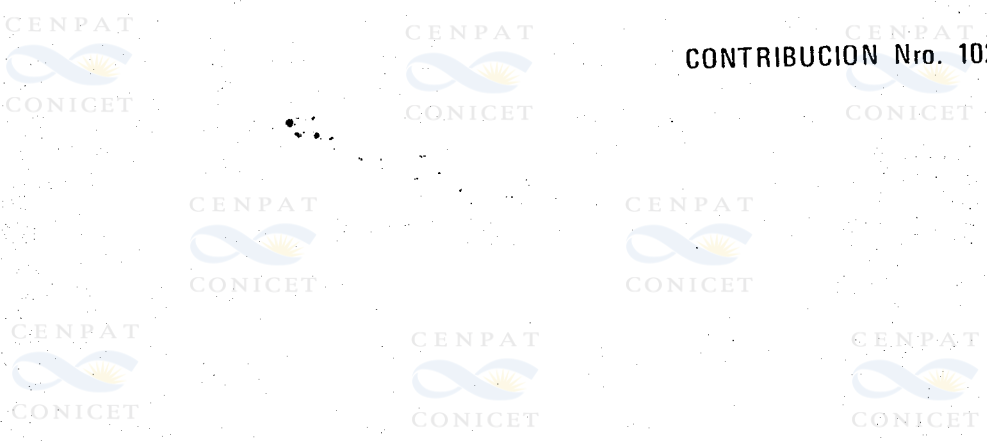


C23

107

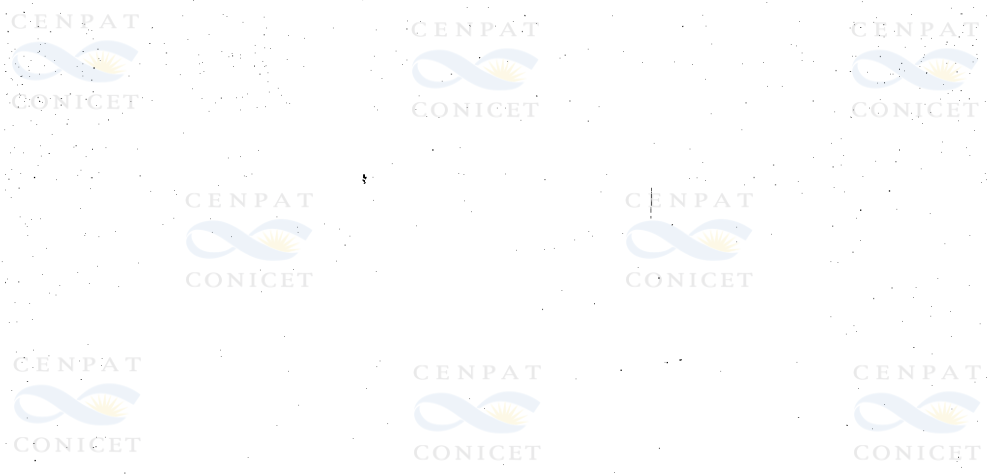
CONTRIBUCION Nro. 102



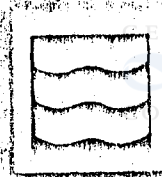
EL ORIGEN BIOLÓGICO DE LA ALCALINIZACIÓN EN LOS SUELOS



del VALLE, Héctor F.



Centro Nacional Patagónico  
 Consejo Nacional de Investigaciones  
 Científicas y Técnicas



CENTRO  
 NACIONAL  
 PATAGÓNICO

## EL ORIGEN BIOLÓGICO DE LA ALCALINIZACIÓN EN LOS SUELOS. \*

del VALLE, Héctor F. \*\*

### RESUMEN

Se investigan los cambios en la alcalinidad total en la solución del suelo bajo el efecto de las bacterias sulfato-reductoras, durante la incubación de muestras, de un suelo que ha sido clasificado como *sulfidic hydraquents* del área de Montecillos, Estado de México, México, de características semiáridas. El estudio se considera de suma utilidad como base de referencia para el entendimiento de procesos biológicos, a través de acciones fisicoquímicas que se manifiestan en diversas partes del mundo.

### ABSTRACT

This paper deals with total alkalinity changes in the soil solution, under activity of sulfate-reducing bacteria, during sample incubation of *sulfidic hydraquents* soil (from a semi-arid area of Montecillos, Estado de México, México). The study is considered as a reference base to understanding biological processes by means of physicochemical actions which exist in several parts of the world.

### INTRODUCCION

El origen de la alcalinidad en los suelos es un problema actual en la teoría de la génesis, así como también en la práctica de la actividad agrícola, es decir la alcalinización predetermina el desarrollo de muchos procesos en los suelos. Es conocido que la soda ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{CO}_3\text{H}^-$  y  $\text{CO}_3^-$ ), provoca una destrucción en la pared celular de las plantas, la peptización de los coloides y la hidrólisis alcalina, favoreciendo la

\* Resumen de un subtema del Capítulo Resultados y Conclusiones, de la Tesis de Maestría en Ciencias Edafológicas. Colegio de Post-graduados de Chapingo, México, 1983.-

\*\* Investigador Adjunto (CONICET)  
Centro Nacional Patagónico (CONICET)  
28 de Julio Nro. 28 - (9120) Puerto Madryn - Chubut - Argentina.

ISSN 0325 - 9439	CONTRIBUCION Nro. 102	PUERTO MADRYN	Págs. 33	ENERO 1985
---------------------	--------------------------	------------------	-------------	---------------

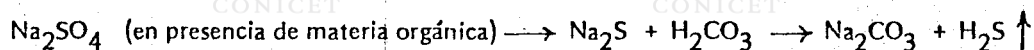
solubilización de unos compuestos y la debilitación de otros procesos. La solubilización de las sales del calcio en un medio alcalino disminuye fuertemente o se inhibe y como resultado ocurre una adsorción sin concurrencia por el suelo, del ión sodio de la solución (Antipov-Karataev, 1953).

El suelo saturado con sodio adquiere propiedades fisicoquímicas muy específicas. En la actualidad es conocido que la soda en la naturaleza se forma bajo la acción de procesos químicos, fisicoquímicos y biológicos; sin embargo la acción específica de cada uno de éstos no está muy diferenciada.

Muchos investigadores le dan un significado muy grande al proceso biológico de formación de soda, en particular a la introducción de metales alcalinos al suelo por algunas especies vegetales (Bazilibich, 1962; Borovskiy, 1965; Egorov, 1965; Kovda, 1965; Ponomoreva, 1962).

Son conocidos muchos trabajos (Antipov-Karataev, 1953; Verner, 1948; Orlovskiy, 1965 y Koyloyaskiy, 1959), en los cuales la formación de la alcalinidad en los suelos, está relacionada con la actividad biológica de las bacterias sulfato-reductoras que reducen los compuestos sulfáticos.

En la teoría de V.R. Williams (1938) sobre el proceso único de formación de suelos, para el estadio de formación de suelos sódicos se da un significado importante al proceso biológico de formación de sales alcalinas de sodio. En los suelos, en primer lugar se reducen los compuestos del nitrógeno y después los compuestos de hierro. Por lo visto estos procesos bioquímicos de reducción de sulfatos de sodio tienen un mayor peso específico en la formación de soda, de acuerdo al siguiente esquema :



Como vemos, una condición necesaria para que ésta reacción se lleve a cabo debe ser la existencia de materia orgánica, en calidad de materia energética.

Los datos en las diferentes investigaciones corroboran un desarrollo considerable en los suelos, de las bacterias sulfato reductoras y su gran papel en los procesos de formación de suelo. Así de esta manera, A.Vorabeova descubrió la existencia de bacterias sulfato reductoras en todos los suelos de la serie de tipo Valle del Caspio Occidental (suelos salinos, pantanos y suelos sódicos, solonetz; en éstos últimos, el desarrollo de las bacterias sulfato reductoras es menor). Vorabeova observó que el desarrollo de estas bacterias es preferencial en los horizontes superficiales. N.S. Ponomareva (1962), en base a sus datos de experimento sobre inundación de un suelo solonetz, llegó a la conclusión que se acumula un 90 % de soda en los solonetz de la región de Omsk, debido a la reducción de sulfato de sodio por las bacterias sulfato-reductoras. De acuerdo con sus observaciones sobre la dinámica del desarrollo, una gran cantidad de estas bacterias en el suelo se ponen de manifiesto en los períodos húmedos : primavera, otoño y en verano después de las lluvias; en el período seco el número de bacterias no fue muy grande. N.S.Ponomareva también señaló que el desarrollo de las bacterias se ve sumamente favorecido en los horizontes superiores, en particular en el horizonte columnar, donde ocurre una alta acumulación de soda.

Etimar realizó un modelo de condiciones en el cual ocurren los procesos de reducción de  $\text{SO}_4\text{Na}_2$  con la formación de soda en el suelo. Los modelos corroboraron la aparición de la solución alcalina con la formación de  $\text{H}_2\text{S}$  y en las muestras con contenido orgánico. En aquellas muestras donde las sustancias orgánicas no existían, no se observaron apariciones de la reacción alcalina y la de  $\text{H}_2\text{S}$ .

Los modelos experimentados de Janitzky y Whitting (1965), también demostraron que en pre-

sencia de sustancias orgánicas se acelera en forma considerable el ritmo de aumento en el contenido de sodio intercambiable.

El objetivo del experimento implantado fue observar los cambios en la alcalinidad total en la solución del suelo bajo el efecto de las bacterias sulfato-reductoras, durante la incubación de un suelo con características semiáridas de Montecillos, del ex-Lago Texcoco, México. Algunos datos químicos y físicos de las características de estos suelos se dan en los cuadros que se adjuntan.

## MATERIALES Y METODOS

El método utilizado en la determinación de la actividad de las bacterias sulfato-reductoras se basa en la determinación cuantitativa de los procesos de los productos de la reducción bioquímica de los compuestos sulfatados en los suelos en condiciones anaeróbicas, y de la acción de esta reacción en la solución del suelo (cambio en el contenido de  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_4^{=}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  y otros compuestos solubles y medición del pH).

La reducción de sulfatos trae como consecuencia la aparición de  $\text{H}_2\text{S}$  que en diferentes niveles de anaerobiosis da reacción ligeramente ácida. Esto es natural, dado que el  $\text{H}_2\text{S}$  existe en pH ligeramente ácido y en niveles de anaerobiosis moderados. Cuando los niveles de Eh (óxido-reducción) son muy bajos el  $\text{H}_2\text{S}$  participa en la formación de sulfuros metálicos; es así de tal manera que la solución se empobrece paulatinamente de  $\text{H}_2\text{S}$  dado que se forman sulfuros fundamentalmente del tipo de hidrotroilita — como sulfuro de hierro coloidal primario — y en consecuencia causaría la formación inmediata de sulfuros de los metales pesados.

En forma más detallada y con más análisis específicos, se procedió a trabajar con dos estratos: IX (159–178 cm) y XXIII (373–383 cm), de un suelo Salic Sulfidic hidraquent. El suelo — 50 gr. seco al aire — de estas capas, se llevó a una relación suelo : agua, 1:5, en 250 ml. de agua destilada, previamente eliminado el  $\text{CO}_2$ . Se establecieron, dadas las experiencias adquiridas, cuatro tratamientos: suelo seco al aire y tamizado, en 250 ml de agua (testigo), suelo (50 g) + glucosa (para fines bacteriológicos y bioquímicos) + 250 ml agua; suelo (50 g) + glucosa + (25 meq/100 g) de  $\text{SO}_4\text{Na}_2$  + 250 ml de agua y finalmente, suelo (50 g) + (25 meq/100 g) de  $\text{SO}_4\text{Na}$  + 250 ml de agua. Estos tratamientos se repitieron para diferentes tiempos de incubación anaeróbica: 30, 60, 90, 120 y 150 días. Se tomó 50 ml a cada uno de los tratamientos por cada incubación y se realizó un balance completo de sales solubles y medida de pH. Inmediatamente, a cada tratamiento colocado en frascos se los selló herméticamente con parafina vertida cuidadosamente hasta la parte más angosta; después de estar bien solidificada se los colocó en un lugar oscuro a temperatura 20–40° C ambiente, para cada tiempo establecido. La cantidad de aire en la parte más angosta del cuello del frasco no fue muy considerable: 2–3 cc.

