

## **Agrupamiento de suelos según las propiedades químicas.**

### **Grouping of soils according to the chemical properties.**

**Autores:** Ing. Yakelín Cobo-Vidal<sup>1</sup>, Dr. C. Elio Angarica-Baró<sup>2</sup>, Ing. George Martín-Gutiérrez<sup>1</sup>, M Sc. Juan Alejandro Villazón-Gómez<sup>3</sup>, Ing. Adrián Serrano-Gutiérrez<sup>1</sup>

**Organismo:** Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Estación Provincial Holguín<sup>1</sup>, Cuba. Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Oriente Sur, Holguín, Cuba<sup>2</sup>. Universidad Holguín (UHO), Cuba<sup>3</sup>

**Email:** [yakelin.cobo@inica.hol.cu](mailto:yakelin.cobo@inica.hol.cu), [elio.angarica@inica.sc.cu](mailto:elio.angarica@inica.sc.cu), [george.martin@inica.hol.cu](mailto:george.martin@inica.hol.cu), [villazon@facing.uho.edu.cu](mailto:villazon@facing.uho.edu.cu), [adrian.serrano@inica.hol.cu](mailto:adrian.serrano@inica.hol.cu)

### **Resumen.**

El trabajo fue realizado con el objetivo de estudiar el agrupamiento de diferentes tipos de suelos según las propiedades químicas. La información se obtuvo de los resultados analíticos del horizonte superficial correspondiente a 21 perfiles de la Red Geográfica Experimental del INICA y clasificados según la Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Se tomaron datos de las determinaciones analíticas del pH (H<sub>2</sub>O) y pH (KCl), acidez hidrolítica, cationes cambiabiles, materia orgánica y los micronutrientes Fe, Zn, Mn y Cu. Los resultados obtenidos arrojaron la formación de 4 grupos de suelos. Las variables que condicionaron la diferenciación entre los grupos fueron Fe, Mn, Cu y Na. Este trabajo permite presentar recomendaciones para un manejo agronómico integral de los suelos de acuerdo a las propiedades químicas, dirigidas fundamentalmente al uso de variantes nutricionales.

**Palabras clave:** suelos; perfiles de suelo; propiedades químicas.

### **Abstract.**

The work was carried out with the objective to study the grouping of different types of soils according to the chemical properties. The information from the analytic results of the superficial horizon correspondent to 21 profiles of the Geographical Experimental Network of INICA and classified according to the Second Genetic Classification of Soils of Cuba. They were taken data of the analytic determinations of the pH (H<sub>2</sub>O) and PH (KCl), hydrolytic acidity, changeable cations, organic matter and trace elements Fe, Zn, Mn and Cu. The results show the formation of 4 groups of soil. The variables that conditioned the differentiation between the groups were Fe, Mn, Cu and Na. This work permits present recommendations for an agronomic integral handling of soils according to the chemical properties, directed fundamentally according to the use of nutritional variants.

**Keywords:** soils; soils profiles; chemical properties.

## **Introducción.**

La solución del suelo es la fuente directa donde los cultivos absorben los nutrientes y regula todos los procesos químicos de este (Lindsay, 1979). Un adecuado balance de nutrientes disponible garantiza un óptimo crecimiento y desarrollo de las plantas, siempre que algún otro factor no ejerza una influencia negativa.

Si bien, los macronutrientes son esenciales para el normal desarrollo de los cultivos, los micronutrientes en cantidades muy pequeñas juegan un importante rol fisiológico en la vida animal y vegetal, aunque cuando se presenten en cantidades elevadas en las soluciones nutritivas o solución del suelo, producen toxicidad.

El análisis de Cluster y de discriminante son técnicas estadísticas multivariadas que permiten la identificación de diferencias entre dos o más grupos a partir de las características de los individuos pertenecientes a esos grupos, facilitando la comprensión de las relaciones entre las variables evaluadas, con lo que se pueden clasificar o agrupar variables de comportamiento semejante, utilizando toda la información disponible. Varios autores han demostrado la aplicación de esta técnica inclusive su potencial en la ciencia del suelo, al ser exitosamente utilizado en clasificación de suelos, discriminación de sistemas de manejo e identificación de las propiedades físico-químicas que más influyen en un sistema de cultivo (Maddonni *et al.*, 1999).

El trabajo se realizó con el objetivo de estudiar el agrupamiento entre suelos Pardos, Ferralíticos y Oscuros Plásticos según las propiedades químicas presentes en el horizonte superficial de perfiles pertenecientes a la Red Geográfica Experimental del INICA.

