

SUELO

ARTÍCULO ORIGINAL

Actualización del agrupamiento agroproductivo de suelos plantados con caña de azúcar, región occidental de Cuba

Update of agroproductive grouping of soils planted with sugarcane at the western-center region of Cuba

M.Sc. Yudith Viñas-Quintero, M.Sc. Ledyá Benítez-Puig, Ing. Isaías Machado-Contreras, M.Sc. Libia Bouzo-Almeida, Dr.C. Javier Arcia-Porrúa, Ing. Rafael Marín-Mazorra, Dra.C. Maribel González-Hidalgo, MSc. Bárbara Barreto-Pérez
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. Con el objetivo de actualizar el Agrupamiento Agroproductivo de suelos en las áreas cañeras de la Unidad Empresarial de Base 30 de Noviembre de la provincia Artemisa, se utilizó el estudio del Potencial Agroproductivo de los Suelos, que tuvo en cuenta la actualización de la Evaluación de las Tierras realizada en el año 2001 por el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, ajustada a la cartografía actual de la empresa y a los factores limitativos de la producción. La información edafológica empleada procedió de los perfiles de suelo asociados al Mapa Nacional de Suelos, escala 1:25 000. Para manipular la base cartográfica se utilizó el Sistema de Información Geográfica Mapinfo 8.0, donde se interpolaron variables químicas para conseguir mayor variabilidad en los datos. La información fue procesada con el uso del paquete Statistica v. 8.0. El empleo de árboles de decisiones permitió discriminar los agrupamientos de suelos presentes en la UEB, por lo que esta actualización corroboró su vigencia.

Palabras clave: caña de azúcar, árboles de decisiones, sistema de información geográfica

ABSTRACT. With the objective to update the grouping of the soils planted with sugarcane at the sugar mill “30 de Noviembre” of the Artemisa province, it was used the Agroproductive Soil Potentials study, taking into consideration the update of land evaluation carried out in 2001 by the INICA, adjusted to the current cartography of the sugar mill and the soil limiting factors. The information of the soil was taken from the soil profiles associated to the soil map at 1:25000 scale. The cartographic base was processed with the Geographic Information System Mapinfo 8.0 in order to obtain a great data variability. The information was processed with help of the program Statistica version 8.0. The use of decision trees permitted to discriminate the groups of soils in the sugar mill, corroborating the validity of this actualization.

Keywords: sugarcane, decision trees, geographic information system.

INTRODUCCIÓN

El suelo constituye el fundamento de los ecosistemas terrestres, sustento no solamente de las coberturas vegetales que hacen posible la vida sobre el planeta, sino base fundamental de la producción de alimentos en el mundo. Por otro lado, es una fuente permanente de conflictos sociales derivados de su propiedad y de su utilización, en tanto que es uno de los principales factores de producción, dispensador de rentas y medio de alcanzar otras gratificaciones sociales de acceso privado o público (Siccard, 2014).

En los cultivos juega un rol muy importante el área, el uso de la tierra según su potencial productivo y la organización y conservación del recurso suelo, para el logro de altos rendimientos agrícolas.

La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permite construir una cultura de análisis con referencia geográfica, principio fundamental para el desarrollo sostenible. Los SIG han sido ampliamente usados para la evaluación de la productividad de áreas plantadas con caña de azúcar. Viñas

et al., 2012 utilizaron esta potente herramienta para el manejo integral del cultivo de la caña de azúcar en Ecuador.

Balmaseda *et al.*, (1999)¹ realizaron en Cuba, la primera aplicación en plantaciones cañeras, con beneficios para manejar amplios volúmenes de información agrícola. Lamelas *et al.*, (2013) emplearon este sistema para la planificación de la operación y manejo de los recursos hídricos en la empresa Héctor Molina, perteneciente a la provincia Mayabeque.

La caña de azúcar en Cuba se encuentra plantada en una diversidad considerable de suelos que abarca los diez agrupamientos agroproductivos. En ellos se asocian los suelos según sus propiedades físico-químicas, procesos de formación principal y factores limitantes, lo que facilita el manejo de un número menor de variantes edafológicas. Sin embargo, después de 28 años del valioso uso de este agrupamiento, con nueva información edáfica, climática y elementos brindados por diferentes resultados de investigación, es necesario recurrir a una actualización.

De acuerdo con lo dicho anteriormente, el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) se ha

propuesto actualizar los diferentes grupos agroproductivos de suelo, siendo el objetivo del trabajo comenzar por la Unidad Empresarial de Base (UEB) 30 de Noviembre, en la provincia Artemisa.

MÉTODOS

Para la realización del trabajo se tomó el estudio del *Potencial Agroproductivo de los Suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar en la UEB 30 de Noviembre* (INICA, 2013)², que tuvo en cuenta la evaluación de tierras realizada por el INICA en el año 2001, ajustada a la cartografía actual y los factores limitantes por tipo de suelo de la UEB.

