

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS

DPTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

631.86
076

Efecto de las heces de cerdo "porquinaza"
sobre la materia orgánica, el nitrógeno y
elementos tóxicos y deficientes en diferentes
suelos y pasto (Penisetum clandestinum Hoehst)

FRANCISCO HDO OROZCO P.

JUNIO DE 1988

UNAL-Medellín



6 4000 00076739 5

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SECCIONAL MEDELLIN
FACULTAD DE CIENCIAS



INFORME DE INVESTIGACION SOBRE

EFFECTO DE LAS HECES DE CERDO "PORQUINAZA" SOBRE LA MATERIA
ORGANICA, EL NITROGENO Y ELEMENTOS TOXICOS Y DEFICIENTES EN
DIFERENTES SUELOS Y EN PASTOS (Penisetum clandestinum
Hoechst)

UNIVERSIDAD NACIONAL
BIBLIOTECA CENTRAL

Medellín, junio de 1988

ENTIDADES PATROCINADORAS

- Universidad Nacional de Colombia : Presupuesto regular
- Centro de Investigación y Desarrollo Científico - CINDEC, U.N.
- Cooperativa Lechera de Antioquia, COLANTA.
- Laboratorio de Suelos, U. Nacional.

UNIVERSIDAD NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CIENTÍFICO

631.86
OK

TABLA DE CONTENIDO

Arrozon Autor X-12-88 \$ 2.500

	pág.
1. INTRODUCCION. -----	1
2. MATERIALES Y METODOS. -----	3
2.1 LOCALIZACION. -----	3
2.2 PORQUINAZA. -----	5
2.3 TRATAMIENTOS. -----	5
2.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO. -----	7
2.5 MUESTREOS. -----	7
2.5.1 Muestras de suelos. -----	7
2.5.2 Muestras de pasto. -----	8
2.6 ANALISIS.-----	8
2.6.1 Sobre el suelo. -----	8
2.6.2 Sobre la materia orgánica. -----	9
2.6.2.1 Mineralización. -----	9
2.6.2.2 Carbón total por el método de combustión en seco	9
2.6.2.3 Fraccionamiento de la materia orgánica.-----	9
2.6.2.4 Evaluación de la fracción extraíble por cromatografía líquida y fraccionamiento en sefadex.	9
2.6.2.5 Análisis de tejidos.-----	10
2.6.2.6 Análisis estadístico. -----	10
3. RESULTADOS. -----	11
3.1 SOBRE EL SUELO. -----	14
3.2 SOBRE EL PASTO KIKUYO. -----	44

	pág.
4. DISCUSION. -----	47
4.1 EL pH Y LA ACIDEZ. -----	47
4.2 LA MATERIA ORGANICA. -----	49
4.3 EL NITROGENO. -----	53
4.4 EL FOSFORO. -----	56
4.5 POTASIO. -----	57
4.6 SODIO. -----	58
4.7 CALCIO Y MAGNESIO. -----	59
4.8 RELACIONES. -----	60
4.9 CIC EFECTIVA. -----	61
4.10 ELEMENTOS MENORES (Cu, Zn, Fe y Mn).-----	61
4.11 DISCUSION DEL EFECTO SOBRE EL PASTO. -----	62
5. CONCLUSIONES. -----	64
BIBLIOGRAFIA. -----	67
APENDICES. -----	69

LISTA DE TABLAS

		pág.
TABLA 1.	Características químico-físicas de los suelos del sitio 1(S1) y sitio 2 (S2) antes de recibir cualquier tratamiento.-----	4
TABLA 2.	Materia seca y composición promedia de la porquinaza en el S1 y S2 de experimentación en base húmeda.-----	5
TABLA 3.	Aporte de elementos en un año, según los tratamientos de porquinaza al suelo.-----	6
TABLA 4.	Carbón total en %, y mineralización determinados sobre muestras al año de iniciados los tratamientos (cuarto muestreo) determinado por dos métodos, combustión húmeda y combustión seca, promedio de 3 repeticiones.-----	18
TABLA 5.	Fraccionamiento del carbón en C extraíble en pirofosfato y carbón en ácidos fulvicos y húmicos. -----	21
TABLA 6.	Variación en la composición química de pasto kikuyo (<u>Penisetum clandestinum</u> Hoechst) creciendo en dos suelos tratados con aplicaciones Mensual, Bimensual, Trimensual, Cero, aplicaciones de un efluente de porquerizas (porquinaza). Promedio de 18 datos evaluados a través de dos años de aplicaciones.-----	43
TABLA 7.	Variación en la composición química del pasto kikuyo (<u>Penisetum clandestinum</u> Hoechst) en cuatro muestreos cada 3 meses, en dos suelos tratados con diferentes frecuencias de efluente de porquerizas (porquinaza). Promedio de 4 tratamientos M, B, C, T.-----	46