## **Desarrollo.**

### **Materiales y Métodos**

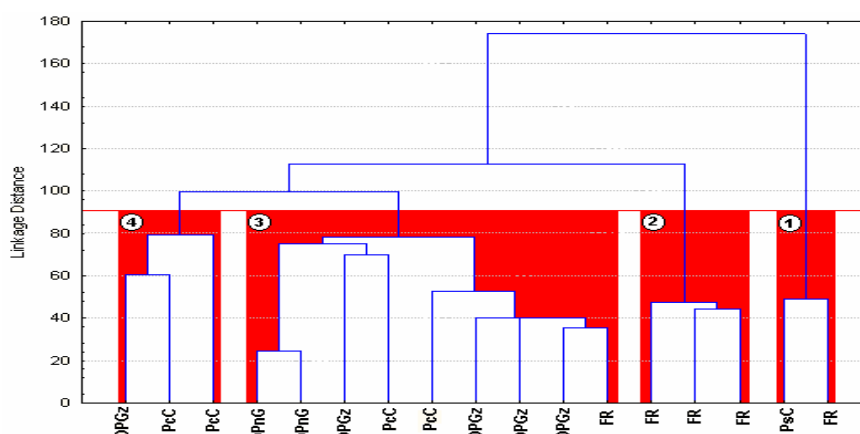
Para la realización del trabajo se obtuvo la información del primer horizonte de 21 perfiles pertenecientes a la Red Geográfica Experimental del INICA correspondientes a los tipos: Ferralíticos Rojos (FR), Oscuro Plástico Gleyzoso (OPGz), Oscuro Plástico no gleyzados (OPnG), Pardos con Carbonatos (PcC) y Pardos sin Carbonatos (PsC) según la Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández *et al.* 1975). Los análisis se realizaron en el Laboratorio Regional de la ETICA de Villa Clara- Cienfuegos según las Normas y Procedimientos del Departamento de Agroquímica del INICA (1990). Las variables utilizadas fueron: pH (H<sub>2</sub>O) y pH (KCl) (potenciometría), acidez hidrolítica (método tritométrico), cationes cambiabiles (extracción con AcNH<sub>4</sub> 1N, pH 7), materia orgánica (Walkey- Black) y los microelementos Fe, Zn, Mn y Cu (Espectrofotometría de absorción atómica). Para el análisis de los resultados se utilizaron técnicas multivariadas de Conglomerado (Cluster) y análisis discriminante, aplicadas con el paquete estadístico STATISTICA 8.

### **Resultados y Discusión**

El conglomerado permitió clasificar 4 conjuntos mostrados en la figura 1, como consecuencia de las características químicas de los suelos en el horizonte superficial. En el grupo 1 se ubican dos tipos de suelos: Ferralítico Rojo y Pardo sin Carbonato, el grupo 2 formado por Ferralíticos Rojos, el 3 y 4 representados fundamentalmente por Oscuros Plásticos del tipo gleyzoso y no

gleizado y Pardos con Carbonatos, siendo este último el más representativo. La formación de los grupos en general se relaciona con las propiedades físico-químicas que constituyen variables de gran utilidad para definir el grado de evolución de la fertilidad por tipos de suelos, debido a los diferentes contenidos de nutrientes existentes en ellos, características mineralógicas, procesos de formación y factores limitantes.

Estos resultados guardan estrecha relación con los estudios realizados por Ascanio & Sulroca (1986), para el caso específico de la caña de azúcar al conformar Agrupamientos Agroproductivos con el objetivo de contar con un esquema sintetizado que agrupe aquellos suelos con características similares de manejo y emplear un menor número de variantes edafológicas y tecnológicas para los productores.



**Figura 1.** Clasificación de suelos de la Red Geográfica Experimental del INICA según las propiedades químicas.

El agrupamiento de los Pardos con Carbonatos y los Oscuros Plásticos, así como los Pardos sin Carbonatos y los Ferralíticos Rojos sugiere que a pesar de manifestarse diferentes procesos de formación, poseen en sus propiedades variables de comportamiento semejantes que los hace formar conjuntos homogéneos.

Los Pardos con Carbonatos y sin Carbonatos poseen un mismo proceso de formación; la sialitización con tendencia a la fersialitización, pero se desarrollan sobre rocas de diferente composición. Sin embargo, los primeros se asocian a los Oscuros Plásticos y los segundos a los Ferralíticos. Esto se debe a que el proceso de formación antes mencionado tiende a ser más fuerte en los Pardos sin Carbonatos, debido a que la intensidad de lavado y la acumulación de hierro libre y total es mayor en estos suelos que presentan una textura menos arcillosa, una mayor permeabilidad de la roca madre, con una liberación de hierro mayor que en las rocas carbonatadas (Cairo & Fundora, 2005).