Para esta investigación se empleó el SIG Mapinfo 8.0, el catastro cañero 1:10 000 de la UEB 30 de Noviembre y el mapa Nacional de Suelos, escala 1:25 000 del Ministerio de la Agricultura (Instituto de Suelos, 1979) con los perfiles asociados al mismo, que sirvieron de base para la obtención de la información edafológica. La ubicación de la UEB se muestra en la Figura 1.

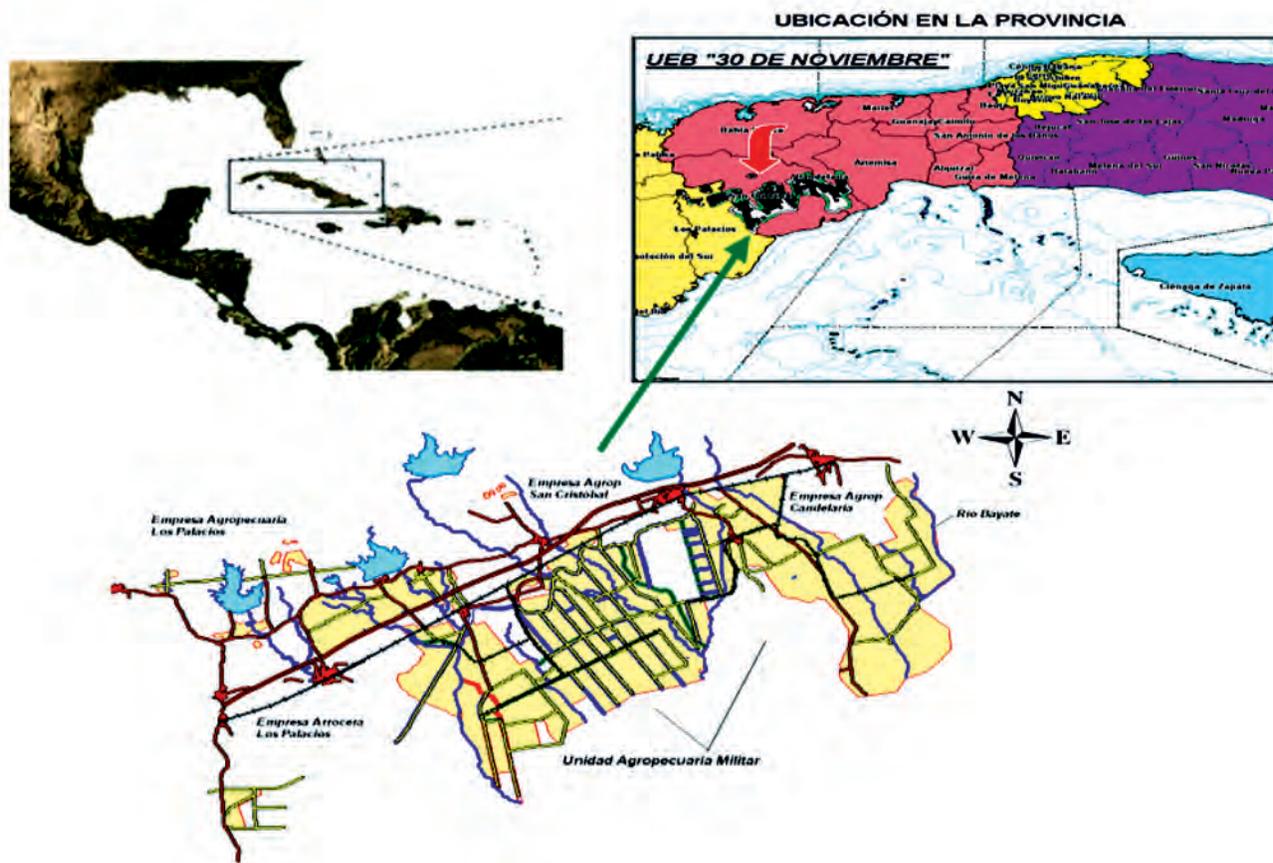


FIGURA 1. Localización espacial de la UEB 30 de Noviembre, en la provincia de Artemisa.

La evaluación de los perfiles correspondientes a los experimentos de la red experimental del INICA y los resultados de los rendimientos agrícolas del cultivo de la caña de azúcar, obtenidos en las UEB en los últimos diez años, relacionados con las características de los suelos presentes en la misma, fueron considerados para conocer la influencia de los factores edáficos vinculados

¹ Balmaseda, C, Ponce de León, D. y Segre, S.: Modelo de datos del SIG para la agricultura cañera, 26pp., Estudio de caso del CAI Patria o Muerte. 1999.