LISTA DE FIGURAS

		pág.
FIGURA 1.	Efecto de efluentes de porquinaza en la acidez del suelo del sitio 2. -----	12
FIGURA 2.	Materia orgánica en %, efecto de los tratamientos O, T, B, y M en dos profundidades Ap y Bp. -----	13
FIGURA 3.	Cromatogramas practicados sobre acidos fulvicos AF, del Sitio 1 (S1) en cada uno de los tratamientos M, B, T y O y a profundidad A o B. -----	16
FIGURA 4.	Cromatogramas practicados sobre acidos fulvicos AF, del Sitio 2 (S2) en cada uno de los tratamientos M, B, T y O y a profundidad A o B. -----	17
FIGURA 5.	Efecto de la aplicación de 4 dosis de efluente de porquerizas sobre la mineralización del carbón a CO ₂ . Sitio 1.-----	19
FIGURA 6.	Efecto de la aplicación de 4 dosis de efluente de porquerizas sobre la mineralización del carbón a CO ₂ . Sitio 2. -----	20
FIGURA 7.	Variación de la relación C/N por efecto de época y tratamiento con efluente de porqueriza.-----	22
FIGURA 8.	Efecto de 4 tratamientos de efluente de porqueriza sobre el contenido de Nt y variación según la época de muestreo, en el Sitio 1 y Sitio 2, a dos profundidades. -----	24
FIGURA 9.	Distribución de nitratos en 18 meses de muestreo, como respuesta a los tratamientos O, T, B y M de "porquinaza" líquida en las barras y efecto de los tratamientos en nivel Ap y Bp (de profundidad).-----	25

	pág.
FIGURA 10. Distribución de nitratos en 18 meses de muestreo, como respuesta a los tratamientos O, T, B y M de "porouinaza" líquida en las barras y efecto de los tratamientos en nivel Ap y Bp (de profundidad).-----	26
FIGURA 11. Efecto de 4 tratamientos de efluente de porquerizas sobre el contenido de amonio en diferentes épocas de muestreo. -----	28
FIGURA 12. Efecto de 4 tratamientos de efluente de porquerizas sobre el P asimilable en dos profundidades Ap y Bp y su distribución a través del tiempo en cada tratamiento.-----	29
FIGURA 13. Efecto de 4 tratamientos de porquinaza sobre el P asimilable en el horizonte superficial y sobre las diferentes épocas de muestreo.--	30
FIGURA 14. Efecto de 4 tratamientos de efluente de porquerizas sobre el contenido de K aprovechable en dos suelos S1 y S2, a dos profundidades Ap y Bp y la variación a través del tiempo. -----	32
FIGURA 15. Efecto de 4 tratamientos con efluentes de porqueriza sobre el Na intercambiable y su distribución a través del tiempo dentro de cada tratamiento en el Sitio 1.-----	33
FIGURA 16. Efecto de 4 tratamientos de efluente de porquerizas sobre el Na intercambiable en el S2. -----	34
FIGURA 17. Efecto de 4 tratamientos de efluente de porquerizas sobre el Ca intercambiable en dos suelos, S1 y S2 a dos profundidades Bp y Ap.	36
FIGURA 18. Efecto de 4 tratamientos de efluente de porquerizas sobre el Mg intercambiable en dos suelos S1 y S2 a dos profundidades Bp y Ap.	37
FIGURA 19. Distribución del efecto de 4 tratamientos de efluente de porquerizas sobre la CIC en el S1, a dos profundidades, Ap y Bp, a través del tiempo dentro de cada tratamiento.	38

	pág.
FIGURA 20. Hierro en ppm en el sitio 2 a profundidades Ap y Bp. -----	39
FIGURA 21. Comportamiento del cobre en dos suelos S1 y S2 por efecto de 4 dosis de efluentes de porquerizas en dos profundidades Ap y Bp.--	40
FIGURA 22. Comportamiento del Cinc en dos suelos S1 y S2 por efecto de 4 dosis de efluentes de porquerizas en dos profundidades Ap y Bp.--	41
FIGURA 23. Comportamiento del manganeso en dos suelos S1 y S2 por efecto de 4 dosis de efluentes de porquerizas en dos profundidades Ap y Bp.	42

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias al esfuerzo e interés de muchas personas y su orden de mención no obedece a la magnitud de su contribución. Debo agradecer:

- A ARTURO PARIS A. Por su valioso apoyo en el trabajo de campo, por la elaboración del programa para computador, y el decidido apoyo en el proceso y organización de la información.
- A GERMAN TORO Y ALONSO LOAIZA, por su esmerado y minucioso trabajo de campo.
- A JORGE I. HERNANDEZ, a quien además de agradecerle la colaboración, debo felicitarlo por su magnífico trabajo de tesis como parte del campo de este mismo.
- A1 Doctor GENARO PEREZ y a ROMAN PEREZ, por facilitar las instalaciones de sus fincas y brindar el apoyo necesario en las labores de campo.
- A1 CINDEC (Centro de Investigación y Desarrollo Científico, y a la empresa COLANTA por su apoyo financiero.
- A JUAN CEGARRA R. , y compañeros de laboratorio de Edafología y Biología Aplicada del Segura - España por su atención y realización de algunos análisis en el intermedio de esta investigación y la acogida que me brindaron cuando en mayo de 1986 tuve oportunidad de visitar.
- A1 Doctor FRANCISCO HERRON O., por soportar en todo momento mi cuento sobre los resultados y además aportar elementos valiosos para la discusión.
- A1 Personal del Laboratorio de Suelos y Bromatología por su empeño en la realización de los análisis.
- A Luz Stella Betancur (Secretaria de Suelos) por su colaboración en la reproducción de los avances de investigación y de este texto.

1. INTRODUCCION

La práctica de fertilizar pastos con una suspensión - solución de heces de cerdo "porquinaza" hizo carrera particularmente en las zonas frías cercanas a Medellín, como respuesta al confinamiento e industrialización de la explotación del cerdo, resultados muy satisfactorios encontrados son explicables en la baja eficiencia de conversión de alimento en el trato del animal y así, con resultados espectaculares, sobre el pasto, se generalizó el uso de la práctica, sin ningún control, ni técnico ni sanitario.

Las primeras evaluaciones sobre el efecto en pastos y suelos las llevó a cabo Cadavid (1983) quien por algún motivo, falta de control sobre algunos factores, encontró efectos tan sorprendentes como presagiosos de un tremendo desequilibrio en los suelos que recibían este tratamiento. De allí nace el interés de desarrollar este estudio tendiente a evaluar y correlacionar los diferentes parámetros químicos y orgánicos que afectan la fertilidad de los pastos, el efecto sobre el pasto kikuyo (Penisetum clandestinum Hoechst) y la correlación existente entre la variación en el suelo y su reflejo en la composición del pasto.

Los resultados de esta investigación no serán discutidos exhaustivamente pues se pretende de aquí elaborar una serie de artículos de mayor concentración y claridad.

Trabajos referentes al tema son supremamente escasos en nuestro medio y las referencias existentes corresponden a condiciones diferentes. Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran cambios

interesantes en el suelo, pero muchos de esos cambios son muy dependientes de la época de muestreo, lo cual puede interpretarse con la variación del testigo. En el tiempo ocurren acumulaciones de elementos, disminuye la concentración de otros y los hay, que permanecen estables a través del tiempo a pesar de la variación que pueda ocurrir de una época de muestreo a otra, lo que normalmente ocurre. Hay relación muy estrecha entre el estado del elemento en el suelo y en el pasto.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 LOCALIZACION.

El experimento se llevó a cabo en dos suelos, denominados en la experimentación como sitio, uno, suelo de San Pedro - Humitropept*, y sitio dos, un suelo en Entrerrios - Distrandept*.

Los sitios uno y dos están localizados en fincas a borde de la carretera que conduce de Medellín a Entrerrios, al norte del departamento de Antioquia, el sitio uno a 8 km aproximadamente de San Pedro y el dos a 5 km antes de Entrerrios. Ambos sitios pertenecientes a bosque húmedo montano bajo, según clasificación ecológica de las zonas de vida de Antioquia (Espinal, 1979). Otros datos climáticos pueden observarse en el Apendice I.

En cada finca se seleccionó, se cercó y se muestreó un área de terreno 500 m² luego se procedió a formar parcelas de 16 m² dejando un metro de calle. Entre parcelas con mayor pendiente que 5% se abrió una zanja de 30 a 40 cm de profundidad con salida al exterior para prevenir contaminación.

El terreno seleccionado no había sido abonado anteriormente con porquinaza y presentaba en ambos sitios una cobertura con pasto kikuyo (Penisetum clandestinum Hoehst), trebol (Trifolium repens) y un poco de falsa poa (Holeus lauatus, Cyperus sp.

Las características químicas y físicas de los suelos en esos dos sitios se detallan en la Tabla 1.