Se determinó  $\text{H}_2\text{S}$  en suelos húmedos y secos y en extractos de relación suelo : agua, 1:5. La técnica utilizada fue la de Jeffery y Hutchison, que consiste en evaluar la cantidad de  $\text{H}_2\text{S}$  como precipitado de sulfuro de Cadmio, el que se valora con una solución standard de tiosulfato 0.1 N. Los reactivos que se utilizan son: solución de acetato de cadmio, hidróxido de sodio, ácido acético, almidón (indicador), solución standard de iodo 0.1 N y la solución de tiosulfato.



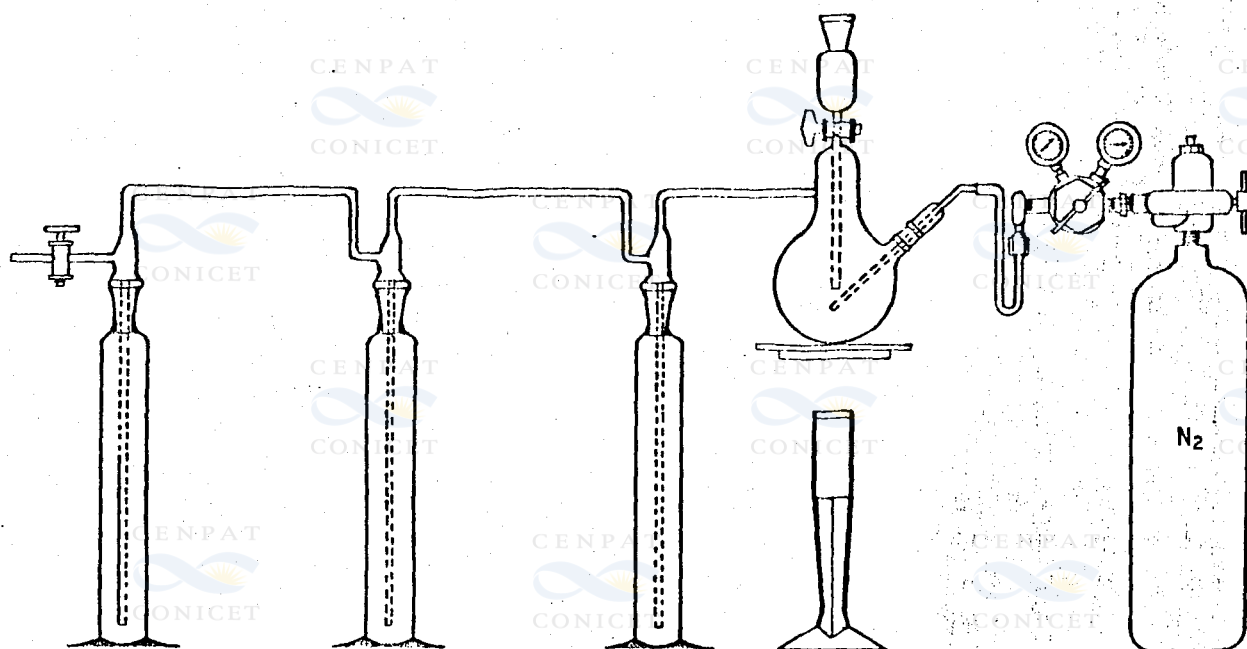


FIGURA 1. Esquema del aparato utilizado para la reducción, destilación y colección de H<sub>2</sub>S en suelos y extractos. Experimento de incubación anaeróbica.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En los cuadros que se adjuntan se observa un considerable aumento de la alcalinidad total. Se puede destacar una estrecha correlación en los cambios de contenido de alcalinidad y de H<sub>2</sub>S; la cantidad de éste paulatinamente aumentó desde el tiempo de incubación y alcanza valores máximos en los últimos períodos.

Los datos de la dinámica de los cambios de la reacción de los extractos acuosos de las muestras analizadas, corroboran un aumento drástico en los valores de pH a medida que aumenta el período de inundación. Particularmente se observa una alcalinización considerable del medio, aunque en muchos casos el tiempo en alcanzar la anaerobiós completa (ejemplo: el pre-experimento) en otros suelos tardó en completarse, desfavorando cambios bruscos; pero de acuerdo al nuevo diseño los cambios de pH son suficientemente altos. Estos, en una medida considerable, también se pueden establecer correlacionados con el aumento de la alcalinidad total y el contenido de H<sub>2</sub>S. El carácter de los cambios de contenidos del ión SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> y la cantidad de H<sub>2</sub>S que aumenta, corrobora la formación de la alcalinidad debido a la reducción de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; sin embargo, hay diferencias destacadas entre los diferentes tratamientos considerados, destacándose el SO<sub>4</sub>Na<sub>2</sub> + glucosa, que da el sustento energético y medio para el desarrollo del hábitat de bacterias. La glucosa vislumbra ser un activador de suma importancia dado los datos que presenta, a diferencia de los demás tratamientos: Testigo y con SO<sub>4</sub>Na<sub>2</sub> solo.

De los cuadros surge que al principio en las capas que se sometieron a inundación, la cantidad de  $\text{SO}_4^-$  disminuye respecto al inicial. Este hecho además del contenido de aumento de  $\text{H}_2\text{S}$ , muestra que en condiciones anaeróbicas ocurre una reducción de los  $\text{SO}_4^-$  de mayor accesibilidad ( $\text{SO}_4^-$  solubles) y posteriormente como lo explica Ponomareva, ocurre un paso a la solución de los  $\text{SO}_4^-$  de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  debido a la destrucción con el tiempo de su partícula o película organomineral. El contenido de los iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  en la solución aumenta. La hidrólisis de los minerales que contienen  $\text{Na}^+$  origina la salida de éste del complejo de intercambio iónico que conduce a un aumento de este ión en la solución. El  $\text{Na}^+$  interactúa con las sales de  $\text{SO}_4\text{Ca}$  y de  $\text{SO}_4\text{Mg}$ , con la formación de  $\text{SO}_4\text{Na}_2$ . Los  $\text{CO}_3^-$  y  $\text{HCO}_3^-$  de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  se precipitan y esto condiciona un aumento de la alcalinidad de la solución.

Los  $\text{SO}_4^-$  se reducen parcialmente formando  $\text{CO}_3\text{Na}_2$  y  $\text{H}_2\text{S}$ , pero una considerable parte de éstos queda en forma soluble. Durante la investigación del método biológico de formación de soda se utiliza la metodología de acuerdo a la cual, en calidad de tal, se toman las muestras con microflora muerta mediante la esterilización en autoclave a  $120^\circ\text{C}$ , durante 30' y repitiendo dos veces dicha operación. Se supone que en semejante control ocurren procesos fisicoquímicos atenuados y en las muestras con microflora viva ocurren procesos físico-químicos y biológicos. Adicionalmente a la metodología propuesta, se midieron los pH antes y después de la incubación y también se determinó por absorción atómica: Si, Al, Fe, Mn, Cu, Zn, Li, Ba, Sr, B y P. Como muestran los Cuadros Nros. 10a y 10b, la utilización en calidad de control de las muestras esterilizadas con autoclave demostró no ser tan eficiente por la cantidad de bacterias que se produjeron en los tratamientos más aptos para el desarrollo de los mismos, ya que en el testigo y en la del suelo + glucosa, se nota un efecto de la esterilización, la que se realizó a los 90 y se analizó a los 120 días, estableciéndose las mismas condiciones de oscuridad y temperatura; esto pudo haber comenzado a desarrollar bacterias de nuevo como mecanismo de defensa, en respuesta, siendo incompleta la esterilización, y además los sustratos disponibles favorecerían aún más cierto desarrollo. Tomando en cuenta esto, no sería claro utilizar estos datos en calidad de control para el cálculo de la parte de la fracción que participa en la soda debido al factor biológico y químico; pero según los datos, en semejante caso no se introduce en el suelo un compuesto químico adicional que raramente cambie las condiciones de incubación. El experimento muestra, a pesar de ello, un aumento no muy considerable de la alcalinidad y de  $\text{H}_2\text{S}$  en las muestras, con parte de microflora muerta en el autoclave. En base a los datos obtenidos, si se realiza cálculos aproximados se pueden considerar tentativamente como un aumento ligero de la participación fraccionaria de los factores biológicos y fisicoquímicos en la formación de  $\text{HCO}_3^-$ , demostrando que más del 60 % tiene un origen biológico.



CUADRO 2.- Génesis de la soda en los suelos de Montecillos; proceso biológico de formación de sales alcalinas de sodio.

IX Horizonte - Profundidad (cm) : 159-178, Salic sulfidic hydraqcents.

<sup>1</sup> Esterilizado en autoclave a los 90 días y analizado a los 120 días.