² INICA. Potencial agroproductivo de los suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar en Cuba. Informe final de proyecto, La Habana, Cuba, 2 013.

con el rendimiento agrícola del cultivo. Las variables químicas analizadas para la caracterización de los grupos agroproductivos fueron la materia orgánica del suelo (MOS) (Walkley y Black, 1934) y el pH en KCl (relación 1:2.5 suelo: solución).

Los datos se procesaron con el uso del paquete estadístico Statistica v. 8.0. Se comprobó la normalidad de los mismos mediante la prueba de Shapiro Wilks W. Para la comparación de medias se realizó análisis de varianza y técnicas multivariadas exploratorias para conocer los factores más influyentes sobre la variable estudiada (discriminante) a 5% de probabilidad de error y pruebas no paramétricas donde los datos carecieron de normalidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la UEB *30 de Noviembre*, la caña de azúcar se encuentra plantada en una diversidad considerable de suelos que abarca siete agrupamientos agroproductivos de los diez utilizados para el cultivo en Cuba (Ascanio y Sulroca, 1986)³. Sus principales características, de acuerdo con las diferentes clasificaciones, se describen a continuación:

Gleyzados Ferralíticos. Conformados por suelos Gley Ferralíticos, según Mapa de suelo 1:25 000 del MINAG (Instituto de Suelos, 1979)⁴; Agrupamiento Hidromórfico (Hernández *et al.*, 1999) y con el Tipo Hidromórfico Antrópico (Soil Survey Staff, 1992). Características distintivas. Coloración pardo oscura a pardo grisáceo o gris con manchas amarillentas para dar paso a un gris amarillento y rojizo, textura arcillosa, estructura de bloques pequeños, cúbica grande (en el horizonte gley masiva), se ubican en partes bajas y limítrofes con las costas, generalmente poco profundos, suelos de reacción ácida, MOS con valores de 3 a 3,5%, con un descenso brusco al aparecer la capa u horizonte gley, drenaje interno y externo deficientes, varía en dependencia del lugar, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) oscila entre 20 y 30 cmol(+)/kg. Sus principales factores edáficos limitativos son hidromorfia, riesgo de salinización, deficiencia de calcio y poca profundidad efectiva. Representan 41,9% del área cultivada con caña de azúcar en la UEB *30 de Noviembre*.

Aluviales. Conformados por suelos Aluviales, según Mapa de suelo 1:25 000 del MINAG (Instituto de Suelos, 1979)⁴; Agrupamiento Fluvisol (Hernández *et al.*, 1999) y con el Orden Entisoles (Soil Survey Staff, 1992). Características distintivas. Coloración desde pardo oscuro a pardo grisáceo en superficie, textura arcillosa, alta capacidad productiva que permite un desarrollo óptimo del cultivo de la caña, ubicados en topografía llana, generalmente profundos, con contenidos de MOS relativamente altos entre 3 y 4%, buen drenaje interno y superficial, con disminución variable en profundidad, saturación por base superior a 70%, con predominio del calcio. En ocasiones por la posición que ocupan y la exposición a inundaciones y la gleyzación por drenaje deficiente, limitan el desarrollo del cultivo. Representan 32,6% del área cultivada en la UEB *30 de Noviembre*.

Ferralíticos Cuarcíticos. Conformados por suelos Ferralítico Cuarcítico y Gley amarillento cuarcítico según Mapa de suelo

1:25 000 del MINAG (Instituto de Suelos, 1979)⁴ y se corresponde con el Agrupamiento Ferralítico (Hernández *et al.*, 1999) y con el Orden Alfisol o Ustisol (Soil Survey Staff, 1992). Características distintivas. Coloración en superficie pardo grisáceo a gris y amarillo rojizo en profundidad, según condición de drenaje interno, textura ligera en la superficie y arcillosos a mayor profundidad, poco profundos, suelos de reacción ácida, MOS entre 2 y 3%, la CIC no excede de 4 a 6 cmol(+)/kg, elevado concrecionamiento, frecuente en el límite de la capa superficial con la subyacente, asociado a fragmentos de lateritas, en ocasiones corazas. Los principales factores limitativos son hidromorfía, severo déficit de humedad y baja capacidad productiva que afecta el desarrollo del cultivo. Representan 13,2% del área cultivada con caña de azúcar en la UEB *30 de Noviembre*.

Ferralíticos Cálcidos. Conformados por suelos Ferralítico Rojo y Ferralítico Amarillento según Mapa de suelo 1:25 000 del MINAG (Instituto de Suelos, 1979)⁴, se corresponde con el Agrupamiento Ferralítico (Hernández *et al.*, 1999) y con los Órdenes Oxisol o Inceptisol (Soil Survey Staff, 1992), en dependencia del valor de la CIC. Características distintivas. Color rojo o amarillento en función del drenaje, textura arcillosa, buena estructura, topografía predominantemente llana, profundos, suelos con reacción cercana a la neutralidad en los subtipos rojos y compactados, los amarillentos ligeramente ácidos, MOS entre 2 y 4%, CIC entre 10 y 20 cmol(+)/kg. Entre sus factores limitativos están la tendencia a una fuerte compactación en estado seco, baja retención de humedad por la presencia de la arcilla del tipo 1:1, concrecionamiento y pedregosidad. Representan 4,0% del área cultivada con caña de azúcar en la UEB *30 de Noviembre*.