TABLA 1. Características químico - físicas de los suelos del sitio 1 (S1) y sitio 2 (S2) antes de recibir cualquier tratamiento.

Profundidad cms	Textura			pH	M.O.	Características				
	Arena	Limo	Arcilla			P	Ca	Mg	K	Al
Suelo 1 (S1)										
Ap 0 - 30	44	32	24	5.4	13.0	6	2.6	0.6	0.86	0.3
Bp 30 - 50	76	18	6	5.4	11.0	6	0.4	0.2	0.22	0.4
Suelo 2 (S2)										
Ap 0 - 25	70	24	6	5.2	22.0	6	1.8	1.2	0.57	1.3
Bp 25 - 42	72	14	4	5.6	10.0	2	0.6	0.4	0.22	-

2.2 PORQUINAZA.

Muestras de porquinaza de los tanques estercoleros llenos hasta un nivel preestablecido, fue muestreada durante 6 días para evaluar peso seco y composición, en cinco veces, los promedios de peso seco y composición se presentan en la Tabla 2.

TABLA 2. Materia seca y composición promedio de la porquinaza en el S1 y S2 de experimentación en base húmeda.

	M.S.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	PH
	(%)						(ppm)				
S1	1.5	0.05	0.015	0.010	0.016	0.014	160	21	35	25	7.2
S2	2.0	0.08	0.018	0.015	0.030	0.018	187	25	52	28	7.4

2.3 TRATAMIENTOS.

En cada sitio se aplicaron cuatro tratamientos en tres repeticiones, arreglados en un diseño completamente al azar.

Se aplicaron los siguientes tratamientos de efluentes de porquinaza en proporción de 90 a 100 litros por parcela en cada aplicación y con una frecuencia a través del año de Mensual (M), Bimensual (B), Trimensual (T) y un testigo con 0 aplicación. Los tratamientos corresponden a una dosis de N, de acuerdo con la concentración en el efluente, de aproximadamente 340 kg N/ha año en el sitio 1 y 510 kg en el sitio 2 para el tratamiento mensual y sucesivamente la mitad para el

bimensual y la cuarta parte para el trimensual, las cantidades aportadas de otros elementos pueden observarse en la Tabla 3.

TABLA 3. Aporte de elementos en un año, según los tratamientos de porquinaza al suelo.

		Elemento en kg/ha/año								
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
S1	M	340	100	68	108	94	108	14	23	18
	B	170	50	34	54	47	64	7	12	8.5
	T	85	25	17	27	23	32	3.5	6	4.2
S2	M	540	122	100	202	122	126	17	35	19
	B	270	61	50	101	61	63	8.5	18	9.5
	T	135	30	25	50	30	31	4.0	9	5.0

La cantidad de la suspensión aplicada fue ajustada aproximadamente a una precipitación promedio diaria en la zona que, según datos del Apendice I es alrededor de 4.5 mm. El tratamiento se inició con aplicaciones en todas las parcelas M B y T y el testigo 0 recibió la misma dosis de agua, por preceder a la fecha, una temporada de verano, en lo sucesivo los tratamientos incluyeron el agua para el testigo o los tratamientos bimensual y trimensual en los meses que no les correspondía tratamiento y la época era de verano intenso.

2.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO.

El pasto de todas las parcelas fue cortado con periodicidad aproximada de dos meses, simulando un pastoreo y por lo tanto retirándolo hacia afuera. Y una desyerba manual se realizó debido a la invasión, en particular, en los suelos con los tratamientos de mas baja intensidad.

Las calles se mantuvieron con el pasto bajo mediante aspersiones cada dos meses con glifosato (gramoxone).

2.5 MUESTREOS.

Los muestreos de suelos se hicieron sobre cada parcela con barreno tipo holandes tomando dos submuestras en cada parcela y muestra a dos profundidades, que citaremos como Ap y Bp, a través de este informe, pertenecientes a los dos primeros horizontes, (tipo A1 y A3).

2.5.1 Muestras de suelos.

Las muestras se hicieron cada tres meses comenzando el 24 de mayo de 1985. En el sitio uno se realizó el último muestreo en diciembre de 1986, para un total de 6 muestreos. En el sitio dos se continuó con la investigación hasta junio de 1987 para una duración del tratamiento de dos años con 7 muestreos, (el último se hizo con 6 meses de intervalo).

Las muestras de suelo se separaron en dos fracciones el mismo día de colectadas y una parte se guardó en la nevera para evaluar sobre ella $N-NO_3$ y N total, la otra parte se secó al aire para someterse a los demás análisis.