TRATAMIENTO	pH del Extracto	SH <sub>2</sub> meq/100g	ANIONES meq/100g					CATIONES meq/100g				TOTAL
			CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	TOTAL	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	
Serie 1 - Tiempo de inundación: 0 días												
Testigo	9.55	-	4.40	3.80	14.75	15.18	38.13	tr	0.11	32.95	2.45	35.51
Suelo + glucosa	6.85	-	tr	3.65	14.25	15.99	33.89	0.80	0.18	32.45	2.45	35.88
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	7.90	-	0.25	2.75	9.35	42.02	54.37	0.68	0.19	51.05	2.24	54.16
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.65	-	0.60	1.55	13.10	43.18	58.43	0.70	0.22	52.00	2.20	55.12
Serie 1 - Tiempo de inundación: 40 días												
Testigo	9.20	0.86	1.85	9.70	17.10	9.28	37.93	0.80	0.06	40.30	3.29	44.45
Suelo + glucosa	8.25	1.73	2.35	36.50	16.90	6.89	62.64	0.46	3.17	53.20	5.60	62.43
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.15	3.26	1.40	35.95	17.10	30.15	84.60	0.42	4.03	72.75	5.68	82.88
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	9.10	3.10	1.85	18.35	16.20	32.86	69.26	0.20	2.04	60.20	3.13	65.57
Serie 2 - Tiempo de inundación: 0 días												
Testigo	9.50	-	3.00	4.10	14.05	15.91	37.06	0.13	tr	32.05	2.40	34.58
Suelo + glucosa	7.20	-	tr	3.10	14.10	15.64	32.84	0.49	0.50	27.25	1.95	30.19
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.20	-	1.00	3.25	10.75	40.44	55.44	0.50	0.07	50.70	2.60	53.87
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	9.30	-	0.70	1.70	13.80	43.24	59.44	0.31	0.05	53.60	2.79	56.75
Serie 2 - Tiempo de inundación: 60 días												
Testigo	9.40	1.97	3.45	14.30	18.00	8.50	44.25	0.78	0.18	39.60	3.32	43.88
Suelo + glucosa	8.60	3.53	0.60	41.40	17.50	4.20	63.70	0.28	2.99	53.30	5.88	62.45
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.65	5.89	2.95	47.50	15.50	18.95	84.90	0.67	4.45	70.50	5.94	81.56
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	9.30	4.60	3.20	18.00	16.00	29.30	66.60	0.96	0.10	60.59	3.99	65.64
Serie 3 - Tiempo de inundación: 0 días												
Testigo	9.15	-	1.30	2.75	10.20	14.11	28.36	0.16	tr	25.45	1.68	27.29
Suelo + glucosa	7.65	-	0.70	5.50	14.25	12.72	33.17	2.00	0.33	33.90	2.55	38.78
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.10	-	tr	3.65	14.00	39.71	57.36	0.83	0.22	55.15	3.31	59.51
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	9.00	-	0.60	0.90	13.70	37.91	53.11	0.21	0.01	48.25	2.23	50.70
Serie 3 - Tiempo de inundación: 90 días												
Testigo	9.20	2.95	3.45	18.70	18.10	8.39	48.64	0.36	tr	38.05	3.05	41.46
Suelo + glucosa	8.50	3.89	5.50	40.15	17.70	2.10	65.45	0.43	2.43	46.90	4.31	54.07
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.60	6.25	11.55	52.00	11.80	1.68	77.03	0.36	2.62	65.95	5.76	74.69
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	9.10	4.87	4.50	18.75	17.10	9.97	50.32	0.61	tr	55.50	3.57	59.68
Serie 4 - Tiempo de inundación: 0 días												
Testigo	9.55	-	3.80	2.85	14.50	10.92	32.07	0.14	tr	33.70	2.53	36.37
Suelo + glucosa	7.85	-	0.70	4.75	13.20	13.23	31.88	0.98	0.26	30.25	2.28	33.77
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	7.20	-	0.90	3.05	13.20	40.14	57.29	0.82	0.12	53.65	3.17	57.76
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	9.00	-	0.70	3.10	11.90	33.99	49.69	0.30	0.10	38.25	2.13	40.78
Serie 4 - Tiempo de inundación: 120 días												
Testigo	9.30	1.35	4.00	6.05	17.50	11.72	39.27	0.35	0.15	35.30	2.56	38.36
Suelo + glucosa	7.80	1.98	1.20	6.98	18.00	13.83	40.01	0.48	0.55	53.25	2.73	37.01
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.10	3.97	2.50	13.00	18.30	36.80	70.60	0.23	0.27	57.15	3.98	61.63
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.95	2.05	0.95	12.81	17.50	28.52	59.78	0.32	0.33	44.60	2.63	47.88
Serie 5 - Tiempo de inundación: 0 días												
Testigo	9.45	-	2.60	2.20	12.85	12.85	30.50	0.07	tr	28.60	2.15	30.82
Suelo + glucosa	8.20	-	0.90	2.95	9.10	8.73	21.68	0.67	0.20	21.50	1.58	23.95
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	7.60	-	1.20	2.40	14.25	40.52	58.37	0.76	0.18	56.55	3.40	60.89
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	9.80	-	1.40	1.70	10.15	31.84	45.09	0.24	0.02	43.45	1.84	45.55
Serie 5 - Tiempo de inundación: 150 días												
Testigo	9.50	3.10	4.75	22.83	18.20	4.30	50.08	0.45	0.09	44.38	4.07	48.99
Suelo + glucosa	8.60	4.97	5.83	48.31	16.39	1.08	71.61	0.56	2.28	53.54	5.20	61.58
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.30	8.59	15.30	59.44	15.52	1.13	91.39	0.40	2.54	72.59	6.83	82.36
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	10.00	5.20	5.18	28.90	18.07	4.21	56.36	0.59	0.12	51.15	4.38	56.24



CUADRO 3.— Génesis de la soda en los suelos de Montecillos; proceso biológico de formación de sales alcalinas de sodio.

XXIII Horizonte—Profundidad (cm) : 373—383, Salic sulfidic hydraquents.

<sup>2</sup>Esterilizado en autoclave a los 90 días y analizado a los 120 días.

TRATAMIENTO	pH del Extracto	SH <sub>2</sub> meq/100g	ANIONES meq/100g				TOTAL	CATIONES meq/100g				TOTAL
			CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	
Serie 6 - Tiempo de inundación: 0 días												
Testigo	9.10	-	0.90	2.60	12.20	11.20	26.90	0.65	0.21	23.65	1.53	26.04
Suelo + glucosa	8.25	-	0.50	4.25	12.10	11.76	28.61	0.96	0.36	24.35	1.81	27.48
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.10	-	0.70	5.10	12.05	33.53	51.38	1.39	0.65	45.95	2.14	50.13
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.00	-	3.70	6.05	12.15	32.45	54.35	0.32	0.04	48.59	2.05	51.00
Serie 6 - Tiempo de inundación: 40 días												
Testigo	8.70	1.66	1.70	9.20	13.45	6.31	30.66	0.16	0.06	28.05	2.04	30.31
Suelo + glucosa	7.50	2.00	0.70	24.50	13.45	6.20	44.85	4.82	5.54	40.25	3.99	54.60
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.40	3.69	1.40	36.50	13.55	16.85	68.30	4.45	5.79	53.20	3.04	66.48
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.45	2.09	1.55	20.85	13.35	15.02	50.77	0.45	1.18	50.75	3.61	55.99
Serie 7 - Tiempo de inundación: 0 días												
Testigo	9.05	-	0.90	2.60	12.20	10.94	26.64	0.61	0.20	24.05	1.42	26.28
Suelo + glucosa	8.15	-	0.80	4.15	11.95	10.73	27.63	0.85	0.22	24.00	1.72	26.79
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.15	-	0.70	5.55	12.10	32.75	51.10	1.64	0.46	45.35	2.04	49.49
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.80	-	2.80	6.90	12.15	31.64	53.49	0.37	0.11	50.65	2.77	53.90
Serie 7 - Tiempo de inundación: 60 días												
Testigo	8.75	3.12	1.55	9.05	13.75	5.80	30.15	0.58	0.15	27.55	2.01	30.29
Suelo + glucosa	7.40	4.20	0.80	28.90	13.50	3.72	46.92	4.85	5.24	31.52	3.02	44.63
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	7.50	5.19	1.30	33.55	13.50	13.38	61.73	4.49	5.30	55.85	4.89	70.53
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.90	4.65	1.35	25.80	13.50	15.16	55.81	0.72	0.31	62.10	3.47	66.60
Serie 8 - Tiempo de inundación: 0 días												
Testigo	8.90	-	0.70	2.40	11.90	10.11	25.11	0.68	0.21	23.80	1.60	26.29
Suelo + glucosa	8.00	-	0.60	4.50	12.00	10.17	27.27	0.95	0.36	24.40	1.80	27.51
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.10	-	0.60	5.35	11.55	30.52	48.02	1.08	0.46	45.60	2.01	49.15
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.70	-	2.40	6.15	12.15	30.92	51.62	0.45	0.06	49.70	2.87	53.08
Serie 8 - Tiempo de inundación: 90 días												
Testigo	8.95	3.50	1.70	10.40	13.90	6.11	32.11	0.62	0.18	27.95	2.30	31.05
Suelo + glucosa	7.95	4.35	0.70	29.45	13.90	2.29	46.34	4.84	5.02	33.85	3.45	47.16
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.90	5.97	1.30	34.10	14.15	13.20	62.75	5.30	6.35	60.31	3.53	75.49
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	9.00	4.53	1.20	25.50	13.90	16.13	56.73	0.45	1.25	59.75	3.22	64.67
Serie 9 - Tiempo de inundación: 0 días												
Testigo	9.10	-	0.60	2.25	12.05	10.07	24.97	0.68	0.21	23.35	1.52	25.76
Suelo + glucosa	8.15	-	0.50	4.65	11.90	10.18	27.23	1.06	0.50	24.90	1.90	28.36
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	7.80	-	1.00	5.75	11.80	38.20	56.75	1.66	0.41	48.35	2.06	52.48
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.70	-	2.40	5.95	11.70	41.13	61.18	0.38	0.11	46.30	2.67	49.46
Serie 9 - Tiempo de inundación: 120 días												
Testigo	9.00	2.10	1.59	4.98	11.24	7.20	25.01	0.72	0.33	24.28	1.63	26.96
Suelo + glucosa	8.10	3.81	0.63	5.10	12.10	9.53	27.36	1.15	0.65	25.71	1.85	29.21
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	7.60	4.38	1.20	23.07	12.20	23.35	59.82	4.20	4.92	50.37	2.95	62.44
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	9.15	3.99	0.95	14.80	9.79	29.89	55.43	0.94	1.36	51.20	2.96	56.46
Serie 10 - Tiempo de inundación: 0 días												
Testigo	9.20	-	1.10	2.96	12.30	11.15	27.51	0.63	0.13	24.00	1.59	26.35
Suelo + glucosa	7.95	-	0.40	4.05	12.10	11.08	27.63	1.96	0.57	24.75	1.86	29.14
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	7.90	-	0.50	5.45	12.30	40.86	59.11	1.92	0.54	50.35	2.19	55.00
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.15	-	0.70	5.20	12.15	37.15	55.20	0.44	0.12	47.50	2.57	50.63
Serie 10 - Tiempo de inundación: 150 días												
Testigo	9.50	3.70	1.90	15.23	12.85	2.28	32.26	0.43	0.50	34.59	2.24	37.76
Suelo + glucosa	8.30	4.99	0.97	34.42	12.85	1.05	49.29	5.90	7.15	40.62	3.29	56.96
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.10	7.12	1.60	54.50	13.90	2.70	72.70	6.20	8.29	68.47	3.60	86.56
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	8.25	5.15	1.50	35.62	12.97	10.97	61.06	0.82	1.84	62.41	3.55	68.62

CUADRO 4.- Bases intercambiables expresadas en porcentaje y en meq/100 g., del experimento de incubación anaeróbica.

IX Horizonte - Profundidad (cm) : 159-178.

Tratamiento	BASES INTERCAMBIABLES				TOTAL meq/100 g
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	
Serie 1 - Tiempo de inundación: 0 días					
Testigo	1.39	1.89	81.07	15.64	57.54
	0.80	1.09	46.65	9.00	
Suelo + glucosa	0.35	1.78	82.19	15.69	57.37
	0.80	1.02	47.15	9.00	
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.79	2.57	72.38	24.26	36.13
	0.30	0.98	27.60	9.25	
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.82	2.58	73.04	23.56	39.09
	0.32	1.01	28.55	9.21	
Serie 1 - Tiempo de inundación: 40 días					
Testigo	0.18	2.51	79.81	17.51	71.80
	0.13	1.80	57.30	12.57	
Suelo + glucosa	1.07	0.99	79.16	18.78	59.60
	0.64	0.59	47.18	11.19	
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.23	2.07	72.80	24.90	43.89
	0.10	0.91	31.95	10.93	
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.38	3.86	73.46	22.30	55.39
	0.21	2.14	40.69	12.35	
Serie 2 - Tiempo de inundación: 0 días					
Testigo	1.15	2.05	81.32	15.48	58.47
	0.67	1.20	47.55	9.05	
Suelo + glucosa	0.49	1.11	83.28	15.11	62.86
	0.31	0.70	52.35	9.50	
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	1.35	3.17	71.63	23.86	36.30
	0.49	1.15	26.00	8.66	
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.77	2.88	73.76	22.59	39.18
	0.30	1.13	28.90	8.85	

Continúa

Tratamiento	BÁSIS INTERCAMBIABLES				TOTAL mg/100 g
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	
Serie 2 - Tiempo de inundación: 60 días					
Testigo	0.22	5.15	76.64	18.00	81.41
	0.18	4.19	62.39	14.65	
Suelo + glucosa	0.72	1.28	80.79	17.22	72.72
	0.52	0.93	58.75	12.52	
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	2.47	3.73	63.96	29.84	61.59
	1.52	2.30	39.39	18.38	
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.61	7.64	76.23	15.52	65.84
	0.40	5.03	50.19	10.22	
Serie 3 - Tiempo de inundación: 0 días					
Testigo	0.97	1.82	82.34	14.86	65.76
	0.64	1.20	54.15	9.77	
Suelo + glucosa		1.57	82.39	16.04	55.47
		0.87	45.70	8.90	
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>		2.92	72.83	24.25	33.57
		0.98	24.45	8.14	
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	1.39	2.81	74.03	21.77	42.35
	0.59	1.19	31.35	9.22	
Serie 3 - Tiempo de inundación: 90 días					
Testigo	1.31	1.58	77.69	19.42	91.34
	1.20	1.44	70.96	17.74	
Suelo + glucosa		7.57	74.67	17.76	84.68
		6.41	53.23	15.04	
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	2.70	1.88	72.86	22.56	63.22
	1.71	1.19	46.06	14.26	
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>		17.93	60.30	21.77	65.08
		11.67	39.24	14.17	

Continúa

Continuación Cuadro 4.

