la cubierta vegetal.

Las áreas afectadas, así como la intensidad de la degradación, pudieran llegar a incrementarse, con la consiguiente disminución y reducción de la producción alimentaria, estimándose que de no detenerse el desarrollo de estos procesos, la tendencia al incremento en los próximos 15 años, pudiera alcanzar hasta un 49.4 % de los suelos afectados por diferentes procesos provocados por la degradación.

La compactación es uno de los problemas que más afectan las áreas dedicadas a la agricultura en Cuba y este fenómeno se ha hecho extensivo a todas las provincias de territorio nacional en mayor o menor grado, además de ser unos de los más estudiados por científicos en el mundo, aunque su campo no ha sido totalmente explorado y existen grandes tendencias a continuar sus estudios en cada una de las localidades afectadas debido a su variable comportamiento.

Holguín no esta exenta de esta situación que es preocupante para el mundo y el país, más del 94% de los suelos dedicados a la agricultura presentan algún tipo de degradación provocado por los diferentes factores tanto humanos como climáticos lo que conlleva a los bajos rendimientos de los cultivos en las áreas productivas de la provincia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones se desarrollaron en la localidad de "Antonio Maceo" ubicada en la cuenca del río Cauto.

Para el desarrollo de las investigaciones se seleccionaron tres áreas, de manera que su ubicación geográfica fuera representativa. Cada área cuenta con la extensión de una hectárea, las mismas presentan un *Vertisol pélico* con características similares, estas fueron explotadas por el monocultivo de la caña de azúcar por más de cuatro décadas.

Área 1. Cultivada por el monocultivo de caña de azúcar, las cosechas en los últimos 10 años fueron mecanizadas, realizándole las labores culturales establecidas después de cada cosecha.

Área 2. Estuvo sembrada de caña de azúcar, en los momentos actuales en Barbecho por más de 5 años y dedicada al pastoreo intensivo.

Área 3. Estuvo sembrada de caña de azúcar, dejándose en barbecho y actualmente sembrada de *Musa paradisiaca* (plátano vianda).

Esta área estuvo explotada por el cultivo de la caña de azúcar por más de cuatro décadas, demoliéndose en el año 2015 al realizarle la última cosecha, se mantuvo en barbecho (reposo) hasta junio del 2018, mes en que se preparó el suelo de forma convencional para la siembra del cultivo plátano vianda.

Diseño de la red de muestreo

La red de muestreo usada en la investigación, que se presenta en la Figura 1, corresponde al diseño de Muestreo Aleatorio Sistemático o en rejilla de celdas cuadradas (puntos de muestreo en el medio de las celdas).



Figura 1.- Diseño de la red de muestreo.

Toma de muestra

Se formaron cuadrículas de 20 m², para las mediciones se utilizó una cinta métrica de 50 metros de largo, seleccionándose 16 puntos por hectárea y 48 puntos para las tres áreas. En cada punto se tomaron cinco muestras de suelos a intervalos de 10 cm hasta la profundidad de 50 cm, para un total de 80 muestras por ha y 240 muestras en las tres áreas.

Medición de la resistencia del suelo a la penetración

La variable experimental que se utilizó para evaluar la compactación fue la Resistencia a la penetración (RP). La misma se determinó con el penetrómetro de impacto, formado por un asta graduada en centímetros, un cono en la punta del asta, y un peso de recorrido constante (1 Kg) para provocar la penetración de la misma, con principio de medición de profundidad por impacto.

Se tomaron datos en las distintas áreas (tratamientos), hasta los 50 cm de profundidad del perfil. Como variable dependiente de la resistencia a la penetración se determinó la humedad del suelo, y las propiedades químicas en cada punto de medición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Variabilidad espacial

1.- Área de caña de azúcar

En los mapas de la Figura 2 se representa la distribución espacial de la resistencia de penetración en las distintas profundidades muestreadas. Teniendo en cuenta los resultados se observa la heterogeneidad que existe entre los diferentes niveles de compactación en cada una de las profundidades estudiadas, apreciándose en la profundidad de 0-10 cm que existe una alta distribución espacial de las zonas con mayor compactación, esto puede estar influenciado por el efecto de la mecanización, es decir cosecha, las pasadas de los implementos, peso y patinaje de la maquinaria para realizar las diferentes labores de cultivo; estos resultados se corroboran con los obtenidos por Taylor y Gill (1984), donde plantean que la principal fuente de compactación es el tráfico vehicular, el cual puede causar, de acuerdo con Jorajuría (1996), disminución del espacio poroso, menor capacidad para retener agua y una mayor impedancia para el desarrollo radicular.