2.5.2 Muestras de pasto.

Muestras de pasto fueron cosechadas a una altura de 10 cms del suelo, tres cuadros de 25 x 25 cms en tres sitios dentro de cada parcela, escogidos con un marco metálico de las dimensiones anotadas y en forma completamente al azar.

Las tres submuestras de cada parcela se secaron a 75°C por separado y se promediaron para evaluar producción por parcela.

Luego se mezclaron las submuestras secas, de cada parcela, se homogenizaron y se molieron en molino de cuchillas y se tamizaron por tamiz de 0.5 mm.

2.6 ANALISIS.

2.6.1 Sobre el suelo.

Se analizaron pH en razón 1:1 (v/v) de suelo agua en potenciómetro, materia orgánica por el método de Walkley and Black, Jackson 1965, nitrógeno total por el método de Kjeldall, luego de una digestión en ácido sulfúrico concentrado, el P, colorimétricamente, mediante la formación del complejo vanadomolibdato y extracción por Bray II, potasio, calcio, magnesio, cobre, hierro y zinc, mediante extracción Olsen modificado y determinación en espectrofotómetro de absorción atómica, el N se extrajo con acetato de amonio y se determinó por absorción atómica (Díaz, Romeu y Hunter, 1982).

Amonio extraído con cloruro de potasio y leído en colorímetro a 662 mm después de formado un complejo de Indofenol.

Los nitratos se extrajeron con sulfato de aluminio y se determinaron colorimétricamente a 410 mm luego de desarrollar color con brucina (método de Montedicson).

2.6.2 Sobre la materia orgánica.

Además de evaluar el Ct durante toda la experiencia se hizo al año y medio de comenzados los tratamientos una evaluación de las diferentes formas o evolución de la misma en laboratorios del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España en Murcia según los métodos utilizados rutinariamente allí.

2.6.2.1 Mineralización.

Se evaluaron la tasa de mineralización y el acumulado de CO_2 desprendido al incubar las muestras de suelo y evaluar periódicamente el desprendimiento de CO_2 y acumulado a 38 días.

2.6.2.2. Carbón total por el método de combustión en seco.

Método del carmograff - wostoff, con el fin de comparar los resultados con el empleado a través de toda la experiencia (Walkley and Black).

2.6.2.3 Fraccionamiento de la materia orgánica.

Se fraccionó la materia orgánica extraíble en ácidos húmicos y fúlvicos en solución alcalina con NaOH a pH 9,8 y se valoraron en un analizador de C Beckman.

2.6.2.4 Evaluación de la fracción extraíble por cromatografía líquida y fraccionamiento en sefadex.

Se extrajo nuevamente la fracción soluble en pirofosfato y se sometió a un fraccionamiento físico mediante gel sefadex G.25 el mismo se practicó también sobre los ácidos fulvicos pero con Sefadex G.15. Según metodología descrita por Cegarra (1978).

2.6.2.5 Análisis de tejidos.

Sobre los pastos cosechados se evaluaron materia seca mediante secado hasta humedad constante a 75°C.

Nt por Kjeldall, con digestión en ácido sulfúrico. P, Ca, Mg, Na, K, en Fe Zn, Mn, se evaluaron luego de digestión en ácido nítrico y percolórico en proporción 10:10 ml. El P se leyó en un colorímetro y todos los otros elementos fueron evaluados por espectrofotometría de absorción atómica.

Los nitratos se evaluaron por fotometría, después de reducirlos en una columna de Cd, la formación de un compuesto diazo con sulfanilamida ácida y la reacción con N (1-Naphtil) - dicloro-etileno. El complejo de color púrpura fue leído en el fotoclorímetro a 540 mm según instrucciones de la firma comercial Tecator.

2.6.2.6 Análisis estadístico.

Todos los datos fueron procesados en un arreglo de parcelas divididas en el tiempo mediante un programa de computador que permitió hallar el ANAVA comparando tratamiento, épocas de muestreo y la interacción entre ellos, además de calcular coeficientes de variación*.

Los promedios fueron comparados mediante las pruebas del rango múltiple de Duncan para tratamientos y épocas totales, pero fueron comparados los tratamientos por separado a través del tiempo cuando la interacción tratamiento x época era significativa.

3. RESULTADOS

Estos se presentaron en su totalidad con sus respectivos ANAVAS como Apendices. Se presenta en el interior del texto, solamente un resumen y su significación gráfica de aquellos elementos que mostraron algún efecto importante. Se evaluó el efecto de los tratamientos, el de las épocas (muestreos correspondientes al efecto acumulado en el tiempo o los cambios debidos a las condiciones climáticas) y la interacción la cual permite observar cuando se presenta un efecto diferencial debido a cada tratamiento, en este caso se elaboró un tipo de gráfica que muestra la variación en el tiempo dentro de cada tratamiento.