**BASES INTERCAMBIABLES**  
X  
meq/100 g

Tratamiento	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	TOTAL meq/100 g
Serie 4- Tiempo de inundación: 0 días					
Testigo	1.16 0.66	2.12 1.20	80.98 45.90	15.74 8.92	56.68
Suelo + glucosa		1.58 0.94	83.14 49.35	15.28 9.07	59.36
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>		3.06 1.08	73.49 25.95	23.45 8.28	35.31
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.96 0.50	2.10 1.10	79.11 41.35	17.83 9.32	52.27
Serie 4- Tiempo de inundación: 120 días					
Testigo	2.93 1.65	0.14 0.08	83.66 47.19	13.28 7.49	56.41
Suelo + glucosa	0.66 0.38	0.12 0.07	87.83 50.28	11.39 6.52	57.25
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>		1.66 0.72	82.08 35.68	16.26 7.07	43.47
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>		0.72 0.34	88.23 41.91	11.05 5.25	47.50
Serie 5- Tiempo de inundación: 0 días					
Testigo	1.17 0.73	1.93 1.20	81.95 51.00	14.94 9.30	62.23
Suelo + glucosa	0.19 0.13	1.45 1.00	84.08 58.10	14.28 9.87	69.10
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.12 0.04	3.17 1.02	71.67 23.05	25.03 8.05	32.16
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	1.18 0.56	2.48 1.18	76.11 36.15	20.23 9.61	47.50
Serie 5- Tiempo de inundación: 150 días					
Testigo	4.43 3.69	10.57 8.80	71.05 59.14	13.95 11.61	83.24
Suelo + glucosa	2.43 1.38	8.93 5.08	74.80 42.56	13.85 7.88	56.90
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.04 0.02	14.44 7.39	77.37 39.59	8.15 4.17	51.17
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.13 0.11	11.37 9.40	73.40 60.68	15.10 12.48	82.67



**CUADRO 5.— Bases intercambiables expresadas en por ciento y en meq/100 g., del experimento de incubación anaeróbica.**

**XXIII Horizonte - Profundidad:(cm) : 373-383.**

BASES INTERCAMBIABLES					
X					
meq/100 g					
Tratamiento	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	TOTAL meq/100g
Serie 6 - Tiempo de inundación: 0 días					
Testigo	2.12	2.97	79.07	15.84	63.68
	1.35	1.89	50.35	10.09	
Suelo + glucosa	1.67	2.80	79.77	15.76	62.24
	1.04	1.74	49.65	9.81	
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	1.62	3.86	69.29	25.23	37.58
	0.61	1.45	26.04	9.48	
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	4.34	5.32	65.63	24.72	38.72
	1.68	2.06	25.41	9.57	
Serie 6 - Tiempo de inundación: 40 días					
Testigo	2.63	6.39	73.62	17.35	84.31
	2.22	5.39	62.07	14.63	
Suelo + glucosa	0.52	0.98	77.53	20.97	64.13
	6.33	0.63	49.72	13.45	
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	5.03	11.99	59.83	23.14	46.88
	2.36	5.62	28.05	10.85	
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	3.94	5.23	65.63	25.20	49.49
	1.95	2.59	32.48	12.47	
Serie 7 - Tiempo de inundación: 0 días					
Testigo	2.19	2.99	78.74	16.08	63.44
	1.39	1.90	49.95	10.20	
Suelo + glucosa	1.83	2.99	79.45	15.73	62.93
	1.15	1.88	50.00	9.90	
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.89	4.08	71.22	23.81	40.23
	0.36	1.64	28.65	9.58	
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	4.55	5.56	65.19	24.71	35.82
	1.63	1.99	23.35	8.85	

Continúa

Continuación Cuadro 5.

## BASES INTERCAMBIABLES

X  
meq/100 g

Tratamiento	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	TOTAL meq/100 g
Serie 7 - Testigo de inundación: 60 días					
Testigo	2.86 2.58	6.40 5.78	73.89 66.70	16.85 15.21	90.27
Suelo + glucosa	1.76 1.33	1.91 1.45	77.04 58.37	19.30 14.62	75.77
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	2.98 1.19	9.89 3.95	74.41 29.72	12.72 5.08	39.94
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	1.90 0.95	7.82 3.90	74.99 37.42	15.29 7.63	49.90
Serie 8 - Tiempo de inundación: 0 días					
Testigo	2.08 1.32	2.98 1.89	79.14 50.20	15.80 10.02	63.43
Suelo + glucosa	1.69 1.05	2.80 1.74	79.73 49.60	15.79 9.82	62.21
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	2.27 0.92	4.04 1.64	70.00 28.40	23.69 9.61	40.57
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	4.23 1.55	5.57 2.04	66.32 24.30	23.88 8.75	36.64
Serie 8 - Tiempo de inundación: 90 días					
Testigo	3.51 3.35	6.78 6.48	73.21 69.97	16.50 15.77	95.57
Suelo + glucosa	1.62 1.25	2.50 1.93	77.41 59.73	18.47 14.25	77.16
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	4.96 2.30	9.60 4.45	63.99 29.66	21.45 9.94	46.35
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	4.90 3.42	8.18 5.71	70.89 49.50	16.04 11.20	69.83

Continúa

Continuación Cuadro 5.

## BASES INTERCAMBIABLES

meq/100 g

	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	TOTAL meq/100g
Serie 9 - Tiempo de inundación: 0 días					
Testigo	2.06 1.32	2.95 1.89	79.19 50.65	15.79 10.10	63.96
Suelo + glucosa	1.53 0.94	2.61 1.60	80.02 49.10	15.84 9.72	61.36
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.91 0.34	4.34 1.69	68.88 25.65	25.67 9.56	37.24
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	3.74 1.62	4.60 1.99	70.97 30.70	20.69 8.95	43.26
Serie 9 - Tiempo de inundación: 120 días					
Testigo	2.03 1.40	4.44 3.07	77.69 53.69	15.84 10.95	69.11
Suelo + glucosa	1.57 1.04	3.19 2.12	80.89 53.70	14.35 9.53	66.39
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	2.24 0.89	13.32 5.29	70.08 27.83	14.35 5.70	39.71
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	5.70 3.02	13.69 7.25	66.03 34.97	14.58 7.72	52.96
Serie 10 - Tiempo de inundación: 0 días					
Testigo	2.16 1.37	3.11 1.97	78.90 50.00	15.83 10.03	63.37
Suelo + glucosa	0.07 0.04	2.53 1.53	81.30 49.25	16.11 9.76	60.58
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.23 0.08	4.49 1.56	68.12 23.65	27.16 9.43	34.72
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	3.31 1.56	4.20 1.98	73.26 34.50	19.22 9.05	47.09
Serie 10 - Tiempo de inundación: 150 días					
Testigo	0.34 0.27	6.44 5.18	75.65 60.83	17.57 14.13	80.41
Suelo + glucosa	1.33 0.97	4.91 3.58	75.57 55.08	18.19 13.26	72.89
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	1.03 0.46	14.17 6.30	72.42 32.20	12.37 5.50	44.46
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	3.79 2.53	10.88 7.26	66.73 44.51	18.59 12.40	66.70

**CUADRO 6.- Contenido de H<sub>2</sub>S en el suelo húmedo y seco de los distintos tratamientos.**

**IX Horizonte - Profundidad (cm): 159-178.**

Tratamiento	Suelo Húmedo (1)
	Suelo Seco (2)
	meq/100 g
<b>Serie 1 - Tiempo de inundación: 40 días</b>	
Testigo	$\frac{9.40}{2.96}$
Suelo + Glucosa	$\frac{25.20}{6.32}$
Suelo + Glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	$\frac{29.30}{7.20}$
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	$\frac{23.65}{5.97}$
<b>Serie 2 - Tiempo de inundación: 60 días</b>	
Testigo	$\frac{15.13}{3.60}$
Suelo + Glucosa	$\frac{39.20}{7.15}$
Suelo + Glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	$\frac{40.40}{7.30}$
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	$\frac{36.21}{6.10}$
<b>Serie 3 - Tiempo de inundación: 90 días</b>	
Testigo	$\frac{16.42}{4.75}$
Suelo + Glucosa	$\frac{40.91}{7.80}$
Suelo + Glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	$\frac{46.83}{8.17}$
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	$\frac{39.74}{7.20}$

Continúa



Continuación Cuadro 8.	
Tratamiento	Suelo Húmedo (1) Suelo Seco (2) mg/100 g
<b>Serie 4 - Tiempo de inundación: 120 días</b>	
Testigo	<u>11.37</u> 2.16
Suelo + Glucosa	<u>25.13</u> 3.48
Suelo + Glucosa + $SO_4Na_2$	<u>23.49</u> 5.20
Suelo + $SO_4Na_2$	<u>26.70</u> 4.95
<b>Serie 5 - Tiempo de inundación: 150 días</b>	
Testigo	<u>20.49</u> 5.03
Suelo + Glucosa	<u>56.81</u> 7.99
Suelo + Glucosa + $SO_4Na_2$	<u>65.43</u> 8.94
Suelo + $SO_4Na_2$	<u>53.52</u> 6.93

- 1 - Suelo húmedo, analizado inmediatamente después de la incubación.
- 2 - Suelo seco al aire.
- 3 - Esterilizado en autoclave a los 90 días y analizado a los 120 días.

**CUADRO 7.- Contenido de H<sub>2</sub>S en el suelo húmedo y seco de los distintos tratamientos.**

**XXII Horizonte - Profundidad (cm): 373-383.**

Tratamiento	Suelo Húmedo (1) Suelo Seco (2) meq/100 g
<b>Serie 6 - Tiempo de inundación: 40 días</b>	
Testigo	<u>9.37</u> 2.15
Suelo + Glucosa	<u>22.24</u> 5.09
Suelo + Glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	<u>24.81</u> 5.15
Suelo + SO <sub>4</sub> Na	<u>20.43</u> 4.81
<b>Serie 7 - Tiempo de inundación: 60 días</b>	
Testigo	<u>11.18</u> 3.57
Suelo + Glucosa	<u>24.83</u> 4.18
Suelo + Glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	<u>26.90</u> 5.30
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	<u>23.81</u> 5.00
<b>Serie 8 - Tiempo de inundación: 90 días</b>	
Testigo	<u>15.35</u> 4.61
Suelo + Glucosa	<u>37.93</u> 6.10
Suelo + Glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	<u>41.68</u> 6.80
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	<u>35.16</u> 5.20

Continúa



Continuación Cuadro 7.	
Tratamiento	Suelo Húmedo (1)
	Suelo Seco (2)
mg/100 g	
<b>3 Serie 9 - Tiempo de inundación: 120 días</b>	
Testigo	$\frac{13.50}{3.22}$
Suelo + Glucosa	$\frac{20.17}{3.15}$
Suelo + Glucosa + $SO_4 Na_2$	$\frac{23.40}{3.08}$
Suelo + $SO_4 Na_2$	$\frac{20.00}{3.41}$
<b>Serie 10 - Tiempo de inundación: 150 días</b>	
Testigo	$\frac{19.40}{4.60}$
Suelo + Glucosa	$\frac{45.14}{6.70}$
Suelo + Glucosa + $SO_4 Na_2$	$\frac{55.80}{7.19}$
Suelo + $SO_4 Na_2$	$\frac{44.70}{5.94}$



CUADRO 8.- Efectos del sulfato de sodio y glucosa sobre cambios químicos durante la incubación anaeróbica.

IX Horizonte - Profundidad (cm): 159-178.

