

## **EFFECTO DE LA EROSION SOBRE LA FERTILIDAD DE DIFERENTES TIPOS DE SUELOS DE LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS**

**Miguel Soca Núñez<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Departamento de Suelos y Fertilizantes-Ministerio de Agricultura - MINAG, Cuba. Email. [suelopncms2@oc.minag.cu](mailto:suelopncms2@oc.minag.cu)

Se presentan los resultados del estudio realizado en los años 2013-2014, del impacto de la erosión sobre la fertilidad de los suelos Ferralíticos Cuarcíticos Amarillos Lixiviados, Húmicos Carbonáticos, Pardos con y sin Carbonatos y Pardos Grisáceos de las principales Cuencas hidrográficas del país, cuya extensión asciende a 115 mil 536 hectáreas que representa el 31% del área agrícola de Cuba. Se recopiló información de los perfiles del mapa de suelo 1: 25000 en diferentes grados de erosión, que fueron localizados a través del sistema digital Mapinfo versión 10.5. Se determinó la influencia de la erosión hídrica sobre las propiedades de fertilidad de los suelos. Mediante un análisis poblacional se calcularon de los valores encontrados los estadígrafos ( $\bar{X}$ ,  $S_{x\pm}$ ) y los estudios de fertilidad se realizaron utilizando la técnica de elementos faltantes. Se encontró que la erosión influye en las propiedades de la fertilidad de los suelos, las cuales empeoran con la intensidad erosiva. Se recomienda en el establecimiento en estos tipos de suelo erosionado, antes de la siembra y posterior desarrollo de los cultivos en las Cuencas, la implementación de medidas de conservación y mejoramiento de suelo, bajo un proyecto antierosivo.

**PALABRAS CLAVES:** Perfiles, Mapinfo, Mejoramiento de suelos, Elementos faltante, antierosivo.

## **EFFECT OF THE EROSION ABOUT THE FERTILITY OF DIFFERENT TYPES OF DE SOILS OF THE BASINS HIDROGRAFICAS**

**Miguel Soca Núñez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Suelos y Fertilizantes -Ministerio de Agricultura - MINAG, Cuba. Email. [suelopncms2@oc.minag.cu](mailto:suelopncms2@oc.minag.cu)

They show up the results of the study carried out in the years 2013-2014, of the impact of the erosion about the fertility of the floors Ferralíticos Cuarcíticos Leached Yellow, Húmicos Carbonaticos, Brown with and without Carbonates and Brown Grizzly of the basins hydrographical whose extension ascends to 115 thousand 536 hectares that it represents 31% of the area. Information of the profiles of the floor map 1 was gathered: 25000 in different erosion grades that were located through the digital system Mapinfo version 10.5. The influence of the erosion hídrica was determined about the properties of fertility of the floors. By means of a population analysis they were calculated of the opposing values the statisticians ( $X$ ,  $Sx \pm$ ) and the studies of fertility were carried out using the technique of lacking elements. It was found that the erosion influences in the properties of the fertility of the soil which worsen with the erosive intensity. The establishment is recommended in this type of floor erosionado, before the siembra and later development of the cultivation of the tobacco, the implementation of conservation measures and floor improvement, under a project antierosivo.

**KEY WORDS:** Profile, Mapinfo, Improvement of soils Elements shortage, antierosivo

## INTRODUCCIÓN

El 55% (822 millones de ha) de los suelos de América Tropical son considerados de baja fertilidad (Oxisoles y ultisoles), los cuales presentan limitaciones principalmente químicas para la producción de cultivos (Sánchez e Isbell, 1979), incluyendo deficiencias de P, N, K, S, Ca, Mg y Zn, toxicidad por aluminio y la alta retención de fósforo (Sánchez y Salinas, 1982). Las interacciones del hombre con la tierra han creado desequilibrios en los ecosistemas y es la degradación de suelos la principal causa de los problemas biofísicos y socioeconómicos que se generan, de similar trascendencia que las del calentamiento global y pérdida de biodiversidad, estando los tres procesos íntimamente relacionados (Plá, 2001).

La erosión del suelo es una de las principales problemáticas ambientales a nivel mundial, la degradación de los ecosistemas afectados involucra indirectamente un impacto económico y social, mientras que los efectos que presenta en el recurso suelo son variados y muchos de ellos se asocian a la pérdida de productividad (, Jagadamma *et al.*, 2009).