Vertisuelos. Conformados por suelos Oscuros plásticos gleyzados y Oscuros plásticos no gleyzados, según Mapa de suelo 1:25 000 del MINAG, que se correlaciona con el Agrupamiento Vertisol (Hernández *et al.*, 1999) y con el Orden Vertisol (Soil Survey Staff, 1992). Características distintivas. Coloración casi negra, gris amarillento, textura arcillosa, estructura de bloques prismáticos y caras de deslizamiento, topografía llana, generalmente baja, reacción del suelo muestra valores de pH desde 7,0 hasta más de 8, en la parte superficial del perfil, presencia de relieve gilgai, índice de diagnóstico para estos suelos, aparecen grietas en los primeros 50 cm de profundidad, MOS 3%, que disminuye a través del perfil, drenaje muy deficiente, la CIC es superior a 40 cmol(+)/kg, proporción de bases muy variable, se contraen en seco y se compactan, lo que le infiere al suelo un estado físico que impide el crecimiento y desarrollo del cultivo, disminuyen su capacidad productiva e incrementan costos en control de los problemas de drenaje, hidromorfía y riesgos de salinización. Representan 2,4% del área cultivada con caña en la UEB *30 de Noviembre*.

Sialíticos Cálcidos. Conformados por suelos Pardos con Carbonatos y Húmicos Carbonáticos según Mapa de suelo 1:25 000 del MINAG (Instituto de Suelos, 1979); Agrupamiento Pardo Sialítico (Hernández *et al.*, 1999) y Orden Inceptisol (Soil Survey Staff, 1992). Características distintivas. Coloración pardo, textura limo-arcillosa, estructura granular, topografía ondulada a ligeramente alomada, de medio a poco profundos, con pH neutro, MOS de 3% en el primer horizonte, drenaje superficial e interno buenos, salvo aquellos que

³ Ascanio, O. y Sulroca, F. *Nuevo Agrupamiento Agroproductivo de los suelos cañeros de Cuba*, En archivos Dpto. Suelo y Agroquímica, INICA, MINAZ. 1986.

⁴ Instituto de Suelos. Clasificación genética de los suelos de Cuba 1979. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana, 1979.

marcan transición hacia los Vertisuelos, alta CIC en el entorno de 40 cmol (+)/kg para el horizonte húmico acumulativo. Sus principales factores edáficos limitativos son la erosión, la poca profundidad efectiva e hidromorfía en zonas más bajas. Representan 2,3% del área cultivada con caña de azúcar en la UEB 30 de Noviembre.

Fersialitizados Cálcicos. Conformados por suelos Fersialíticos según Mapa de suelo 1:25 000 del MINAG (Instituto de Suelos, 1979) y Orden Inceptisol (Soil Survey Staff, 1992). Características distintivas. Coloración rojo a pardo-rojizo, textura arcilla franca o ligera, de poco a mediana profundidad, reacción neutra a ligeramente alcalina, MOS de 2 a 4%, buen drenaje, CIC entre 25 y 40 cmol (+)/kg. Limitan estos suelos la presencia frecuente de alta pedregosidad, con afloramientos rocosos, poca profundidad efectiva y procesos erosivos. Representan 2,0% del área cultivada con caña en la UEB 30 de Noviembre.

A partir de los resultados de los análisis estadísticos realizados, los siete grupos de suelo existentes en la UEB 30 de Noviembre se agruparon adecuadamente por tipo de suelo.

En la Tabla 1 se observa la matriz de clasificación obtenida mediante análisis discriminante, incluyendo los rendimientos por cepa, donde cada grupo de suelos estuvo representado por un valor superior a 90%, llegando a 100% en el caso de los Ferralitizados Cuarácicos, de manera que se demuestra la correcta validez de la clasificación del agrupamiento de suelos existente en la UEB.

Estos grupos se corresponden con los Ferralitizados Cálcicos, Ferralitizados Cuarácicos, Fersialitizados Cálcicos, Sialitizados Cálcicos, Vertisuelos, Gleyzados Ferralitizados y Aluviales. El análisis de los resultados permitió comprobar la vigencia del agrupamiento agroproductivo de los suelos utilizado por la UEB 30 de Noviembre en el cultivo de la caña de azúcar.