<sup>1</sup> Cambios químicos expresados en términos de meq/100 g.

<sup>2</sup> Representa el valor de pérdida o ganancia adicionada al sistema.

Comparación entre tratamientos	$\Delta Na$		$\Delta (Ca^{2+} + Mg^{2+})$	$(CO_3^{2-} + HCO_3^-)$	$SO_4^{2-}$	$^2\Delta SO_4$	$SiO_2$	$SO_4^{2-}$	
	Soluble	Intercambiable	Intercambiable	Soluble total	Soluble antes de la incubación		Soluble después de la incubación	Después de la incubación X meq/100 g	Después de incubación X meq/100 g
Testigo (0 días) VS Testigo (40 días)	+ 7.35	+10.65	+0.04	+ 3.35	15.18	9.28	-	0.03 1.10	0.49 10.17
Suelo + glucosa (0 días) VS Suelo + glucosa (40 días)	+20.75	+ 0.03	-0.59	+35.20	15.99	6.89	-	0.07 2.17	0.44 9.20
Suelo + glucosa + $SO_4Na_2$ (0 días) VS Suelo + glucosa + $SO_4Na_2$ (40 días)	+21.70	+ 4.35	-0.27	+34.35	42.02	30.15	+1.84	0.10 3.29	0.35 7.25
Suelo + $SO_4Na_2$ (0 días) VS Suelo + $SO_4Na_2$ (40 días)	+ 8.20	+12.14	+1.02	+18.05	43.18	32.86	3.00	0.08 2.63	0.43 8.84
Testigo (0 días) VS Testigo (60 días)	+ 7.55	+14.84	+2.50	+10.65	15.91	8.50	-	0.06 1.28	0.19 4.04
Suelo + glucosa (0 días) VS Suelo + glucosa (60 días)	+26.05	+ 6.40	+0.44	+38.90	15.64	4.20	-	0.11 3.51	0.17 3.62
Suelo + glucosa + $SO_4Na_2$ (0 días) VS Suelo + glucosa + $SO_4Na_2$ (60 días)	+19.80	+13.39	+2.18	+46.20	40.44	18.95	-0.47	0.12 4.03	0.20 4.23
Suelo + $SO_4Na_2$ (0 días) VS Suelo + $SO_4Na_2$ (60 días)	+ 6.99	+21.29	+4.00	+18.90	43.24	29.30	+2.33	0.09 3.12	0.21 4.33

Continúa



Comparación entre Tratamientos	$\Delta Na$		$\Delta(Ca^{2+} + Mg^{2+}) (CO_3^{2-} + HCO_3^-)$		$\cdot SO_4^{2-}$		$^2 \Delta SO_4$	Después de incubación % meq/100 g	Después de incubación % meq/100 g
	Soluble	Intercambiable	Intercambiable	Soluble Total	Soluble antes de la incubación	Soluble después de la incubación			
								SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Testigo (0 días) VS Testigo (90 días)	+12.60	+16.81	+0.80	+18.10	14.11	8.29	-	0.08 2.63	0.19 3.93
Suelo + glucosa (0 días) VS Suelo + glucosa (90 días)	+13.00	+17.53	+5.54	+39.43	12.72	2.10	-	0.17 5.66	0.16 3.29
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> (0 días) VS Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> (90 días)	+10.80	+21.61	+1.92	+59.90	39.71	1.68	+0.60	0.18 5.85	0.14 2.90
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> (0 días) VS Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> (90 días)	+ 7.25	+ 7.89	+9.89	+21.75	37.91	9.97	-1.20	0.11 3.66	0.17 3.44
Testigo (0 días) VS Testigo (120 días)	+ 1.60	+ 1.29	-0.13	+ 3.40	10.92	11.72	-	0.04 1.34	0.14 2.80
Suelo + glucosa (0 días) VS Suelo + glucosa (120 días)	+ 3.00	+ 0.93	-0.49	+ 2.73	13.23	13.83	-	0.01 0.37	0.06 1.32
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> (0 días) VS Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> (120 días)	+ 3.30	+ 9.73	-0.36	+11.55	40.14	36.80	+4.22	0.02 0.57	0.06 1.34
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> (0 días) VS Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> (120 días)	+ 6.35	+ 0.56	-1.26	+ 9.96	33.99	28.52	1.93	0.02 0.57	0.11 2.36
Testigo (0 días) VS Testigo (150 días)	+13.78	+ 8.14	+10.56	+22.78	12.85	4.30	-	0.10 3.13	0.08 1.65
Suelo + glucosa (0 días) VS (Suelo + glucosa (150 días)	+32.04	-15.54	+ 3.33	+50.29	8.73	1.08	-	-0.36 5.40	0.04 0.91
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na (0 días) VS Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> (150 días)	+16.04	+16.54	+ 6.35	+71.14	40.52	1.13	+2.67	0.18 5.90	0.02 0.48
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> (0 días) VS Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> (150 días)	+ 7.70	+24.53	+ 7.77	+28.90	31.84	4.21	-6.01	0.16 5.19	0.05 1.13

CUADRO 9.- Efectos del sulfato de sodio y glucosa sobre cambios químicos durante la incubación anaeróbica.

XXIII Horizonte - Profundidad (cm) : 373-383.

Comparación entre Tratamientos	$\Delta \text{Na}^+$		$\Delta(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	$(\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-)$	$\text{SO}_4^{2-}$		$^2\Delta\text{SO}_4$	$\text{SiO}_2$	$\text{SO}_4^{2-}$ TOTAL
	Soluble	Intercambia- ble			Soluble antes de la incubación	Soluble antes de la incubación		Después de la incubación % meq/100 g	Después de la incubación % meq/100 g
Testigo (0 días) VS Testigo (40 días)	+ 4.40	+11.72	+4.37	+7.40	11.20	6.31	-	0.02 0.80	0.99 20.51
Suelo + glucosa (0 días) VS Suelo + glucosa (40 días)	+15.90	+ 0.07	-1.82	+20.45	11.76	6.20	-	0.05 1.50	0.88 18.30
Suelo + glucosa + $\text{SO}_4\text{Na}_2$ (0 días) VS Suelo + glucosa + $\text{SO}_4\text{Na}_2$ (40 días)	+ 7.25	+ 2.01	+5.92	+32.10	33.53	16.85	-2.67	0.08 2.58	0.87 18.15
Suelo + $\text{SO}_4\text{Na}_2$ (0 días) VS Suelo + $\text{SO}_4\text{Na}_2$ (40 días)	+ 2.16	+ 7.07	+0.80	+12.65	32.45	15.02	-3.75	0.04 1.25	0.92 19.20
Testigo (0 días) VS Testigo (60 días)	+ 3.50	+16.75	+5.07	+ 7.10	10.94	5.80	-	0.06 1.84	0.73 15.20
Suelo + glucosa (0 días) VS Suelo + glucosa (60 días)	+ 7.52	+ 8.37	-0.25	+24.75	10.73	3.72	-	0.06 2.10	0.62 12.81
Suelo + glucosa + $\text{SO}_4\text{Na}_2$ (0 días) VS Suelo + glucosa + $\text{SO}_4\text{Na}_2$ (60 días)	+10.50	+ 1.07	+3.14	+28.60	32.75	13.38	-3.19	0.10 3.40	0.50 10.40
Suelo + $\text{SO}_4\text{Na}_2$ (0 días) VS Suelo + $\text{SO}_4\text{Na}_2$ (60 días)	+11.45	+14.07	+1.23	+17.45	31.64	15.16	-4.30	0.06 1.99	0.55 11.34

Continúa

Continuación Cuadro 9.

Comparación entre Tratamientos	$\Delta Na$		$\Delta(Ca^{2+}+Mg^{2+}) (CO_3^{2-}+HCO_3^-)$		$SO_4^{2-}$		$\Delta SO_4^{2-}$	$SiO_2$	$SO_4^{2-}$ TOTAL
	Soluble	Intercambiable	Intercambiable	Soluble total	Soluble antes de la incubación	Soluble después de la incubación		Después de la incubación % meq/100 g	Después de la incubación % meq/100 g
Testigo (0 días) VS Testigo (90 días)	+4.15	+19.77	+6.62	+9.00	10.11	6.11	-	0.06 2.02	0.65 13.50
Suelo + glucosa (0 días) VS Suelo + glucosa (90 días)	+9.45	+10.13	+0.39	+25.05	10.17	2.29	-	0.12 4.12	0.54 11.23
Suelo + glucosa + $SO_4Na_2$ (0 días) VS Suelo + glucosa + $SO_4Na_2$ (90 días)	+14.71	+ 1.26	+4.19	+29.45	30.52	13.20	-4.59	0.13 4.16	0.40 8.40
Suelo + $SO_4Na_2$ (0 días) VS Suelo + $SO_4Na_2$ (90 días)	+10.05	+25.20	+3.54	+18.15	30.92	16.13	-4.19	0.07 2.22	0.45 9.30
Testigo (0 días) VS Testigo (120 días)	+ 0.93	+ 3.04	+1.26	+3.72	10.07	7.20	-	0.01 0.20	0.33 6.95
Suelo + glucosa (0 días) VS Suelo + glucosa (120 días)	+ 1.81	+ 4.60	+0.62	+0.58	10.18	9.53	-	0.03 0.94	0.26 5.39
Suelo + glucosa + $SO_4Na_2$ (0 días) VS Suelo + glucosa + $SO_4Na_2$ (120 días)	+ 2.02	+ 2.18	+4.15	+17.52	38.20	23.35	+3.13	0.04 1.30	0.23 4.16
Suelo + $SO_4Na_2$ (0 días) VS Suelo + $SO_4Na_2$ (120 días)	+ 4.90	+ 4.27	+6.66	+7.40	41.13	29.89	+6.06	0.03 1.13	0.25 5.13
Testigo (0 días) VS Testigo (150 días)	+10.59	+10.83	+2.11	+13.07	11.15	2.28	-	0.08 2.51	0.15 3.20
Suelo + glucosa (0 días) VS Suelo + glucosa (150 días)	+15.87	+5.83	+2.98	+30.94	11.08	1.05	-	0.16 5.40	0.14 2.89
Suelo + glucosa + $SO_4Na_2$ (0 días) VS Suelo + glucosa + $SO_4Na_2$ (150 días)	+18.12	+8.55	+5.12	+50.15	40.86	2.70	+4.71	0.18 6.14	0.12 2.47
Suelo + $SO_4Na_2$ (0 días) VS Suelo + $SO_4Na_2$ (150 días)	+14.91	+10.01	+6.25	+31.22	37.15	10.97	+1.00	0.13 4.38	0.13 2.72

CUADRO 10 a.- Cambios químicos iónicos durante la incubación anaeróbica.

IX Horizonte - Profundidad (cm) : 159-178.

nd: no determinado.