La FAO (1994), señala que una de las causas principales de la degradación de los suelos en América Latina es, sin dudas, la aplicación de técnicas de labranzas inadecuadas, con el consiguiente deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, la disminución de los rendimientos agrícolas y, más importante aún, el deterioro del medio ambiente.

En el Programa Cubano de Mejoramiento y Conservación de Suelos (Instituto de Suelos, 2001), se señala que de los 6,6 millones de hectáreas que conforman la superficie agrícola del país, se cultivan 3,6 millones y de ellas, el 70% está afectada por procesos de degradación reconociéndose a la erosión, como uno de los factores limitantes de mayor relevancia, lo cual se traduce en que 2,9 millones de hectáreas están afectadas por este proceso.

El estudio sistemático de los procesos erosivos, en Cuba, inician con los trabajos desarrollados en la década de los 80, (Bouza *et al.*, 1981; Castro *et al.* 1989 y Riverol *et al.*, 1999), que han generado un sistema de medidas para el uso y manejo de los suelos

dedicados a a diferentes cultivos Para los estudios de fertilidad se ha venido aplicando la técnica del cultivo intensivo en macetas para el estudio de las respuestas de leguminosas y gramíneas al agregado de nutrientes minerales hace posible relevar numerosos tipos de suelos ubicados en lugares distantes del centro de investigación(Tomei et al, 2006). Otra ventaja es que permite poner en evidencia las carencias nutritivas minerales de los suelos en un tiempo corto y se puede precisar a bajo costo los nutrientes que se deberán estudiar en ensayos a campo limitando el número de tratamientos. Los ensayos de invernadero tienen carácter cualitativo pueden dar información acerca de la importancia la jerarquía de las carencias minerales(Chaminade, 1965). De ninguna manera sustituyen los ensayos de campo, los complementan. Fertilidad actual y potencial. Analizando la base datos con los estadígrafos fundamentales de sus variaciones, estaríamos en condiciones de conocer la influencia de los procesos de erosión hídrica, lo que permitiría proponer medidas que disminuyan los efectos de dicho proceso, sobre este tipo de suelo y los rendimientos de los diferentes cultivos. El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de la erosión sobre la fertilidad de los suelos tropicales

## **MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **Metodología de la investigación**

Para el estudio se aplicó el método descriptivo- comparativo, el cual se fundamenta en comparar perfiles de referencia de suelos sin erosión aparente, con perfiles de suelos erosionados en diferentes grados, de suelos Ferralíticos Cuarccíticos Amarillos , ,Pardos con Carbonatos, Pardos sin Carbonatos y ,Pardos Grisáceos según la Segunda Clasificación Genética de Suelo de Cuba (Instituto de Suelos, 1975)

Las características de fertilidad de suelo, se realizó a partir de la data de valores de 450 perfiles de suelo, correspondiendo 15 por grado de erosión del estudio de suelo a escala

1:25000, calculándose los estadígrafos fundamentales de las variaciones de fertilidad de los suelos erosionados según (Mesa, 1984).

Para la determinación de la fertilidad de los suelos erosionados se utilizó la técnica de Chaminade y las recomendaciones de (Hernández y Rodríguez, 1984).

Los métodos analíticos empleados para evaluar la fertilidad de los suelos fueron:

<b>Determinación Químicas</b>	<b>Método</b>
pH (KCl)	Potenciométrico (1: 2.5)
Materia orgánica Fósforo y Potasio asimilables Calcio y Magnesio	Método colorimétrico Oniani Por valoración con sal EDTA
Capacidad de cambio de bases y capacidad de intercambio catiónico	Utilizando como solución extractiva acetato de amonio 1 N pH 8.5
Humus	Método colorimétrico

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

El diagnóstico de los suelos erosionados prevé diversos índices, sin embargo, aún ninguno ha encontrado una aplicación amplia en la práctica de la cartografía de los suelos erosionados, a pesar de que la mayoría de las clasificaciones propuestas, como regla general, refleja adecuadamente el cambio de la fertilidad de los suelos con el proceso de erosión. La causa fundamental para diagnosticar es los cambios en las condiciones de campo, por eso se propone como índice de diagnóstico fundamental la confección de los modelos de patrones de los principales tipos de suelos erosionados, agrupados en categoría de grados de erosión en número de cuatro.