TABLA 1. Matriz de clasificación en el agrupamiento de suelos incluyendo los rendimientos por cepa

Grupo Asignado	n	Grupo estimado						
		1	3	4	5	7	9	10
		%						
1	116	93,97	0,29	0	0,00	0,00	0,00	0,00
3	346	0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	44	1,72	0,58	90,91	0,00	0,00	0,00	0,00
5	67	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00	0,00
7	56	0,00	0,00	0,00	0,00	98,91	0,00	0,44
9	650	0,00	2,02	4,82	0,00	0,00	98,91	1,89
10	588	0,00	4,62	0,00	0,00	1,72	0,55	96,95
Total	1867	116,00	346,00	44,00	67,00	56,00	650,00	588,00

Leyenda: 1 es Ferralitizados Cálcicos; 3 es Ferralitizados Cuarácicos; 4 es Fersialitizados Cálcicos; 5 es Sialitizados Cálcicos; 7 es Vertisuelos; 9 es Gleyzados Ferralitizados; 10 es Aluviales y n es número de observaciones.

Como se muestra en la Tabla 2, en la UEB 30 de Noviembre, de acuerdo con el análisis discriminante, de todas las variables analizadas, las que mayor influencia tuvieron en los agrupamientos fueron el tipo de suelo, ya que estos grupos están asociados según sus propiedades físico-químicas, con procesos de formación y factores limitantes, que varían en dependencia del tipo de suelo, seguido por los rendimientos por cepa, que responden a las características propias del cultivo de la caña de azúcar, es decir a la edad y número de cortes.

TABLA 2. Análisis discriminante practicado a los diferentes factores y su importancia

Variable Rendimiento	Clasificación (%)	Importancia
Retoño	40	0,40
Soca	40	0,40
Primavera Quedada	39	0,39
Retoño Quedado	39	0,39
Fríos	42	0,42
Primavera	40	0,40
pH	2	0,02
Fósforo asimilable	7	0,07

Variable Rendimiento	Clasificación (%)	Importancia
Potasio asimilable	2	0,02
Salinidad	0	0,00
CIC	14	0,14
MOS	10	0,10
Tipo de suelo	100	1,00
Pendiente	12	0,12
Pedregosidad	10	0,10
Rocosidad	0	0,00
Drenaje	14	0,14
Compactación	4	0,04

Otros análisis para la caracterización de los agrupamientos fueron realizados a variables como el pH y la MOS.

La Tabla 3 muestra los valores de pH correspondientes a cada grupo. Dicha variable tiene una influencia decisiva en el comportamiento de la disponibilidad de nutrientes para el cultivo, en la fertilidad biológica del suelo y en la descomposición de la MOS (González, 2017)⁵. El pH tiene extraordinaria importancia para la solubilidad y asimilación de los nutrientes por las plantas (Pérez, 2013).

⁵ González H. Maribel: *Análisis del comportamiento del carbono orgánico de un suelo Ferralítico Rojo sometido a diferentes manejos con caña de azúcar (Saccharum spp) utilizando la modelación*, 100 pp. [Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias]. Universidad Agraria de La Habana, 2017.

TABLA 3. Variación del pH en KCl de acuerdo con el grupo de suelos

Nombre del agrupamiento de suelo	No. del agrupamiento	n	Valor	Desviación estándar	Error estándar	Intervalo de confianza	
						-95,00%	+95,00%
Ferralitizados Cálcidos	1	116	4,98	0,81	0,08	4,89	5,09
Ferralitizados Cuarácíticos	3	346	4,43	0,90	0,05	4,28	4,58
Fersialitizados Cálcidos	4	44	4,77	0,74	0,12	4,55	5,01
Sialitizados Cálcidos	5	67	5,38	0,62	0,08	5,23	5,54
Vertisuelos	7	56	6,49	0,70	0,10	6,31	6,68
Gleyzados Ferralitizados	9	650	4,47	0,86	0,04	4,40	4,54
Aluviales	10	588	5,12	0,76	0,03	5,06	5,18

La caña de azúcar es un cultivo muy tolerante a condiciones de acidez o alcalinidad, aunque se considera que el rango óptimo de pH se encuentra entre 5.5 y 7.0 (Cuéllar *et al.*, 2002)⁶. Fueron los Vertisuelos, con un valor de 6.49 los que mostraron estar dentro del rango donde el cultivo se desarrolla mejor.

El resto de los agrupamientos exhibió valores bajos de pH, lo cual puede ser debido tanto a procesos naturales como antropogénicos. Cuéllar *et al.*, (2002)⁶ plantean que en el trópico húmedo y cálido, además de la lixiviación acelerada de los productos alcalinos y neutros de la meteorización, como causa principal de la acidez del suelo, existen otras fuentes como los ácidos derivados de las transformaciones biológicas que en general ocurren en él y las reacciones químicas de fertilizantes de residualidad ácida, fundamentalmente los nitrogenados. Sumado a esto, el uso de técnicas inadecuadas de riego que propician el lavado de las bases, cultivos inadecuados que favorecen la degradación y la pérdida del suelo por erosión, acentúan esta condición.

Los estadísticos de la variable MOS para cada agrupamiento se exponen en la Tabla 4.