Tratamientos	$\frac{\%}{\text{meq/100 g}}$									
	Al <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	B <sup>3+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Li <sup>+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	P <sup>5+</sup>
Testigo antes de la incubación	$\frac{0.002}{0.242}$	$\frac{0.003}{0.165}$	$\frac{0.002}{0.059}$	$\frac{0.006}{0.198}$	$\frac{2.5 \times 10^{-4}}{0.008}$	$\frac{0.012}{3.05}$	$\frac{0.001}{0.015}$	$\frac{5.6 \times 10^{-5}}{0.008}$	$\frac{2.8 \times 10^{-4}}{0.006}$	nd
Serie 3 - Tiempo de inundación: 90 días										
Testigo	0.00	$\frac{0.412}{21.70}$	$\frac{0.007}{0.273}$	$\frac{0.002}{0.047}$	$\frac{0.025}{0.765}$	$\frac{0.014}{3.47}$	$\frac{0.004}{0.051}$	$\frac{6.1 \times 10^{-5}}{0.009}$	0.00	$\frac{0.475}{79.11}$
Suelo + glucosa	0.00	$\frac{0.028}{1.48}$	$\frac{0.006}{0.218}$	$\frac{0.004}{0.110}$	$\frac{0.009}{0.260}$	$\frac{0.037}{9.16}$	$\frac{0.007}{0.102}$	$\frac{1.2 \times 10^{-4}}{0.017}$	0.00	$\frac{0.483}{80.57}$
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.00	$\frac{0.064}{3.36}$	$\frac{0.009}{0.328}$	$\frac{0.002}{0.063}$	$\frac{0.014}{0.428}$	$\frac{0.055}{13.75}$	$\frac{0.010}{0.146}$	$\frac{1.3 \times 10^{-4}}{0.019}$	0.00	$\frac{0.547}{91.13}$
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.00	$\frac{0.216}{11.36}$	$\frac{0.015}{0.546}$	$\frac{0.001}{0.031}$	$\frac{0.004}{0.122}$	$\frac{0.031}{7.64}$	$\frac{0.005}{0.073}$	$\frac{7.0 \times 10^{-5}}{0.010}$	0.00	$\frac{0.528}{88.07}$
Serie 5 - Tiempo de inundación: 150 días										
Testigo	0.00	$\frac{0.333}{17.54}$	$\frac{0.043}{1.602}$	$\frac{0.001}{0.016}$	$\frac{0.010}{0.291}$	$\frac{0.018}{4.58}$	$\frac{0.006}{0.087}$	$\frac{7.5 \times 10^{-5}}{0.011}$	0.00	$\frac{0.537}{89.52}$
Suelo + glucosa	0.00	$\frac{0.057}{3.01}$	$\frac{0.009}{0.328}$	$\frac{0.001}{0.031}$	$\frac{0.018}{0.551}$	$\frac{0.061}{15.27}$	$\frac{0.012}{0.175}$	$\frac{9.8 \times 10^{-5}}{0.014}$	0.00	$\frac{0.564}{93.95}$
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.00	$\frac{0.278}{14.64}$	$\frac{0.055}{2.039}$	$\frac{0.002}{0.047}$	$\frac{0.033}{0.994}$	$\frac{0.071}{18.35}$	$\frac{0.033}{0.480}$	$\frac{1.4 \times 10^{-4}}{0.020}$	0.00	$\frac{0.642}{107.02}$
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.00	$\frac{0.254}{13.37}$	$\frac{0.008}{0.309}$	$\frac{0.001}{0.016}$	$\frac{0.008}{0.229}$	$\frac{0.049}{12.23}$	$\frac{0.012}{0.176}$	$\frac{1.0 \times 10^{-4}}{0.015}$	0.00	$\frac{0.537}{89.52}$



**CUADRO 10 b.- Cambios químicos iónicos durante la incubación anaeróbica.**

**XXIII Horizonte - Profundidad (cm): 373-383.**

nd: no determinado.

Tratamientos	$\frac{\mu}{\text{meq}/100 \text{ g}}$									
	Al <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	P <sup>3+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Li <sup>+</sup>	Sr <sup>+</sup>	P <sup>5+</sup>
Testigo antes de la incubación	$\frac{0.001}{0.116}$	$\frac{0.003}{0.153}$	$\frac{0.001}{0.052}$	$\frac{0.004}{0.130}$	$\frac{0.006}{0.184}$	$\frac{0.037}{9.16}$	$\frac{0.004}{0.051}$	$\frac{8.3 \times 10^{-5}}{0.012}$	$\frac{8.3 \times 10^{-5}}{0.002}$	nd
Serie 8: Tiempo de inundación: 90 días										
Testigo	0.00	$\frac{0.006}{0.322}$	$\frac{0.007}{0.235}$	$\frac{0.004}{0.110}$	$\frac{0.004}{0.122}$	$\frac{0.036}{9.05}$	$\frac{0.005}{0.073}$	$\frac{8.4 \times 10^{-5}}{0.012}$	0.00	$\frac{0.310}{51.69}$
Suelo + glucosa	0.00	$\frac{0.018}{0.940}$	$\frac{0.017}{0.637}$	$\frac{0.005}{0.142}$	$\frac{0.004}{0.107}$	$\frac{0.036}{9.10}$	$\frac{0.006}{0.080}$	$\frac{9.1 \times 10^{-5}}{0.013}$	$\frac{0.001}{0.023}$	$\frac{0.376}{62.66}$
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.00	$\frac{0.021}{1.128}$	$\frac{0.021}{0.764}$	$\frac{0.002}{0.047}$	$\frac{0.005}{0.138}$	$\frac{0.037}{9.35}$	$\frac{0.009}{0.124}$	$\frac{1.6 \times 10^{-4}}{0.023}$	$\frac{0.002}{0.034}$	$\frac{0.535}{89.19}$
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.00	$\frac{0.016}{0.832}$	$\frac{0.027}{0.983}$	$\frac{0.005}{0.142}$	$\frac{0.004}{0.122}$	$\frac{0.036}{9.10}$	$\frac{0.005}{0.066}$	$\frac{9.8 \times 10^{-5}}{0.014}$	0.00	$\frac{0.470}{78.31}$
Serie 10: Tiempo de inundación: 150 días										
Testigo	0.00	$\frac{0.015}{0.806}$	$\frac{0.008}{0.309}$	$\frac{0.001}{0.016}$	$\frac{0.003}{0.092}$	$\frac{0.038}{9.56}$	$\frac{0.005}{0.066}$	$\frac{8.4 \times 10^{-5}}{0.012}$	0.00	$\frac{0.396}{65.97}$
Suelo + glucosa	0.00	$\frac{0.020}{1.047}$	$\frac{0.022}{0.819}$	$\frac{0.004}{0.110}$	$\frac{0.006}{0.184}$	$\frac{0.043}{10.69}$	$\frac{0.005}{0.073}$	$\frac{2.1 \times 10^{-4}}{0.030}$	$\frac{0.001}{0.023}$	$\frac{0.518}{86.37}$
Suelo + glucosa + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.00	$\frac{0.027}{1.423}$	$\frac{0.100}{3.695}$	$\frac{0.001}{0.031}$	$\frac{0.014}{0.428}$	$\frac{0.079}{19.69}$	$\frac{0.017}{0.248}$	$\frac{1.9 \times 10^{-4}}{0.028}$	$\frac{0.002}{0.034}$	$\frac{0.559}{93.15}$
Suelo + SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	0.00	$\frac{0.017}{0.886}$	$\frac{0.029}{1.092}$	$\frac{0.002}{0.063}$	$\frac{0.019}{0.566}$	$\frac{0.042}{10.56}$	$\frac{0.006}{0.087}$	$\frac{9.8 \times 10^{-5}}{0.014}$	0.00	$\frac{0.564}{93.95}$

## CONCLUSIONES

En condiciones anaeróbicas la alcalinidad total aumenta y la correlación con el  $\text{H}_2\text{S}$  ocasiona además una reacción alcalina muy fuerte. Se observa un aumento mayor en la alcalinidad del  $\text{H}_2\text{S}$  y del pH como regla general en las muestras de estructura "columnar" del suelo analizado. La relativa estabilidad de la alcalinidad y del  $\text{H}_2\text{S}$  en las capas con la microflora muerta, donde funcionó la esterilización, corrobora el origen bioquímico de la alcalinidad mediante la reducción de  $\text{SO}_4^{=}$  en las muestras con flora no muerta. Evidentemente hay niveles de anaerobiosis y de reducción de  $\text{SO}_4^{=}$ . Las muestras analizadas no presentan el mismo comportamiento.

En la naturaleza a veces se encuentra una conjunción de condiciones necesarias para la actividad biológica de las bacterias sulfato-reductoras.

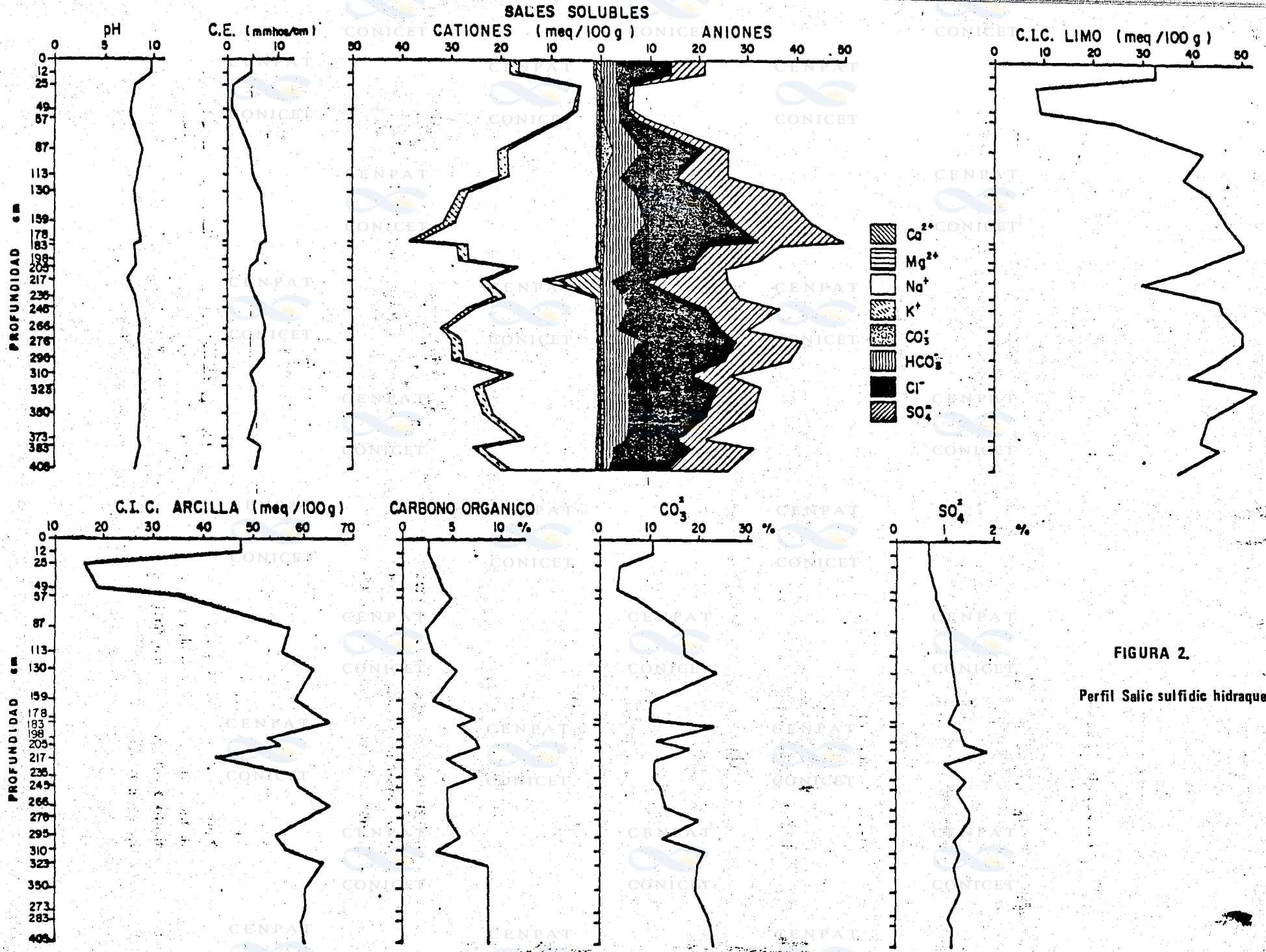
Las condiciones anaeróbicas en le área de Montecillos son provocadas por inundación y subpresión de aguas cercanas a la superficie.

Cuando se agotan los iones  $\text{SO}_4^{=}$  en los suelos que poseen considerables reservas, los mismos se renuevan por la descomposición de residuos y ascensión capilar de soluciones salinas. Considerando lo que se ha dicho, se puede permitir y considerar permisible que en los suelos de condiciones determinadas, se producen procesos bioquímicos de sulfato reducción acompañado de alcalinidad.