Smith y Dickson (1990), indicaron que la compactación de las capas superficiales está influenciada principalmente por la presión superficial en la zona de contacto rueda-suelo, mientras que la compactación subsuperficial está directamente influenciada por el peso

Al respecto, Hakansson y Danfors (1988), determinaron que cargas mayores de 60 kN por eje, u 80 a 100 kN para ejes en tandem, provocarían compactación a profundidades superiores a los 400 mm. Sin embargo, la compactación subsuperficial depende no solo del peso del vehículo sino también del número de pases que se efectúe (Jorajuría y Draghi, 1997). Gameda *et al.*, (1987) indicaron que la compactación en los horizontes superficiales de suelos agrícolas estuvo más fuertemente emparentada con el número de pases que con la presión de contacto ejercida.

En las profundidades de 10 cm hasta 40 cm aparecen mayores zonas espaciadas con diferentes niveles de compactación, aunque no dejan de ser representadas zonas con altos niveles, lo que queda demostrado por las diferentes intensidades de los colores que la representan. A partir de esta profundidad y hasta los 50 cm se aprecia un incremento de las zonas de mayor compactación; este resultado puede estar vinculado con lo planteado por Hernández, (1999) cuando expresa que los suelos Vertisoles pueden sufrir niveles de compactación en las capas superficiales que están influenciadas por factores externos y las capas inferiores pueden sufrir niveles de compactación de forma natural debido a su formación y a los altos niveles de arcillas que poseen. En la representación de la RP en cada gráfica teniendo en cuenta la leyenda se observa que los rangos en que se mueve la resistencia de compactación bajo caña de azúcar oscilan de medianamente resistente a fuertemente resistente (1–10 Mpa), lo que evidencia que las labores de cultivo después del corte mecanizado no fue adecuado para realizar una descompactación uniforme.

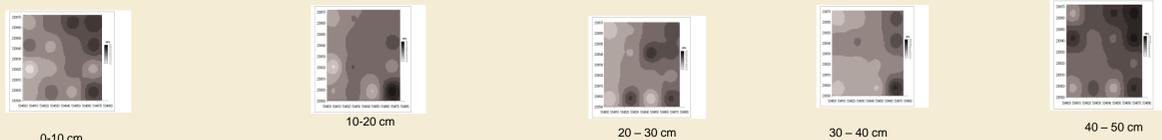


Figura 2.- Mapas de variabilidad de Rp en el área de caña de azúcar

2.- Área en barbecho.

En la Figura 3 se representa la distribución espacial de la resistencia de penetración en las distintas camadas muestreadas en el suelo en barbecho.

En los mapas se observa la variabilidad que existe en la interpolación espacial de la Resistencia de Penetración (RP) en esta área, predominando los colores menos intensos en los primeros 10 cm, intensificándose hasta los 20cm, sin embargo se nota que comienzan aclararse los colores nuevamente a partir de esta profundidad hasta los 40 cm, intensificándose nuevamente hasta los 50 cm.

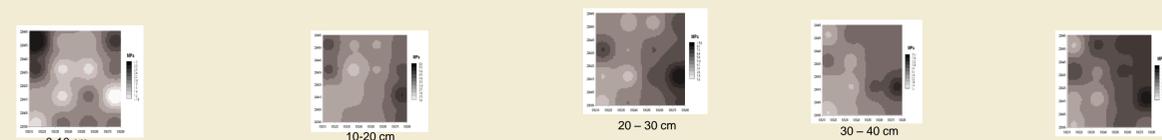


Figura 2.- Mapas de variabilidad de Rp en el área en barbecho.

Si se analizan detenidamente las áreas que reflejan los mayores valores de compactación mantienen una inestabilidad, pasando de colores menos intensos a más intensos y viceversa, no siendo así para las áreas de los colores menos intensos que reflejan una menor compactación donde se van intensificando hasta pasar a colores que representan valores de extrema compactación.