TABLA 4. Comportamiento de la MOS por grupo agroproductivo de suelo

Agrupamiento de suelo	No. del agrupamiento	n	MOS	Desviación Estándar %	Error Estándar	Intervalo de confianza	
						-95,00%	+95,00%
Ferralitizados Cálcidos	1	116	2,95	1,00	0,09	2,76	3,14
Ferralitizados Cuarácíticos	3	346	2,59	1,05	0,14	2,33	2,84
Fersialitizados Cálcidos	4	44	3,65	0,55	0,09	3,48	3,83
Sialitizados Cálcidos	5	67	3,91	0,97	0,05	3,81	4,02
Vertisuelos	7	56	4,76	0,50	0,07	4,64	4,91
Gleyzados Ferralitizados	9	650	3,28	1,07	0,05	3,19	3,37
Aluviales	10	588	5,06	1,28	0,05	4,97	5,15

Algunos autores plantean que la MOS puede constituir una reserva de nitrógeno (N) en el suelo para la planta, coincidiendo en que aproximadamente 5% de la misma es N total, del que se mineraliza cada año entre 1 y 3% (Arzola y Alfonso, 2001).

Los valores de MOS de los suelos de Cuba donde se desarrolla la caña de azúcar inferiores a 2% son considerados Bajos, entre 2 y 4% Medios y por encima de 4 Altos.

Otros autores concuerdan en que la MOS es el indicador que ejerce una influencia más significativa sobre la calidad del suelo y su productividad según Sánchez *et al.*, (2012), y la misma juega una función clave tanto en la resistencia del suelo a la degradación, como en su poder de resiliencia (Sá *et al.*, 2014).

El contenido de MOS es sensible al cambio de uso, a los años de explotación y al contenido de arcilla de los suelos (Matías *et al.*, 2016; Schröder *et al.*, 2000).

Según Pablos (2011), al relacionar el contenido de MOS con el rendimiento del cultivo de la caña de azúcar sin la aplicación de N, se observó que al aumento de MOS corresponde un incremento de rendimiento. En la medida en que este valor fue mayor que 2.5%, por cada 0.5% de incremento, los rendi-

mientos agrícolas aumentan en 10 t caña·ha⁻¹. Esto se explica por la mayor disponibilidad de N y otros nutrientes para el cultivo, así como mejores condiciones físicas del suelo para el desarrollo de la planta.

Los agrupamientos Aluviales, Vertisuelos y Sialitizados Cálcidos muestran los valores más altos de MOS, en correspondencia con las propiedades físico químicas de esos suelos y las estructuras de las arcillas que permiten la fijación o no de determinados compuestos órgano-minerales. La textura arenosa de los Ferralitizados Cuarácíticos provoca variaciones asociadas con la baja fertilidad por el lavado de las bases y la rápida mineralización del N, por lo que manifiestan valores inferiores de MOS, debido a que en estos suelos, el carbono, su principal componente, parece estar afectado por el tamaño de poros y su continuidad (Hassink, 1992).

En las circunstancias actuales, bajo el monocultivo de caña de azúcar, estos agrupamientos se distribuyen en toda el área cañera de la UEB. En la Figura 2 se observa que la mayor extensión la ocupan los grupos agroproductivos Gleyzados Ferralitizados (color verde azul) y Aluviales (color salmón).

⁶ Cuéllar A., I. A.; Villegas D., R.; De León O., M. E.; Pérez I., H.: *Manual de fertilización de la caña de azúcar en Cuba*, 127pp., La Habana, Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Publicación, 2002.