* La elaboración de este programa estuvo a cargo de José Arturo Paris.

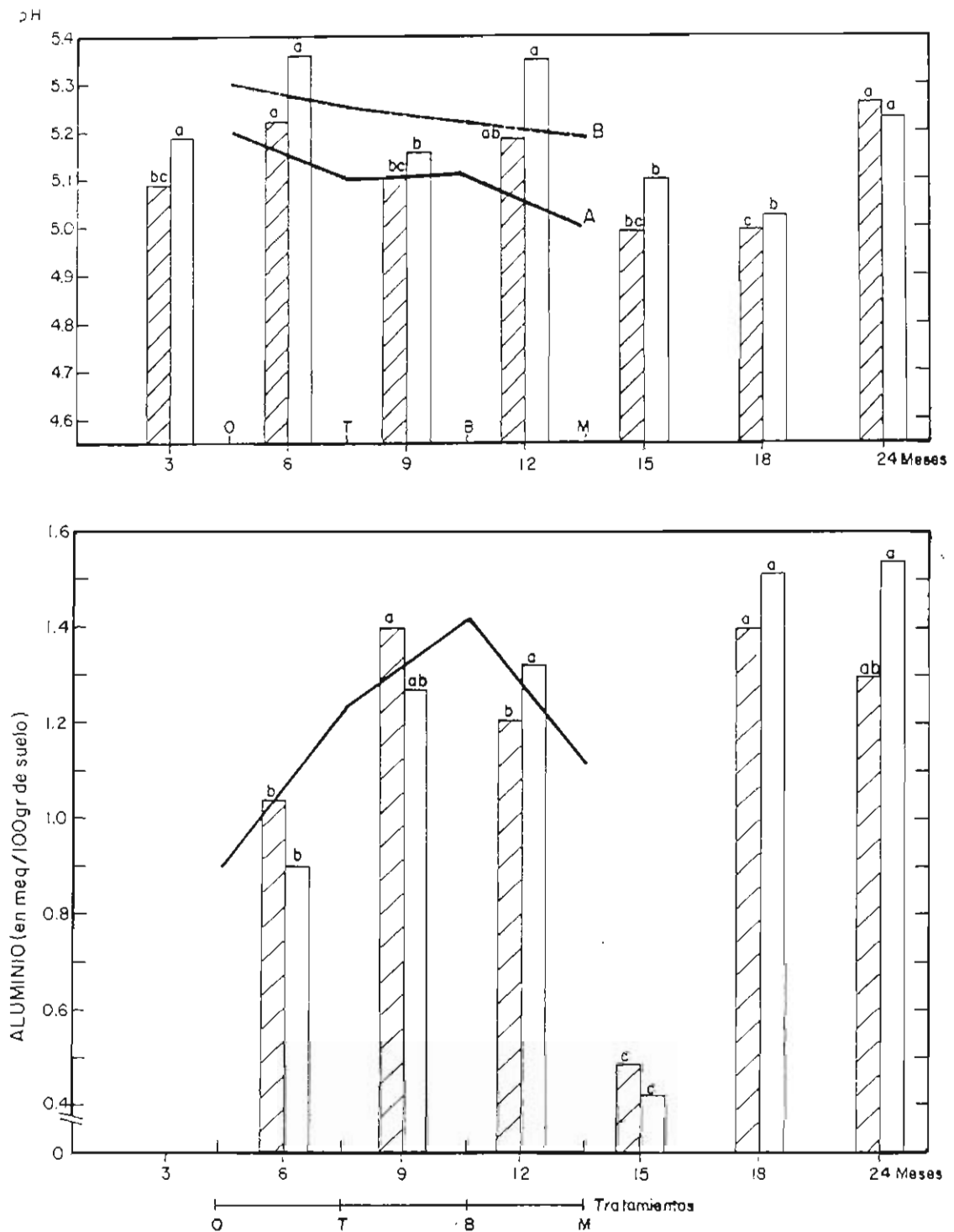


FIGURA 1. Efecto de efluentes de porquinaza en la acidez del suelo del sitio 2, arriba el pH, abajo el aluminio, la línea entrecortada y las barras blancas corresponden a la profundidad Bp. (Las letras sobre las barras comparan independientemente las rayadas y las blancas y muestran diferencias del 5%).

3.1 SOBRE EL SUELO.

- pH: Apéndices 2 al 5, Figura 1.