Los valores más altos de reducción se alcanzaron en los tiempos de incubación de 150 días para los tratamientos: Suelo + glucosa y Suelo + glucosa +  $\text{SO}_4\text{Na}_2$ .

Comparando los elementos analizados (Cuadro Nro. 10) entre el tiempo de inundación 90 días y 150 días<sup>-1</sup>, destacamos los incrementos de  $\text{B}^{3+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  y  $\text{Si}^{4+}$ , pero disminución para el  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$  y nulo para el  $\text{Al}^{3+}$ , siendo los primeros elementos el resultado del aumento de la alcalinidad.

En conclusión, las condiciones reductoras con presencia de  $\text{H}_2\text{S}$  surgen en soluciones sin oxígeno, ricas en  $\text{SO}_4^{=}$ , donde la oxidación microbiológica de las sustancias orgánicas se realiza parcialmente gracias a la reducción de los sulfatos. Durante éste proceso ocurre una des-sulfatación. La aparición del  $\text{H}_2\text{S}$  en las soluciones conduce a la precipitación de los metales, que forman sulfuros insolubles. Aquí es necesario señalar que un valor cualquiera de Eh no determina las condiciones de migración de los elementos; por ejemplo, con el mismo valor de Eh pero con diferente contenido de  $\text{H}_2\text{S}$  el elemento puede migrar y precipitarse. Este tipo de condiciones óxido-reductoras es característico para los suelos de Montecillos.



**FIGURA 2.**  
**Perfil Salic sulfidic hidraquent**



FIGURA 3

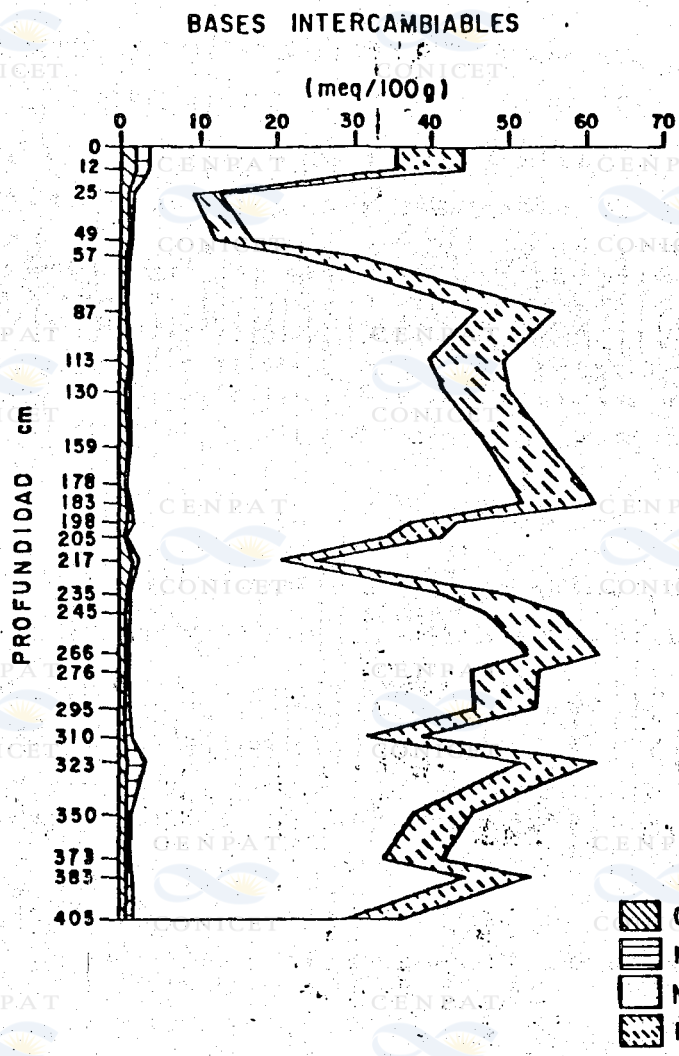
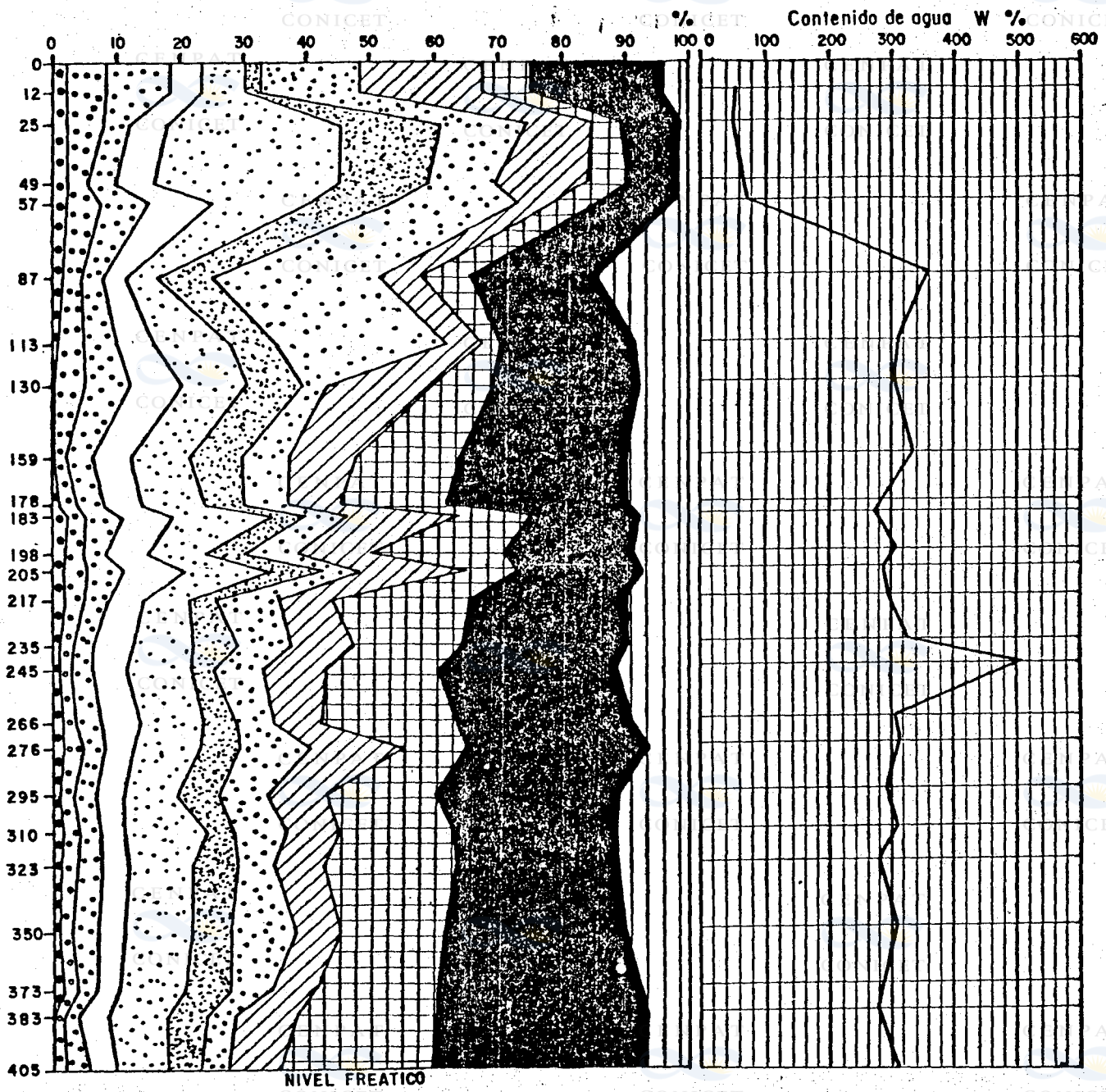




FIGURA 4



- |                  |                |                |
|------------------|----------------|----------------|
| Grava            | Arena fina     | Limos finos    |
| Arena muy gruesa | Arena muy fina | Arcilla gruesa |
| Arena gruesa     | Limos gruesos  | Arcilla fina   |
| Arena media      | Limos medios   |                |

CUADRO 11.- Datos químicos generales de las muestras del Perfil estudiado.

Estrato	Profundidad cs	pH Extracto 1:5	CE del Extracto 1:5 mmhos/cm	BASES SOLUBLES		BASES INTERCAMBIABLES		CIC meq/100g		CARBONO ORGANICO %			CO <sub>3</sub> <sup>=1</sup> TOTAL %	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> TOTAL	
				meq/100g	g/100g	meq/100g	g/100g	LIMO	ARCILLA	A	B	C		meq/100g	%
				I	0-12	9.70	4.32	18.21	0.44	44.10	1.13	32.33	47.60	2.58	0.60
II	12-25	8.20	0.91	4.58	0.11	12.45	0.33	8.40	16.00	1.50	1.38	3.21	4.00	13.74	0.66
III	25-49	7.80	0.76	5.13	0.12	16.60	0.45	9.35	18.80	1.23	2.28	4.27	3.63	16.86	0.81
IV	49-57	7.90	1.50	7.48	0.18	29.66	0.77	24.71	35.20	1.48	2.26	5.00	7.44	16.86	0.81
V	57-87	9.00	4.32	20.55	0.50	55.80	1.44	42.15	57.60	0.44	0.65	2.56	16.83	22.90	1.10
VI	87-113	8.40	4.91	20.01	0.48	49.64	1.29	38.20	56.00	0.24	1.06	3.34	17.24	23.32	1.12
VII	113-130	8.10	6.43	28.53	0.69	50.32	1.29	43.37	62.08	0.20	3.36	5.43	23.46	24.36	1.17
VIII	130-159	8.40	7.02	31.23	0.75	55.76	1.41	47.22	58.60	0.12	1.71	3.33	10.13	26.30	1.26
IX	159-178	8.70	7.60	38.22	0.90	59.80	1.52	50.07	63.62	0.10	3.60	7.39	9.77	22.49	1.08
X	178-183	8.10	6.43	28.80	0.69	61.02	1.54	50.13	65.19	0.12	2.57	5.70	22.98	25.61	1.23
XI	183-198	8.30	5.85	28.30	0.67	43.78	1.10	42.45	52.96	0.10	3.90	7.44	11.53	28.94	1.39
XII	198-205	8.30	4.44	18.12	0.44	41.76	1.08	39.30	55.60	0.08	4.73	8.00	17.75	38.73	1.86
XIII	205-217	7.40	3.97	24.08	0.51	25.60	0.65	29.98	42.55	0.00	2.68	4.51	10.99	20.61	0.99
XIV	217-235	8.20	5.26	21.15	0.51	50.54	1.30	45.62	58.13	0.00	3.35	7.63	11.08	29.36	1.41
XV	235-245	8.40	6.31	26.88	0.65	57.08	1.46	46.28	59.20	0.02	3.16	7.29	12.13	25.61	1.23
XVI	245-266	8.70	7.60	32.81	0.79	61.96	1.67	50.19	65.34	0.03	1.38	4.84	13.20	30.81	1.48
XVII	266-276	8.60	7.02	30.00	0.72	54.24	1.38	50.19	61.58	0.03	1.23	4.79	19.85	31.44	1.51
XVIII	276-295	8.70	7.02	29.78	0.81	53.80	1.35	45.20	54.61	0.09	2.54	5.80	12.40	25.19	1.21
XIX	295-310	8.70	4.79	19.36	0.47	39.12	1.00	39.40	56.57	0.01	1.44	3.56	20.93	26.65	1.28
XX	310-323	8.70	5.26	25.18	0.61	61.30	1.53	53.27	64.00	0.00	4.37	8.66	19.50	25.19	1.21
XXI	323-350	8.70	5.73	23.23	0.56	45.78	1.17	43.39	55.39	0.00	3.31	8.78	19.10	26.86	1.29
XXII	350-373	8.50	4.09	16.80	0.41	42.00	1.08	41.97	55.48	0.00	4.33	8.79	21.38	22.49	1.08
XXIII	373-383	8.60	6.43	25.38	0.62	53.62	1.36	45.60	55.00	0.00	4.40	8.74	22.40	32.06	1.54
XIV	383-405	8.30	5.61	19.84	0.48	36.44	0.94	37.20	53.60	0.00	4.41	8.79	22.93	32.06	1.54

A : Sin eliminar cloruros.