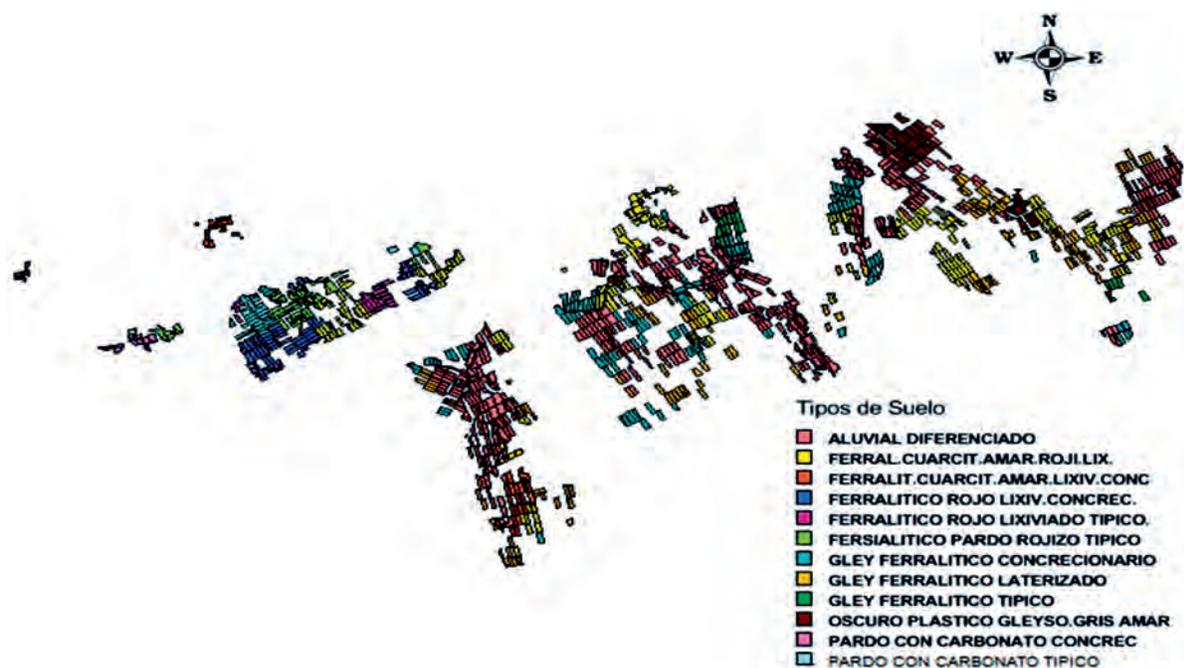


FIGURA 2. Representación espacial de la distribución de los tipos de suelos en la UEB 30 de Noviembre.

Los rendimientos mínimos potenciales (RMP) obtenidos en condiciones de producción, por tipo de suelo y cepa se muestran en la Figura 3.

La Figura 3 muestra el comportamiento del RMP de las diferentes cepas por grupo de suelo. Correspondió a la primavera quedada los mayores potenciales y los menores a los retoños. En orden de magnitud continúan las cepas de Frío y analizando este aspecto por grupo de suelo, correspondieron a los Aluviales y Sialitizados cálcicos valores de RMP algo superiores comparado con el resto de los grupos, lo cual está en correspondencia con su capacidad productiva expresada en un mejor crecimiento y desarrollo para el cultivo de la caña.

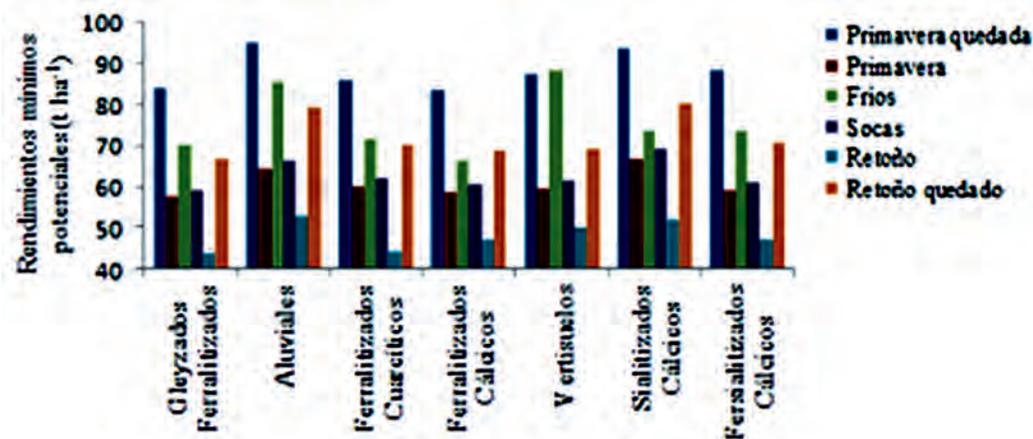


FIGURA 3. Rendimientos Mínimos Potenciales por agrupamiento agroproductivo y cepa en la UEB.

Resultaron los Gleyzados Ferralitizados los de menor potencial agroproductivo, lo que está asociado a los problemas de drenaje y la presencia de gleyzación, que le confieren un estado físico que no permite el desarrollo óptimo del cultivo.

CONCLUSIONES

- Se demuestra la vigencia del agrupamiento agroproductivo de los suelos existente en la UEB 30 de Noviembre.
- Todos los agrupamientos de suelos muestran un pH por debajo del óptimo para el crecimiento y desarrollo de la

caña de azúcar, a excepción de los Vertisuelos que estuvieron por encima de 6, mientras que los valores más bajos de materia orgánica correspondieron al grupo de suelos Ferralitizados Cuarcíticos.