En el Apéndice 2 y 3 se compara el efecto de los tratamientos a las dos profundidades del sitio 1 (S1) no observándose ningún efecto de los tratamientos al final de la experiencia, si se compara el promedio general en ambas profundidades, Ap, 5.6 y Bp, 5.5, con el pH al iniciar la experiencia (5.4) en ambas profundidades.

Por efecto de clima se presentaron cambios estadísticamente significativos pero que en términos generales no representan alteraciones de importancia y que obedecen a la propia dinámica del suelo.

En el Apéndice 4 y 5 se observa el efecto sobre el pH en el sitio 2. En este se ve un poco más definida la tendencia al descenso como producto del tratamiento en las dos profundidades sin ser aún significativa. Las diferencias por épocas son significativas al nivel de 99%. La Figura 1 es lo suficientemente ilustrativa.

- Materia orgánica: Apéndice 6 - 9, Figura 2.

Mientras que en el S1 no se detectan cambios significativos ni en Ap ni Bp (niveles de profundidad) en el S2 a nivel de B se presentan diferencias de alta significancia estadística observándose un marcado aumento del contenido como un efecto de los tratamientos. En la Figura 2 se puede observar en las barras rayadas el nivel más o menos uniforme de M.O. en Ap, mientras que en las barras blancas se ve la tendencia al aumento en el tiempo, del nivel de M.O. en profundidad (Bp).

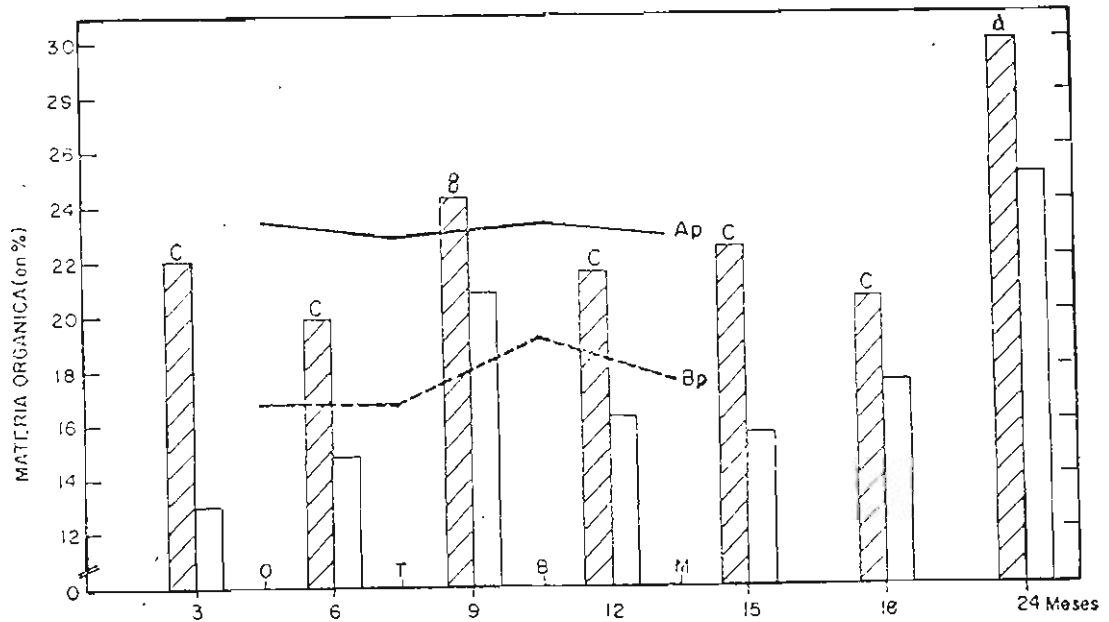


FIGURA 2. Materia orgánica en %, efecto de los tratamientos O, T, B y M en dos profundidades — Ap y - - - - - Bp. Y la variación en cada época de muestreo representada en las barras rayadas para Ap y las blancas para Bp. Sitio 2. (Las letras mayúsculas sobre las barras expresan diferencias significativas cuando son diferentes).

- El Carbón: Tablas 4 y 5, Figuras 3 a 6.

Para hallar el carbón total es suficiente con tomar los datos de M.O. y dividirlos por 1.72 y entonces el análisis sería el mismo, los datos no se presentan pues solo se tiene en cuenta mas adelante para establecer la relación C/N, datos de Ct determinados por el método de Walkley and Black en el 4º muestreo (marzo 7/86) fueron comparados con otros obtenidos por combustión en seco en un carmograff wostoff (Tabla 4).