En el grupo 2 se distinguen los Ferralíticos Rojos con la presencia de minerales arcillosos del tipo 1:1, enriquecidos con hierro. En el grupo 3 y 4 se aglomeran principalmente los Oscuros Plásticos y Pardos con Carbonatos, su combinación puede deberse a la presencia de propiedades de transición. En estos suelos se manifiesta un proceso de sialitización compactoplástica caracterizados por altos contenidos de arcillas montmorilloníticas bajo la influencia de gleyzación en algunos casos. A ambos suelos se asocian desbalances nutricionales debido a posibles excesos de  $Ca^{2+}$  o  $Mg^{2+}$  en el complejo absorbente del suelo,

mientras que los Oscuros Plásticos son además potencialmente salinos. (Ascanio & Sulroca, 1986)

Para comprobar los grupos formados por el cluster se realizó un análisis discriminante (Cuadro 1), que explica el 88.4% de la varianza relativa con una alta correlación con la primera función.

Función	Valor Eje	Porcentaje Relativo	Correlación Canónica	Wilks Lambda	Chi-Cuadrado	gl	p
1	18.33	<b>88.4</b>	0.97	0.01	58.54	30	0.0013
2	1.65	7.9	0.78	0,21	20.03	18	0.3307
3	0.76	3.7	0,85	0,56	7.34	8	0.4996

**Cuadro 1. Evaluación del discriminante para la formación de los grupos de suelo.**

El análisis de varianza mostró que las propiedades químicas que más contribuyeron a la formación de los grupos (Cuadro 2), fueron el Fe, Mn, Cu y Na, siendo estos los atributos químicos más importantes que contribuyeron a la separación de cuatro grupos de suelo. Este tipo de análisis ofrece ventajas para identificar propiedades de suelo que permiten recomendar prácticas de manejo similares para varios tipos de suelo, facilitando la elección de indicadores de calidad de los suelos. Los resultados de este estudio pueden atribuirse a la fuerte relación entre los micronutrientes y algunas propiedades del suelo que influyen en su disponibilidad, tales como el contenido de carbonatos (Alloway, 2008), considerado como uno de los factores limitantes más importante en los suelos Pardos y Oscuros Plásticos. Roca *et al.*, (2007) y Buffa & Ratto (2005), observaron una relación directa entre algunas características básicas, en particular, la alcalinidad sódica de los suelos, presencia de CaCO<sub>3</sub>, contenidos de sales, altos contenidos de arcillas y gleys con los micronutrientes.

Variable	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-removed (3.8)	P-level	Toler	1-toler (R-Sqr)
<b>Fe</b>	<b>0.057114</b>	<b>0.193848</b>	<b>11.08979</b>	<b>0.003194</b>	<b>0.232493</b>	<b>0.767507</b>
pH(KCl)	0.014307	0.773854	0.77929	0.537848	0.053809	0.946191
<b>K</b>	0.020135	0.549856	2.18309	0.167850	0.251815	0.748185
<b>Mn</b>	<b>0.112401</b>	<b>0.098499</b>	<b>24.40634</b>	<b>0.000222</b>	<b>0.023034</b>	<b>0.976966</b>
<b>Cu</b>	<b>0.079266</b>	<b>0.139675</b>	<b>16.42527</b>	<b>0.000883</b>	<b>0.048948</b>	<b>0.951052</b>
<b>Na</b>	<b>0.041185</b>	<b>0.268825</b>	<b>7.25306</b>	<b>0.011382</b>	<b>0.064767</b>	<b>0.935233</b>
AcH	0.016926	0.654091	1.41024	0.309213	0.068931	0.931069
<b>Ca</b>	0.025464	0.434790	3.46656	0.070923	0.158464	0.841536
<b>Mg</b>	0.025312	0.437406	3.42988	0.072526	0.095322	0.904678
pH(H <sub>2</sub> O)	0.019130	0.578734	1.94109	0.201573	0.057784	0.942217
<b>Zn</b>	0.009001	0.813020	0.536626	0.671926	0.122588	0.877412
<b>MO</b>	0.009174	0.828581	0.482726	0.704684	0.363753	0.636247

**Cuadro 2. Propiedades Químicas incluidas en la función discriminante.**

El Cuadro 3 muestra el modelo de respuesta basado en las variables que influyeron en la formación de los grupos. Se aceptan como válidos el 100% de los individuos clasificados. Esto

demuestra que los grupos están bien establecidos y que existe coincidencia entre lo observado y lo estimado.