Analizando los registros del área, estos reflejan también el hecho de que ha sido utilizada para el pastoreo libre intensivo de ganado vacuno tres años después de su demolición, Cquendo, (2002) en estudios realizados sobre el fomento y explotación de los pastos manifiesta que las áreas dedicadas a este cultivo deben ser divididas en cuarterones, para no provocar un exceso de carga animal y afectar el desarrollo de los pastos, si se maneja este se puede deducir que, aunque estas áreas no hayan sido explotadas por la mecanización después de demolidas, al ser destinadas a un pastoreo libre intensivo, sin conocer la carga a que está sometida, puede provocar un alto grado de compactación, justificando que la disminución de la misma a partir de los 25cm está dado a que el peso de los animales no provoca una fuerte compactación a esa profundidad, y si puede estar asociado a la compactación que estos suelos están propensos de forma natural; además la variabilidad puede estar dada, también, por una vegetación que surgió de modo espontáneo y se encuentra distribuida heterogéneamente, provocando que los animales se concentren en las áreas de mejores condiciones para pastar, así como al paso de otros animales y equipos que atraviesan las áreas para su traslado de lugar, todos estos fenómenos pueden haber influido en los altos niveles de variabilidad espacial de la RP.

Al corroborar los resultados alcanzados en las investigaciones con otros autores estudiosos de la temática como Lima, (2004) cuando explica que los determinados grados de compactación que presentan los suelos en sus diferentes niveles es debido a que han estado sometidos a determinadas presiones externas, que pueden ser causadas por el paso de las máquinas agrícolas, equipos de transporte o paso de los animales

Otros autores como Bertoni *et al.*, (1990) en investigaciones realizadas sobre esta temática manifiestan que los pastos son buenas coberturas para los suelos, sin embargo un incorrecto manejo de los mismos como: poca o ninguna fertilización, un pastoreo excesivo, provocan un aumento en la densidad del suelo y una reducción de la macroporosidad debido a una pérdida de la capacidad de generación del pasto natural escaseando la cobertura del suelo, culminando en una compactación del suelo por el pisoteo de los animales.

Con los resultados de estas investigaciones queda demostrado el efecto del pastoreo intensivo y el uso de los diferentes implementos agrícolas sobre los diferentes niveles de compactación en el suelo.

Por el indiscriminado pastoreo intensivo a que está sometida el área, esto conlleva a que existan diferentes niveles de compactación y una distribución heterogénea en la misma capa muestreada, así como en diferentes profundidades, influyendo de forma directa en el desarrollo de los pastos y a su vez en las diferentes propiedades del suelo, conduciendo en un futuro, que puede ser de mediano a largo plazo, a un deterioro de este agroecosistema no sólo en el desarrollo de pastizales para la alimentación animal, sino, en el establecimiento y desarrollo de cultivos que se precisen establecer para la producción de alimentos, por lo que urge la elaboración de estrategias tecnológicas de forma inmediata para el manejo y conservación de los mismos.

3.- Área de reconversión

En los mapas siguientes (Figura 3) se representa la distribución espacial de la resistencia a la penetración en las distintas camadas muestreadas en el suelo para las parcelas que representan etapa de reconversión. En primer lugar se observa la alta heterogeneidad que existe en las diferentes camadas muestreadas en cuanto a los niveles de Resistencia de Penetración (RP), sin embargo la mayor variabilidad espacial se encuentra entre 0-10 cm, ya que la distribución de los colores demuestra que a partir de los 10 cm se forman capas más homogéneas hasta los 40 cm de profundidad, a partir de donde se incrementa nuevamente la variabilidad espacial, aunque la escala de colores representa que en todas las camadas los valores de la RP son altos (2-9 Mpa).

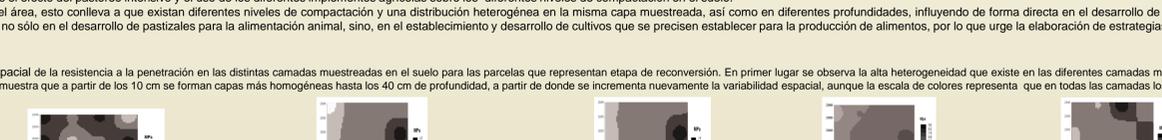


Figura 3.- Mapas de variabilidad de Rp en el área en reconversión.