En nuestro estudio no se encontraron coeficiente de variación superior al 12 %, ello indica la estabilidad estadística de los suelos seleccionados como patrones. Para corroborar el diagnóstico de los perfiles patrones de los suelos erosionados, se toma en cuenta las reservas de humus de la capa 0-50 cm del perfil o el horizonte A+B1, para lo cual se calcula el peso volumétrico y los contenidos de humus por subcapas de 10 cm hasta una

profundidad de 50 cm, ello permite, considerando el valor de la ha surco, conocer las reservas de humus en los horizontes A+B para los diferentes grados de erosión Tabla 1.

Tabla 1 Diagnóstico de los suelos erosionados

Tipo de suelo y grado de erosión	Profundidad de los horizontes en cm			Reserva de humus A+B t/ha <sup>1</sup>	Estadígrafo		
	A	B	A+B		S	Esx	C.V %
<b>Húmicos Carbonaticos</b>							
Patrón							
Poco	44		52	186	5.0	1.7	10
Medio	34		44	139	3.8	0.9	9
Fuerte	21		34	93	2.7	0.7	8
Muy fuerte	0		21	46	1.9	0.3	9
<b>Pardos con Carbonatos</b>							
Patrón	22	31	179	179	4.3	1.0	8
Poco	14	31	134	134	4.4	1.1	10
Medio	4	31	89	89	4.2	1.1	12
Fuerte	0	22	22	44	2,6	0.7	12
Muy fuerte	0	0	0	0	0	0	0
<b>Pardos sin Carbonato</b>							
Patrón	15	28	43	133	2.7	0.9	8
Poco	8	28	36	100	3.1	0.8	9
Medio	0	28	28	67	3.0	0.8	11
Fuerte	0	18	18	34	2.5	0.6	12
Muy fuerte	0	0	0	0	0		0
<b>Pardo Grisáceo</b>							
Patrón	19	30	49	139	5.0	1.7	10
Poco	12	30	42	104	4.9	1,3	12
Medio	2	30	32	69	3.9	1.0	12
Fuerte	0	20	20	34	2.6	0.1	13
Muy fuerte	0	0	0	0	0		0
<b>FCAL</b>							
Patrón	17	37	54	73	6.0	2.0	11

Poco	10	37	47	55	5.1	1.3	11
Medio	0	37	37	37	4.6	1.2	13
Fuerte	0	23	23	19	2.7	0.9	12
Muy fuerte	0	0	0	0	0	0	0

Bajo los efectos de la erosión son arrastrados los horizontes y capas más superficiales del suelo, ricas en materia orgánica y nutrientes para las plantas en la tabla 1, se muestra el efecto de la erosión sobre el humus. En los suelos Húmicos Carbonáticos varía de 4.83 % en el patrón hasta valores promedio de 1.81 % en los suelos fuertemente erosionados, a partir del suelo medianamente erosionado se observa la caída brusca del humus, en un 50%, recordemos que estos suelos son de perfil AC o A-AC-C, por lo tanto cuando se pierde completamente el horizonte A y aún mantiene un contenido de 1.81% de humus es debido a la presencia del horizonte AC, en la variante muy fuertemente erosionado no hay contenido de humus o son muy insignificantes respecto al patrón. En los suelos pardos con Carbonatos se nota igual tendencia, disminuyendo hasta 0.97% en los suelos fuertemente erosionados algo similar ocurre en los suelos Pardos sin Carbonatos, en los cuales disminuye hasta 0.96%. En los suelos Pardos Grisáceos poseen valores promedio que oscilan de 2.91% en el patrón hasta 0.43 % en los suelos fuertemente erosionados de los suelos estudiados son los del tipo Ferralítico Cuarcíticos Amarillos lo que poseen menor contenido de humus, disminuyendo el mismo con las partículas más finas del suelo.