B : Eliminando cloruros, lavando el suelo con alcohol.

C : Eliminando cloruros, lavando el suelo con una solución de SO<sub>4</sub>Ca

1 : Expresado como % de CaCO<sub>3</sub>

CUADRO 12.- Composición mineralógica de la fracción Arcilla—Minerales, presentes en las muestras estudiadas por difracción de Rayos X.

+ ; contenido.bajo — ++ ; contenido.medio — +++ ; contenido.alto,

Muestra	Minerales
I	Asociación clorita-vermiculita (+++); montmorillonita (++) , caolinita desordenada (+) , plagioclasa (+) , cristobalita (++) , hematita (++) .
II	Asociación clorita-vermiculita (+++), plagioclasas (+++), zeolita (+++), ilmenita (++) .
III	Montmorillonita y/o vermiculita (+++), plagioclasas (++) , cristobalita (++) , zeolita (+) , ilmenita (+)
IV	Montmorillonita y/o vermiculita (+++), plagioclasas (+++), cristobalita (++) , zeolita (++) , hematita (+++).
V	Montmorillonita y/o vermiculita (+++), plagioclasas (++) , cristobalita (+++), cuarzo (+)
VI	Amorfos (+++), montmorillonita (+) , plagioclasas (++) , cristobalitas (+++).
VII	Amorfos (+++), montmorillonita (+) , plagioclasas (++) , cristobalita (++) , calcita (++) .
VIII	Amorfos (++) , caolinita desordenada (++) .
IX	Amorfos (+++), caolinita desordenada (++) , montmorillonita (+) , calcita (++) , hematita (+++)
X	Amorfos (+++), montmorillonita (+)
XI	Amorfos (+++), montmorillonita (+) , plagioclasas (++) , cristobalita (++) , hematita (++)
XII	Amorfos (+++), montmorillonita (+) , plagioclasas (+) , cristobalita (++)
XIII	Amorfos (+++), montmorillonita (+) , plagioclasas (+) , cristobalita (+) , hematita (++) , limonita (+)
XIV	Amorfos (+++), caolinita desordenada (++) , montmorillonita (+) , cristobalita (+) , hematita (+)
XV	Amorfos (+++), caolinita desordenada (++) , montmorillonita (+) , haloisita (+) , plagioclasas (+)
XVI	Amorfos (+++); montmorillonita (+)
XVII	Amorfos (+++), montmorillonita (+) , plagioclasas (++) , cristobalita (++)
XVIII	Amorfos (+++), montmorillonita (+) , plagioclasas (+) , cristobalita (++) .
XIX	Amorfos (+++), caolinita desordenada (++) , plagioclasas (+) , cristobalita (++) , hematita (++)
XX	Amorfos (++) , montmorillonita (+) , calcita (+)
XXI	Amorfos (+++), caolinita desordenada (++) , cristobalita (++) , plagioclasas (++) , calcita (++)
XXII	Amorfos (+++), montmorillonita (+)
XXIII	Amorfos (+++), caolinita desordenada (++) , cristobalita (++) , plagioclasas (+) , calcita (+)
XXIV	Amorfos (+++), caolinita desordenada (++) , cristobalita (++) , plagioclasas (+) , calcita (+)

## BIBLIOGRAFIA

- ANTIPOV — KARATAEV, I.N. 1953.** El origen y distribución geográfica de los suelos Solonetz en la URSS. En el libro : "Mejoramiento de los suelos Solonetz en la URSS". Editorial Academia de Ciencias de la URSS, Mosen, URSS.
- CERVANTES RAMÍREZ, M. 1983.** La lixiviación de sales en suelos salinos y salino-sódicos del valle de Mexicali, durante un proceso de lavado. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- CHEBOTAREV, E.N. e IVONOV, M.V. 1976.** La distribución y actividad de las bacterias sulfato-reductoras en los sedimentos del fondo del océano Pacífico y del golfo de California. Biogeoquímica de la Diagénesis de los sedimentos del océano. Editorial Nanka, Moscú, URSS.
- del VALLE, H.F. 1983.** Los procesos de acumulación de sales e intemperismo en cubetas lacustres, en una zona de transición del ex-lago de Texcoco, México. Tesis de Maestría en Ciencias Edafológicas. Colegio de Postgraduados de Chapingo, México.
- EGOROV, V.V. 1961.** La salinización sódica de los suelos en el Tzinian. Soviet Soil Science Nro. 5.
- GEDROITZ, K.K. 1955.** Obras escogidas T. 1, 1 y 3 con los siguientes trabajos : a) El complejo de intercambio catiónico; b) La química coloidal en los problemas de pedología; c) Sustancias coloidales en la solución del suelo; d) La formación de soda en el suelo; e) Suelos solonetz y suelos salinos. Editorial Syeljosgizd, Moscú, URSS.
- KOVDA, V.A. 1934.** Sobre el problema de la formación de los carbonatos de calcio secundarios. Editorial Trabajos del Instituto de Suelos Docuchaiev de la Academia de Ciencias de la URSS, pp. 247-253.
- KOVDA, V.A. y BIYSTROV, S.V. 1936.** Sobre el problema de la alcalinidad. Ruso. Editorial Trabajo de la Comisión sobre Irrigación. URSS.
- KOVDA, V.A. 1937.** Los suelos salinos y solonetz. Editorial Academia de Ciencias de la URSS.
- KOVDA, V.A. 1940.** Sobre el problema del movimiento y acumulación del Silicio en los suelos salinos. Editorial Trabajos del Instituto de Suelos Docuchaiev de la Academia de Ciencias de la URSS.



**KOVDA, V.A.** 1973. Las bases científicas del estudio de los suelos. Tomo I y II. Editorial Naura, Moscú, URSS.

**PANIN, P.S.** 1955. La capacidad de lixiviar sales de los suelos de la estepa de Shirvan y condiciones de su lavado. Editorial Academia de Ciencias de AzSSR.

**PEDRO, G.** 1964. Investigaciones experimentales sobre la intemperización geoquímica de las rocas cristalinas. Editorial MIR, Moscú, URSS.

**PERELMAN, A.I.** 1975. Geoquímica del paisaje. Editorial Escuela Superior Rusa. Moscú, URSS.

**PERELMAN, A.I.** 1979. Geoquímica. Editorial Escuela Superior. Moscú, URSS.

**PETROVNA KOSTENKO, N.** 1975. Geomorfología estructural. Instituto de Geografía de la UNAM.

**POLYNOV, B.B.** 1956. Obras escogidas. La capa intempérica. Editorial Academia de Ciencias de la URSS. Moscú, URSS.

**ROMANKEVICH, E.A.** 1976. Las sustancias orgánicas de los sedimentos del fondo en el mar del Japón (Oriente) y su efecto en los procesos óxido-reductores. En: Bioquímica de la Diagénesis de los sedimentos del océano. Editorial Nauka. Moscú, URSS.

**SHVARTZEV, C.L.** 1978. Hidrogeoquímica de la zona de la Higérgénesis. Editorial Nedka, Moscú, URSS.

**SINHA, DHILLON and DYANAND.** Solubility relationship of iron, manganese, copper and zinc in alkaline and calcareous soils. Aust. J. Soil. Res. 16 (0978), pp. 19-26.

**TARGULYAN, V.O., IVLEV, A.M. y KULIKOV, A.V.** 1978. Intemperismo interno en los suelos y de las rocas básicas en condiciones de geluviación y eluvia-Gley (en una meseta basáltica del oriente lejano, URSS). El proceso formador de suelos e intemperismo en paisajes húmedos. Editorial Nauka. Moscú, URSS.

**TIRADO y OLIVA, José Fernando & ECHEGARAY, Alfredo A.** 1969. Estudio biológico de algunos suelos de Texcoco. Rama de suelos. Colegio de postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.

**TSCHAPEK, M.** 1949. Química coloidal del suelo. Fenómenos de superficie. Comunicación del Instituto Nacional de Investigaciones de las Ciencias Naturales. Buenos Aires, Argentina.



**VOITKEVICH, G.V. y ZAKRUTKIN, V.V. 1976.** Fundamentos de la geoquímica. Editorial Escuela Superior. Moscú, URSS.



**VOLKOV, I.I.; ROZANOV, A.G.; ZHABINA, N.N. y FOMINA, L.S. 1976.** Los compuestos del azufre en los sedimentos del golfo de California y de la zona adyacente del océano Pacífico. Bioquímica de la Diagénesis de los sedimentos del océano. Editorial Nauka, Moscú, URSS.

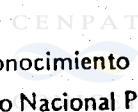
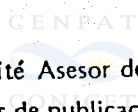


**VOLKOV, I.I.; SOKOLOV, V.S.; PUSHKINA, Z.V. y PILUPCHUK, M.F. 1976.** Los procesos de óxido-reducción de los sedimentos del fondo del golfo de California y de la zona adyacente del océano Pacífico (Compuestos del fierro y del manganeso). Biogeoquímica de la Diagénesis de los sedimentos del océano. Editorial Nauka, Moscú, URSS.





**INFORMA**  
**EL COMITE ASESOR DE PUBLICACIONES**



El Comité Asesor de Publicaciones pone en conocimiento de los autores y usuarios las categorías de publicaciones editadas por el Centro Nacional Patagónico:



**CONTRIBUCION**  
**BOLETIN**  
**PUBLICACIONES ESPECIALES**  
**MISCELANEAS**



La serie **CONTRIBUCION** continuará con la misma numeración asignada desde su creación. Esta serie deberá ajustarse a las Normas previstas para la preparación de originales, distribuida oportunamente.

En el caso de las categorías **BOLETIN**, **PUBLICACIONES ESPECIALES** y **MISCELANEAS**, se recomienda respetar, en su mayor medida, las mencionadas Normas.





## CENTRO NACIONAL PATAGONICO



**Director :** Lic. CICLEO, Hernán David.



**Director del Programa Ecología de Zonas Áridas y Semiáridas:** Lic. GARRIDO, José Luis

**Director del Programa Física Ambiental:** Dr. BARROS, Vicente Ricardo

**Director del Programa Biología Marina:** Lic. ZAIXSO, Héctor Eliseo

### **Comité Asesor de Publicaciones:**

**Geol. BELTRAMONE, Carlos**

**Ing. ESTEVAN, Eduardo Arturo**

**Dr. GOSZTONYI, Atila E.**

**GARCIA BARROS, Liliana (Biblioteca)**

**Lic. ORTEGA, Pedro Horacio (Coordinador)**



### **Comité Asesor de Evaluación:**

**Ing. ANDERSON, David**

**Dr. ANGELESCU, Victor**

**Dr. ASENSI, Aldo**

**Lic. BERRI, Guillermo**

**Dr. BOSCHI, Enrique**

**Dr. CEREZO, Alberto**

**Dr. MENNI, Roberto**

**Dr. RONDEROS, Ricardo**

**Dr. SCHNACK, Juan**

**Ing. SORIANO, Alberto**

**Dr. VARGAS, Walter M.**

**Dr. ORIANI, Gordon**

### **Servicio de Canje:**

**Sra. Liliana García Barros**

**Jefa Biblioteca**

**28 de Julio Nro. 28**

**(9120) - Puerto Madryn - Chubut**



### **Envío de manuscritos:**

**Lic. Pedro Horacio Ortega**

**Servicio Centralizado de Publicaciones**

**28 de Julio Nro. 28**

**(9120) - Puerto Madryn - Chubut**



**76983 Centro Nacional Patagónico - CONICET**

**Hecho el depósito que establece la Ley 11.723**