CONCLUSIONES.

Existió una alta variabilidad de la compactación en todas las áreas donde se desarrollaron las investigaciones.

En las áreas dedicadas a los cultivos no se cumplió con la disciplina tecnológica, debido a que la preparación del suelo no cumplía con las exigencias de los cultivos.

Según Hernández, (1999), hay que tener en cuenta que los Vertisoles presentan altos niveles de arcillas (más de un 40%), y que esto permite que se compacten fácilmente, tanto influenciado por fuerzas externas como de forma natural, en las sucesivas fases de humectación-desecación.

Las representaciones de los mapas, demuestran a simple vista que no ha existido una adecuada preparación del suelo para la siembra del plátano, ya que para el establecimiento de cualquier cultivo los suelos deben ser descompactados de forma uniforme tanto en el largo y el ancho del área como en las distintas profundidades en las que se realicen las labores, permitiendo que exista una adecuada aireación y percolación del agua para que los elementos nutritivos puedan ser absorbidos por las plantas (Cairo 1983).

Thomasson, (1978) y Erickson, (1982) manifiestan que uno de los elementos fundamentales para el desarrollo de los cultivos es la macro y microporosidad que están directamente relacionadas con la difusión de oxígeno en el suelo para las raíces, y que éstas determinan la capacidad de aireación del suelo, por tales motivos la preparación de un suelo debe estar dirigida a realizar una adecuada descompactación.

En trabajos realizados por los mismos autores demostraron que valores de porosidad de aireación por debajo del 10-15% son, generalmente considerados como restrictivos para el crecimiento de las plantas y la productividad en la mayoría de los cultivos.

BIBLIOGRAFIA.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. (1990). Conservação do solo. São Paulo: Ícone. 355p. Brasil.

ERICKSON, A.E. (1982). Tillage effects on soil aeration. In: VAN DOREN, D.M. et al. (Ed.) Predicting tillage effects on soil physical properties and processes. Madison: ASA, cap. 6, p. 91-104.

GAMEDA, S.; RAGHAVAN, G.S.V.; MC KYES, E.; THÉRIAULT, R. (1987) Subsoil compaction in a clay soil. I. Cumulative effects. Soil and Tillage Research, Amsterdam, v.10, p.113-122.

HAKANSSON, I.; VOORHEES, W.R.; RILEY, H. (1988). Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes. Soil and Tillage Research, Amsterdam, v.11, p.239-282.

HERNÁNDEZ, A.; PÉREZ, J. M.; BOSCH, D.; RIVERO, L. (1999). Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Inst. Suelos, AGRINFOR, Ciudad Habana, 64p.

JORAJURÍA, D. (1996).El tráfico vehicular, la compactación y la sostenibilidad de la producción de madera. In: Actas del Primer Seminario de Actualización en Sistemas de Cosecha y Transporte Forestal, Eldorado. p.45-50.

JORAJURÍA, D.; DRAGHI, L. (1997). The distribution of soil compaction with depth and the response of a perennial forage crop. Journal of Agricultural Engineering Research, London, v. 66, p.261-265.

LIMA, C.L.R. (2004). Compressibilidade de solos versus intensidade de tráfego em um pomar de laranja e pisoteio animal em pastagem irrigada. 70p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

COQUEUDO, G.L. (2002). Fomento y explotación de pastos y forrajes. Proyecto (DWHH: LA1077ZZAK 1001-01). Agro Acción Alemana, BMZ, ACPA.

SMITH, D.; DICKSON, J. (1990). Contributions of vehicle weight and ground pressure to soil compaction. Journal of Agricultural Engineering Research, London, v.46,n.1, p.13-29.

TAYLOR, J.; GILL, W. (1984). Soil compaction: State-of-art report. Journal of Terramechanics, Oxford, v.21, n.3, p.195-213.

THOMASSON, A.J. (1978). Towards an objective classification of soil structure. J. Soil Sci., Oxford, v. 29, p. 38-46.