Tabla 2. Efecto de la erosión sobre el contenido de nutrientes de diferentes tipos de suelos

Grados de erosión	PARAMETROS ESTADISTICOS							
	Humus		Nt		P205		K20	
	%				mg.Kg <sup>-1</sup>			
	X	Esx	X	Esx	X	Esx	X	Esx
<b>HUMICOS CARBONATICOS</b>								
Patrón	4,83	0,25	0,21	0,01	3,17	0,29	16,0	1,18
Poco	4,20	0,06	0,17	0,01	2,58	0,25	15,2	0,68

Medio	2,86	0,09	0,10	0,02	0,40	0,06	10,7	0,66
Fuerte	1,81	0,06	0,07	0,008	0,43	0,10	8,5	0,72
<b>PARDOS CON CARBONATOS</b>								
Patrón	3,33	0,17	0,16	0,17	3,51	0,46	27,0	3,70
Poco	1,98	0,09	0,14	0,09	1,43	0,10	19,8	1,18
Medio	1,55	0,04	0,10	0,04	1,03	0,05	14,5	1,26
Fuerte	0,97	0,05	0,02	0,05	0,73	0,02	6,11	0,84
<b>PARDOS SIN CARBONATOS</b>								
Patrón	2,88	0,12	0,13	0,01	7,79	0,82	14,3	1,09
Poco	2,20	0,05	0,10	0,02	5,49	0,47	12,9	1,28
Medio	1,60	0,04	0,04	0,04	3,63	0,47	7,89	0,53
Fuerte	0,96	0,01	0,02	0,02	1,83	0,22	4,10	0,85
<b>PARDOS GRISACEOS</b>								
Patrón	2,91	0,10	0,12	0,02	5,00	0,41	14,5	1,05
Poco	2,06	0,05	0,10	0,002	3,30	0,42	9,0	0,21
Medio	1,32	0,07	0,08	0,009	1,97	0,17	7,0	0,30
Fuerte	0,43	0,01	0,05	0,01	0,81	0,05	4,2	0,21
<b>FERRALITICO CUARCITICO AMARILLO</b>								
Patrón	1,85	0,03	0,13	0,006	2,85	0,29	3,17	0,16
Poco	0,95	0,03	0,11	0,008	1,66	0,14	2,49	0,24
Medio	0,85	0,06	0,06	0,003	2,26	0,18	2,70	0,27
Fuerte	0,31	0,08	0,05	0,003	0,96	0,16	1,87	0,10

Los valores de del nitrógeno total tienen la misma tendencia que el humus. Los valores promedio mayores se observan en los suelos patrones y luego disminuyen con la erosión del suelo. Según se observa, las pérdidas de los primeros cm del suelo acarrea la disminución de gran cantidad de nitrógeno total fácilmente asimilable, capaz de producir rendimientos sustanciales de los cultivos, además con la erosión disminuye drásticamente la intensidad de los procesos biológicos del suelo (Simonian y Galstran, 1997), lo que provoca que la interacción planta-suelo vea disminuida su eficiencia. La pérdida del fósforo se manifiesta generalmente a través de los sedimentos (Schuman et al., 1976), en los Húmicos Carbonáticos tienen bajo contenido en P<sub>205</sub> asimilable, haciéndose insignificante a partir del grado medio (0.40 mg/kg), lo cual constituye una limitante para los suelos Pardos con Carbonatos siguen igual tendencia, con una caída brusca en los pocos erosionados (1.43 mg/kg), con respecto al patrón (3.51 mg/kg), disminuyendo después paulatinamente hasta 0.73 mg/kg en los



fuertemente erosionados. En los Pardos grisáceos, se observa una tendencia a disminuir paulatinamente con los grados de erosión. Con valores que oscilan de 5 mg/kg en el patrón hasta 0.81 en el fuertemente erosionado.

En los suelos FerralíticoCuarcíticos Amarillos, se observa que incluso en los perfiles patrones el P205 asimilable es bajo, lo cual puede traer como consecuencia limitaciones de rendimiento, con los grados de erosión disminuyen estos valores, lo cual hace deficitario este elemento en todas las variantes de este tipo de suelo

Como vemos en los suelos estudiados el P205 asimilable es uno de los índices que puede traer como consecuencia caída de los rendimientos, ya que la erosión en la mayoría de los casos tiende a hacer disminuir su contenido cuando se analiza respecto al patrón.