Grupos	PBC	1	2	3	4
1	100.00	2	0	0	0
2	100.00	0	3	0	0
3	100.00	0	0	13	0
4	100.00	0	0	0	3
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>3</b>

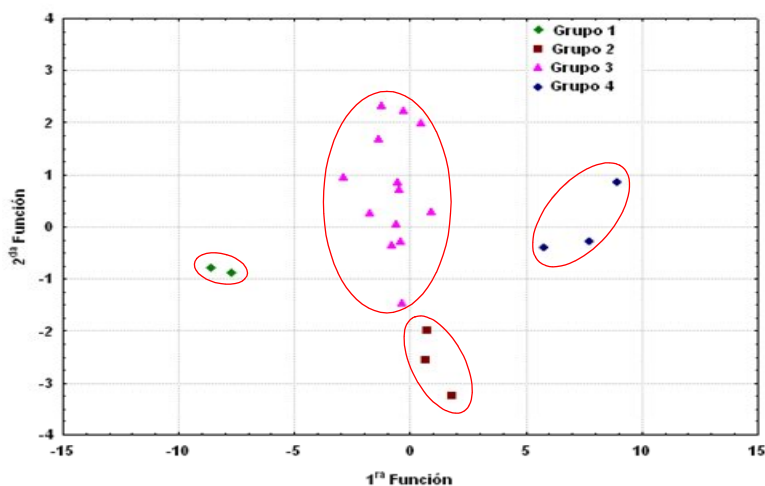
Casos válidos
  Casos no válidos

21

0

**Cuadro 3. Matriz de clasificación para el agrupamiento de los suelos.**

En la Figura 2 se observa una alta diferenciación entre los grupos formados sobre los ejes, a partir de las propiedades químicas de los suelos. Los grupos 1 y 2 se localizan en una posición inferior, el grupo 3 se encuentra en una posición intermedia, el grupo 4 forma un conjunto superior apartado de la función 1 que es la que explica el mayor porcentaje de varianza. El agrupamiento de suelos permite emitir recomendaciones para un manejo agronómico integral de los mismos de acuerdo a sus propiedades químicas, dirigidas fundamentalmente al uso de variantes nutricionales.



**Figura 2. Distribución de los grupos en la función discriminante**

**Conclusiones.**

- Se clasificaron 4 grupos: el grupo 1 incluye Ferralíticos Rojos y Pardo sin Carbonato, el grupo 2 formado por Ferralíticos Rojos. Los grupos 3 y 4 representados fundamentalmente por Oscuros Plásticos del tipo Gleyzoso y no Gleyzado y Pardos con Carbonatos.
- Las variables que condicionaron la diferenciación entre los grupos fueron Fe, Mn, Cu y Na.
- El agrupamiento entre suelos se puede utilizar para realizar un manejo agronómico integral de los suelos de acuerdo a sus propiedades químicas, dirigidas fundamentalmente al uso de variantes nutricionales.

## **Bibliografía.**

- Alloway, B., J. (2008). *Micronutrients deficiencies in global crop production*. (ed). Springer, 309.
- Ascanio, O, F. Sulroca. (1986). *Nuevo agrupamiento agrícola de los suelos cañeros*. Ministerio del Azúcar. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana, 27.
- Buffa, E. V., E. Ratto. (2005). Disponibilidad de cinc, cobre, hierro y manganeso extraíble con DTPA en suelos de Córdoba y variables edáficas que la condicionan. *Argentina Ciencia del Suelo*, 23(2), 1-8.
- Cairo Cairo, P., Fundora Herrera, O. (2005). *Edafología*. Editorial Félix Varela, 2<sup>da</sup> Edición, 1<sup>ra</sup> reimpresión. La Habana, 382.
- Hernández Jiménez, A., Pérez Jiménez, J. M., Ascanio, O., Ortega, F., Ávila, L., Cárdenas, A. & Marrero, A. (1975). II Clasificación Genética de los suelos de Cuba. *Revista de la Agricultura*. 8(1): 47-69.
- INICA. (1990). Normas Metodológicas del Departamento de Suelos y Agroquímicas. Tomo I y II. Departamento de Suelos y Agroquímicas. La Habana, 108.
- Lindsay, W. L. (1979). *Chemical equilibria in soils*. *John Wiley and Sons*, New York, 449.
- Maddoni, G. A., S. Urricariet, C. Ghera, R. Lavado. (1999). Assessing soil quality in the rolling Pampa, using soil properties and maize characteristics. *Agron. J.*, 91, 280-287.
- Roca, Núria, M. S. Pazos & J. Bech. (2007). Disponibilidad de cobre, hierro, manganeso, zinc en suelos del NO argentino. *Ciencia del Suelo* v.25 n. Buenos Aires. Disponible en [www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672007000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672007000100005&script=sci_arttext)

**Fecha de recibido: 10 jul. 2015**

**Fecha de aprobado: 15 sep. 2015**