- Las variables tipo de suelo y rendimiento por cepa muestran mayor influencia en los agrupamientos correspondientes a la UEB 30 de Noviembre.
- Corresponde a las cepas Primavera Quedada y Retoños los potenciales agroproductivos superiores e inferiores, respectivamente y por grupo de suelo, los mayores valores a los Aluviales y Sialitizados Cálcicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARZOLA, N. y ALFONSO, A.: La materia orgánica en el suelo. Parte 1°. Formas y transformaciones, 140pp., XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo, *Boletín Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo*, No 4, Nov 01. 2001. ISSN 1609-1876.
- HASSINK, J. Effects of soil texture and structure on carbon and nitrogen mineralization in grassland soil. *Biol. Fert. Soils*, 14: 126-134. 1992. ISSN: 0178-2762 (print version) ISSN: 1432-0789 (electronic version).
- HERNÁNDEZ, A.; PÉREZ, J.; BOSCH, D.; RIVERO, L.; CAMACHO, E.: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba.*, ed. L.L Barcaz, Ed. AGRINFOR, t. 1, La Habana, Cuba, 1999. ISBN-959-246-022-1.
- LAMELAS, F., BENÍTEZ, L., ROQUE, R., FERNÁNDEZ, I., FERRER, M., VIÑAS, Y., GARCÍA, S.: “Sistema de Información Geográfica como una herramienta para la planificación de la operación y manejo de los recursos hídricos en la empresa Héctor Molina”. *Revista Cuba & Caña*. La Habana, Cuba, 2: 21-27. 2013. ISSN: 1028-6527.
- MATÍAS, R., OSINAGA, N., FEIGUIN, F., OSINAGA, R., VÁZQUEZ, G., CARABACA, L., AZNAR, R. y DI BECO, E.: *Efecto de la agricultura sobre el nivel de materia orgánica en el chaco argentino*. Memorias del XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, 2016. ISBN 978-987-688-173-9.
- PABLOS, P.: *Actualización de criterios diagnósticos para la fertilización nitrogenada de la caña de azúcar en Cuba*, 100pp. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Agraria de La Habana, Mayabeque, Cuba, 2011.
- PÉREZ, H.I., SANTANA, I., RODRÍGUEZ, I.: *Manejo Sostenible de Tierras en la producción de caña de azúcar*. 290 pp. 2013. ISBN: 978-959-300-051-2.
- SÁ J.C.M.; TIVET F.; LAL R.; BRIEDIS C.; HARTMAN C.D.; ZUFFO DOS SANTOS J. y BURKNER DOS SANTOS J.: “Long-term tillage systems impacts on soil C dynamics, soil resilience and agronomic productivity of a Brazilian Oxisol”. *Soil & Tillage Research* 136: 38–50, 2014. ISSN: 0167-1987.
- SÁNCHEZ, M. C., HEREDIA, O. S., ARRIGO, N., BARTOLONI, N., GONZÁLEZ, C. C.: Carbono orgánico y la actividad microbiológica del suelo: efecto de rotaciones y labranzas. XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, 2012. ISBN 978-987-1829-11-8.
- SCHRÖDER, J.J., NEETESON, J.J., OENEMA, O., AND STRUIK, P.C.: “Does crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art.” *Field Crops Res.* 66:151–164. 2000. ISSN, 0378-4290.
- SICCARD, T.: *Relaciones agricultura-ambiente en la degradación de las tierras en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales. 14pp.. [en línea] 2014. Disponible en: www.idea.unal.edu.co/publica/docs/Degradacion_Tierras_Colombia.pdf [Consulta: enero 22 2017].
- Soil Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy (5th Ed.). SMSS Technical. Monograph No 19. Pacohontas Press, Blacksburg. 1992. ISBN 0-929900-01-4.
- VIÑAS, Y., BENÍTEZ, L., VILLEGAS, R., MARÍN, R., CERVERA, G., ARZOLA, N., ARCIA, J., DE LEÓN, M., MATOS, J., ZUAZ-NÁBAR, R., NARANJO, I., VALDÉS, J., CHAMORRO, R., CALDERÓN, A., SARMIENTOS, J. y VILLA, G.: “Aplicación de Sistemas de Información Geográfica para el manejo integral de la caña de azúcar en Ecuador”. *Revista Cuba & Caña*. La Habana, Cuba, No 2.. p 8-14. 2012. ISSN: 1028-6527.
- WALKLEY, A. y BLACK, I.A.: “An examination of the method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method”. *Soil Sci.* 37, p. 29–37. 1934. ISSN: 1365-2389.

Recibido: 20/10/2017.

Aprobado: 28/02/2018.

Yudith Viñas Quintero, Inv., Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera CUJAE km 11/2, Boyeros, La Habana, Cuba, CP 19390.

E-mail: yudith@inica.azcuba.cu

Ledyá Benítez Puig, E-mail: ledyabp@gmail.com

Isaias Machado Contreras, E-mail: isaias@inica.azcuba.cu

Libia Bouzo Almeida, E-mail: libia.bouzo@nauta.cu

Javier Arcia Porrúa, E-mail: javierarcia54@gmail.com

Rafael Marín Mazorra, E-mail: marin@inica.azcuba.cu

Maribel González Hidalgo, E-mail: maribel@inica.azcuba.cu

Bárbara Barreto Pérez, E-mail: barreto@inica.azcuba.cu

Nota: 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.