Tabla 3. Indicadores de la acidez de los diferentes tipos de suelos

TIPOS DE SUELO	pH KCL		Ca		Mg		CCC	
			Cmol/kg <sup>-1</sup>					
	X	Esx	X	Esx	X	Esx	X	Esx
<b>Húmicos Carbonaticos</b>								
Patrón	7.0	0.02	48.0	3.01	7.10	0.41	69.2	3.0
Poco	6.9	0.05	39.9	2.7	5.7	0.6	47.2	3.4
Medio	7.5	0.04	35.3	2.3	3.4	0.7	40.0	5.5
Fuerte	7.8	0.05	29.5	3.9	1.7	0.4	32.0	2.5
Muy Fuerte	8.0	0.02	15.0	1.1	1.3	0.08	16.6	0.5
<b>Pardos con Carbonato</b>								
Patrón	6.8	0.07	46.4	1.7	5.0	0.24	52.5	1.8

Poco	6.8	0.05	40.5	0.8	4.0	0.26	45.7	2.5
Medio	6.9	0.06	24.3	0	5.2	0.64	30.3	2.6
Fuerte	7.0	0.02	22.7	1.8	3.7	1.00	27.1	2.5
Muy Fuerte	7.5	0.05	20.1	1.5	2.4	0.14	22.9	1.1
<b>Pardos sin Carbonatos</b>								
Patrón	5.1	0.07	20.7	0.6	12.2	0.54	33.6	1.3
Poco	5.0	0.06	19.7	0.8	9.10	0.61	29.3	2.3
Medio	5.2	0.08	17.0	0.4	7.4	0.3	24.7	1.5
Fuerte	5.4	0.09	13.0	0.5	6.4	0.3	19.7	1.4
Muy Fuerte	6.0	0.09	9.0	0.4	5.0	0.4	14.3	0.8
<b>Pardos Grisáceos</b>								
Patrón	4.6	0.14	14.1	0.6	3.6	0.41	18.9	1.7
Poco	4.7	0.06	13.1	0.9	3.5	0.16	16.7	1.9
Medio	4.5	0.05	10.0	0.4	2.7	0.10	13.0	0.9
Fuerte	3.9	0.06	7.7	0.5	1.1	0.08	9.0	0.8
Muy Fuerte	4.0	0.07	7.6	0.4	0.9	0.02	6.8	0.4
<b>FCAL</b>								
Patrón	4.3	0.04	0.90	0.07	0.7	0.07	2.3	0.4
Poco	4.0	0.06	0.90	0.05	0.5	0.07	1.8	0.4
Medio	3.9	0.04	0.40	0.02	0.4	0.04	1.2	0.3
Fuerte	3.8	0.07	0.30	0.01	0.3	0.02	0.8	0.3
Muy Fuerte	3.9	0.08	0.20	0.01	0.3	0.01	0.7	0.3

En el estudio se destaca que los suelos más ácidos son los suelos Pardos Grisáceos y FerralíticoCuarcíticos Amarillos que se sustentan sobre rocas ígneas ácidas, especialmente la granodiorita, e caracterizan por ser suelos ácidos con bajo contenidos de bases y arcillas. En este tipo de suelos los pH tienden a disminuir con los grados de erosión con valores decreciente cuando se compara los suelos fuertemente erosionados con el patrón. Tabla 3. Es necesario considerar que la presencia de la corteza de intemperismo en los suelos fuerte y muy fuertemente erosionados, así como la baja permeabilidad de la roca subyacente, frenan bruscamente el movimiento vertical del agua a través del suelo, incrementándose la escorrentía superficial, produciendo por este concepto grandes pérdidas de agua, suelo y por consiguiente de bases, evidentemente en los suelos muy erosionados el horizonte superficial adquiere las características de las rocas ácidas con valores decreciente del pH, algo similar ocurre pero en sentido inverso en los suelos Húmicos Carbonáticos y Pardos Con Carbonatos

Tabla 4 Determinación de la fertilidad de los suelos mediante una planta indicadora g/maceta.

Tratamientos	Grados de erosión								
	Patrón			Poco erosionado			Fuertemente erosionado		
	g/maceta	SE	%	g/maceta	SE	%	g/maceta	SE	%
<b>Pardos sin Carbonatos</b>									
Testigo	3	0	43	2	0	28	2	0	
Completa	7	0	100	8	0	100	7		
N	6	0	88	6	0	75	5		
P	6	0	82	4	0	49	2		
K	6	0	78	5	0	67	3		
Ca	7	0	96	6	0	87	2		
Mg	5	0	77	7		87	6		
S	7	0	104	7	0	98	6		
Micronutrientes	6	0	86	7	0	85	6		
ESx	0.603			0.491			0.465		
C.V %	13			12			12		
<b>Pardos Grisáceos</b>									
Testigo	3	0	42	2	0	33	2	0	
Completa	7	0	100	6	0	100	4		
N	6	0	89	5	0	94	3		
P	4	0	54	3	0	47	2		
K	7	0	97	5	0	81	2		
Ca	6	0	87	5	0	96	5		
Mg	6	0	87	5	0	87	4		
S	7	0	100	6	0	107	4		
Micronutrientes	7	0	102	6	0	101	5		
ESx	0.533			0.446			0.279		
C.V %	6			10			11		

<b>HUMICOS CARBONATICOS</b>									
Testigo	6	0	52	5	0	43	3		
Completa	11	0	100	10	0	100	9		

N	10	0	91	10	0	98	8		
P	8	0	70	5	0	44	4		
K	11	0	104	11	0	104	10		
Ca	12	0	103	8	0	81	8		
Mg	10	0	85	9	0	88	8		
S	0	0	110	8	0	76	8		
Micronutrientes	12	0	118	9	0	89	9		
ESx	0.67			0.541			0.420		
C.V %	0			9			8		
<b>PARDOS CON CARBONATOS</b>									
Testigo	3	0	27	1	0	15	2		
Completa	11	0	100	9	0	100	8		
N	9	0	85	9	0	100	8		
P	3	0	29	3	0	29	3		
K	7	0	81	9	0	102	8		
Ca	11	0	102	9	0	99	5		
Mg	9	0	82	9	0	97	7		
S	10	0	97	8	0	88	8		
Micronutrientes	11	0	100	11	0	117	8		
ESx	0.710			0.641			0.395		
C.V %	12			12			8		
<b>Ferralítico cuarcíticos amarillo</b>									
Testigo	3	0	15	1	0	8	1	0	6
Completa	19	0	100	18	0	100	16	0	100
N	15	0	75	8	0	47	8	0	49
P	8	0	39	5	0	28	1	0	67
K	14	0	72	13	0	74	13	0	82
Ca	20	0	102	17	0	96	14	0	88
Mg	18	0	92	18	0	100	16	0	104
S	17	0	91	16	0	93	15	0	95
Micronutrientes	18	0	92	15	0	86	15	0	95
ESx	0.669			0.920			0.895		
C.V %	6			10			0		

\*\* P Significativa al 1 %

+Significativa superior a la fertilización completa

0 No significativa con la fertilización completa

-Significativa inferior a la fertilización completa

Los resultados obtenidos empleando como planta indicadora el *Chloris gallinae* C.V. Pioneer, se muestran en la tabla 4, después de efectuado los cortes correspondiente pudo observarse disminución en el rendimiento de materia seca en los diferentes tipos de suelos objeto del estudio cuando se sustrajeron diversos elementos, trabajos similares utilizando esta técnica fueron realizados por (Killian y Velly, 1964) y Chaminade (1965), para condiciones de suelos no erosionados.

Los datos de la tabla 4 indican que en los suelos Húmicos Carbonáticos, la erosión del suelo influye sobre los rendimientos de la planta indicadora, observándose una caída brusca cuando se compara el suelo patrón con los fuertemente erosionados de 5,76 a 2,56 g/maceta. En el tratamiento con fertilización completa existe una tendencia de los rendimientos a disminuir con los grados de erosión lo que hace destacar el efecto erosivo.

Los suelos patrones muestran diferencias significativas a la sustracción de fósforo, agudizándose la misma en la medida en que se incrementa el grado de erosión. En lo que se refiere al nitrógeno, a medida que se intensifica el grado de erosión, disminuyen los rendimientos, principalmente en los suelos fuertemente erosionados (10,15 g en el patrón a 7,96 g/maceta) en los fuertemente erosionados, no observándose diferencias marcadas entre el suelo patrón y el poco erosionado. El potasio en este tipo de suelo no constituye un elemento limitante en función del grado de erosión muestran diferencias significativas inferiores, cuando se sustraen los elementos Ca, Mg, y S, en los suelos fuertemente erosionados y una caída brusca de los rendimientos en ausencia del azufre. Los micronutrientes no parecen tener un efecto limitante.

Los suelos Pardos con carbonatos patrones muestran diferencias significativas inferiores al fósforo, la cual se incrementa en la medida en que se intensifica el proceso erosivo. En los suelos pocos erosionados solo se manifiestan diferencias significativas a la sustracción del fósforo, pero en los fuertemente erosionados se muestran también carencias por el calcio y magnesio. La sustracción del azufre y los micronutrientes en este tipo de suelo tienden a decrecer los rendimientos con los grados de erosión, pero sin diferencias significativas

En los suelos Pardos sin Carbonatos, el tratamiento testigo tiende a disminuir con los grados de erosión, igual tendencia se manifiesta la fertilización completa

En los suelos pocos y fuertemente erosionados se muestran diferencias significativas inferiores para los macro y micronutrientes en el caso de los suelos fuertemente erosionados. El calcio y el azufre muestran una tendencia a disminuir los rendimientos con los grados de erosión, aunque no alcanzan el nivel de significación

Los datos de los suelos Pardos Grisáceos, muestran al comparar los suelos erosionados con el patrón, que la erosión disminuye los rendimientos de la planta indicadora. En estos suelos se origina deficiencias en el rendimiento en materia seca, cuando se sustrajo el fósforo en los suelos patrones, poco y fuertemente erosionado. En los suelos fuertemente erosionados se originan diferencias significativas a la sustracción del potasio. En el caso del nitrógeno, aunque no hubo diferencias significativas con respecto al tratamiento con fertilización completa, existe una caída brusca de los rendimientos en los fuertes.

## **CONCLUSIONES**

1. Los suelos formados a partir de rocas ácidas y materiales de 2 miembros disminuye su PH con la intensidad erosiva con valores de 4 a 3.97. Haciendo más ácido este tipo de suelo, en los tipos de rocas carbonatadas ocurre un proceso inverso
2. El fósforo, potasio, nitrógeno total y la materia orgánica decrecen con la erosión con valores muy bajos en los suelos fuertemente erosionados.
3. En los diferentes grados de erosión y tipo de suelo el fósforo es un elemento limitante de los rendimientos del Chloris gallana cv. Pioneer, mientras que el nitrógeno a medida que se intensifica la erosión tiende a decrecer el rendimiento llegando a límites deficitarios, principalmente en los suelos Ferralítico Cuarcíticos Amarillo El potasio no parece constituir un elemento limitante en los diferentes tipos de suelo, exceptuando los FCA

## BIBLIOGRAFIA

CASTRO, N., RONZONI, C., LLANES, J. M., RIVEROL, M. Y VALERO, E. 1989.

Comprobación de la eficacia de la dirección de los surcos en el control de la erosión en el cultivo del tabaco. Inédito. En Instituto de Suelos. La Habana. 8p.

CASTRO, N., RONZONI, C., LLANES, J. M., RIVEROL, M. Y VALERO, E. 1989.

Comprobación de la eficacia de la dirección de los surcos en el control de la erosión en el cultivo del tabaco. Inédito. En Instituto de Suelos. La Habana. 8p.

Chaminade, R. 1965. Recherche sur la fertilité et la fertilisation des sols tropicaux. Principes de base et techniques L'Agronomie Tropical. 20 (10): 1014 –1017

FAO. 1994. Erosión de suelos en América Latina. Suelos y Aguas. p 33-52

HERNÁNDEZ, A., HERRERA, L. M., IZNAGA, E. Y TATEVOSIAN, G. S. 1980. La erosión en los suelos pardos con carbonato (Pardos Sialíticos) de Cuba. Rev. Agr., 7: 39-50

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.

HERNÁNDEZ, G., Y RODRÍGUEZ, S. 1984. Evaluación de los suelos mediante la producción de materia seca en ensayos de maceta. En reunión de metodologías de la investigación agroquímica. Academia de Ciencias, Cuba pp. 2-7.

INSTITUTO DE SUELOS. 1975. Segunda clasificación Genética de los suelos de Cuba. Acad. Cien. Cuba, ser. Suelos, 23:3-25.

INSTITUTO DE SUELOS. 1990. Informe final. Norma Ramal para la determinación de los diferentes grados de erosión y clasificación de los suelos erosionados y con erosión potencial. Código: 004-19-37. La Habana. pp. 1-37.

INSTITUTO DE SUELOS. 2001. Programa Nacional de mejoramiento y conservación de suelos. Ministerio de la Agricultura, Agrinfor, 38 pp.

JAGADAMMA, S., LAL, R., RIMAL, B. K. 2009. Effects of topsoil depth and soil amendments on corn yield and properties of two Alfisols in central Ohio. *J. Soil and Water Cons.* 64(1): 70-80.

JUANG, T. 1972. The effect of ground-water table and soil compactation on nutrient uptake and growth of sugar cane edit. *TaiwansugarTaipic* 19 -3:91-97.

KILLIAN, J Y VALLEY, J :Diagnostic des carences minerales envase de vegetation Sur quelquesoilmadagascar. *LAgronominie Tropicale*, 19(5) 413-440

LORETA, E. Y SOCA, M. 2000. Impacto de la erosión sobre las reservas nutricionales del suelo. En Resúmenes Congreso de la Sociedad de las Ciencias del Suelo, La Habana. pp. 91.

MARRERO, A. 1984. Principales tipos de suelos componentes de la cobertura de los suelos de la llanura sur de la provincia de Pinar del Río. Tesis de grado para optar por el título de candidato a Dr. cienc. Agr. Instituto de Suelos, pp 121-136.

MENGANA, M. Y SOCA, M. 2000. Características físicas y químicas de suelos erosionados. En Resúmenes Congreso de la Sociedad de las Ciencias del Suelo, La Habana. pp.106.

MESA, A. 1984. La variabilidad diferenciada de estadígrafos fundamentales de los índices de suelo. *Agrotécnia de Cuba*. pp 10-25.

MINAG. 1982. Metodología provisional para evaluar la degradación de los suelos. Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios, Ministerio de la Agricultura. 26 pp.

PÉREZ JIMÉNEZ, J. M. y colectivo de autores. 1990. Mapa de erosión actual de los suelos de Cuba escala 1:250000. Instituto de Suelos. MINAG. 19 p.

PLÁ, I. 2001. Evaluación de impactos ambientales derivados de la degradación de suelos y su relación con cambios climáticos En XV Congreso Sociedad Cubana de la Ciencia



del Suelo (16:2001 nov.11 - 16: La Habana). Memorias. CD-ROM. Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. ISBN 959-7023-35-0.

RADKOV, D. P., IZNAGA, E., ESNART, A., ESCULL, R. Y HERRERA, L. M. 1973. Estudio sobre la erosión en la Estación Experimental del Tabaco. San Juan y Martínez en: Instituto de suelos, La Habana. 8p.

RIVEROL, M. 1985. "La erosión potencial de los suelos de Cuba y los métodos para su mapificación" [inédito], tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, Facultad de Agronomía, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez. pp 90.

RIVEROL, M. y otros. 1999. Informe final proyecto 01-30-5003 "Uso y Manejo de los suelos afectados por la erosión en los agroecosistemas de las provincias occidentales y centrales del país", Programa Nacional de Cambios Globales.110 p.

RIVEROL, M., SHEPASHENKO, G. L., CALZADA, N., Y ROSA, S. 1983. Algunas consideraciones que deben tenerse en cuenta en la selección de patrones de suelos no erosionados. Cien. Agr., 17:114-115.

SCHUMAN, F., NEBRASKA, D Y ROBERT, F. 1976. Control de la erosión sobre los nutrimentos Rev. Agr. 12-29-31.

SIMONIAN,B.N Y GALSTRAN,A,S. Actividad fermentativa de los suelos erosionados .AC.RRS.BILD ARMENIA 37.( 4) 60-67 URSS

SOCA, M. T. 1987. "Diagnóstico y caracterización de los principales tipos de suelos erosionados de las regiones agrícolas de Cuba" [inédito], tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, Facultad de Agronomía, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez. 90 pp.

Tomei, C. E.; Hack, C. M.; Porta, M. 2006. Deficiencias de nutrientes minerales en suelos del Nordeste Argentino. Ensayos de invernadero. Agrotecnia N° 16: 14 – 18

ZASLAVSKY, M. D. 1979. La erosión de los suelos [en ruso]. Misl, Moscú. 244p.

TORRES BERNAL, M. Y ORTEGA, T. E. 1972. Correlación y calibración de diferentes métodos de análisis químicos de fosforo asimilable para los suelos de la zona de influencia de Chapingo, México. Agrocienza serie 7 pp. 47- 63.