En la misma tabla antes citada se incluyen los valores de carbón mineralizado como CO_2 en mg del carbón total en un lapso de tiempo de 38 días de incubación. Y en las figuras 7 a 10 muestran las curvas de mineralización con sus respectivas ecuaciones de determinación.

En la Tabla 5 y figuras 3 a 6 se puede evaluar el efecto de los tratamientos sobre las diferentes fracciones de la materia orgánica.

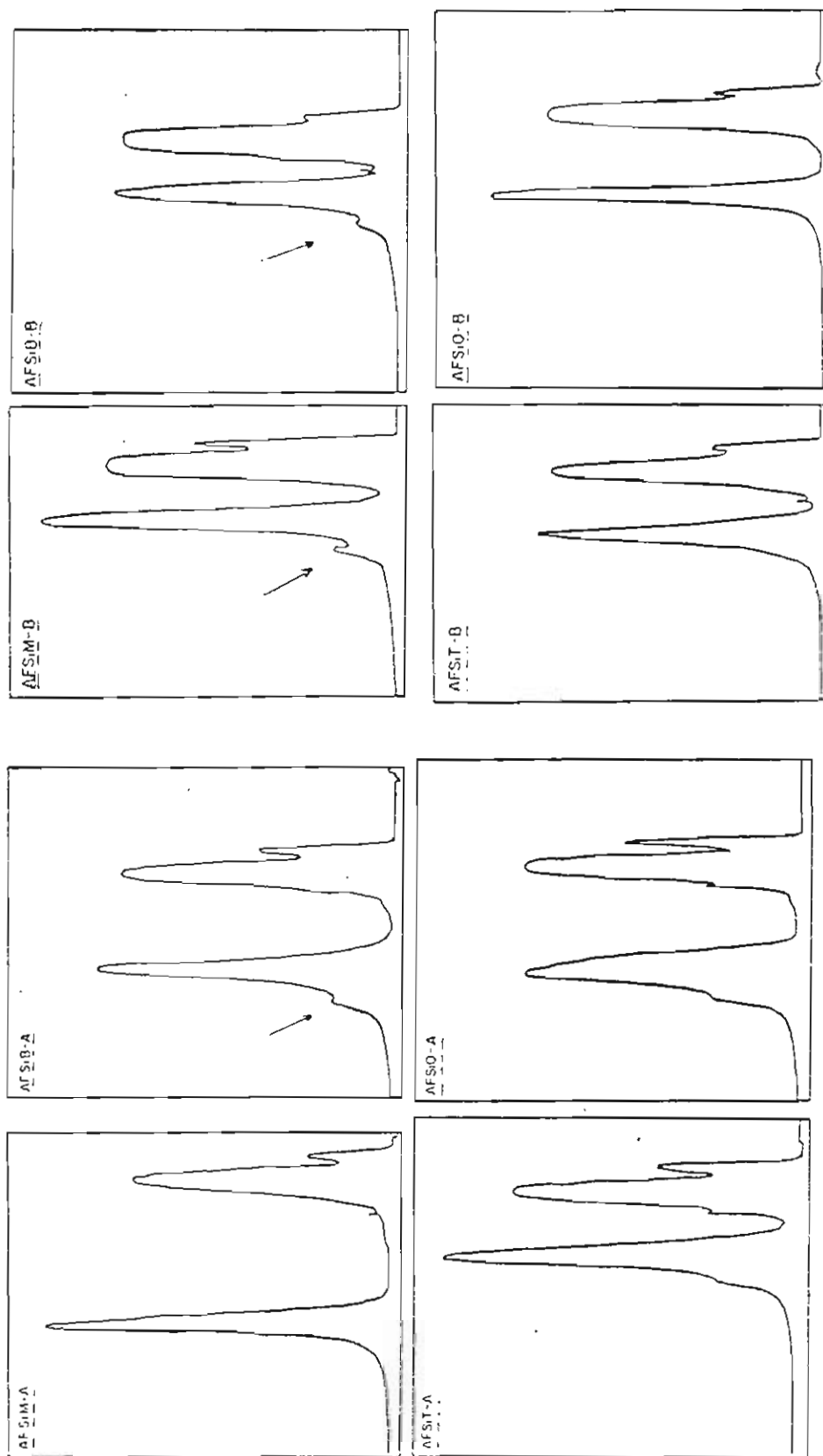


FIGURA 3. Cromatogramas practicados sobre Acidos fulvicos Af, del Sitio 1 (S1) en cada uno de los tratamientos M, B, T y O y a profundidad A o B. Los picos representan la fracción incluida de un fraccionamiento en Scfadex G.15 (las flechas indican las nuevas familias de compuestos).

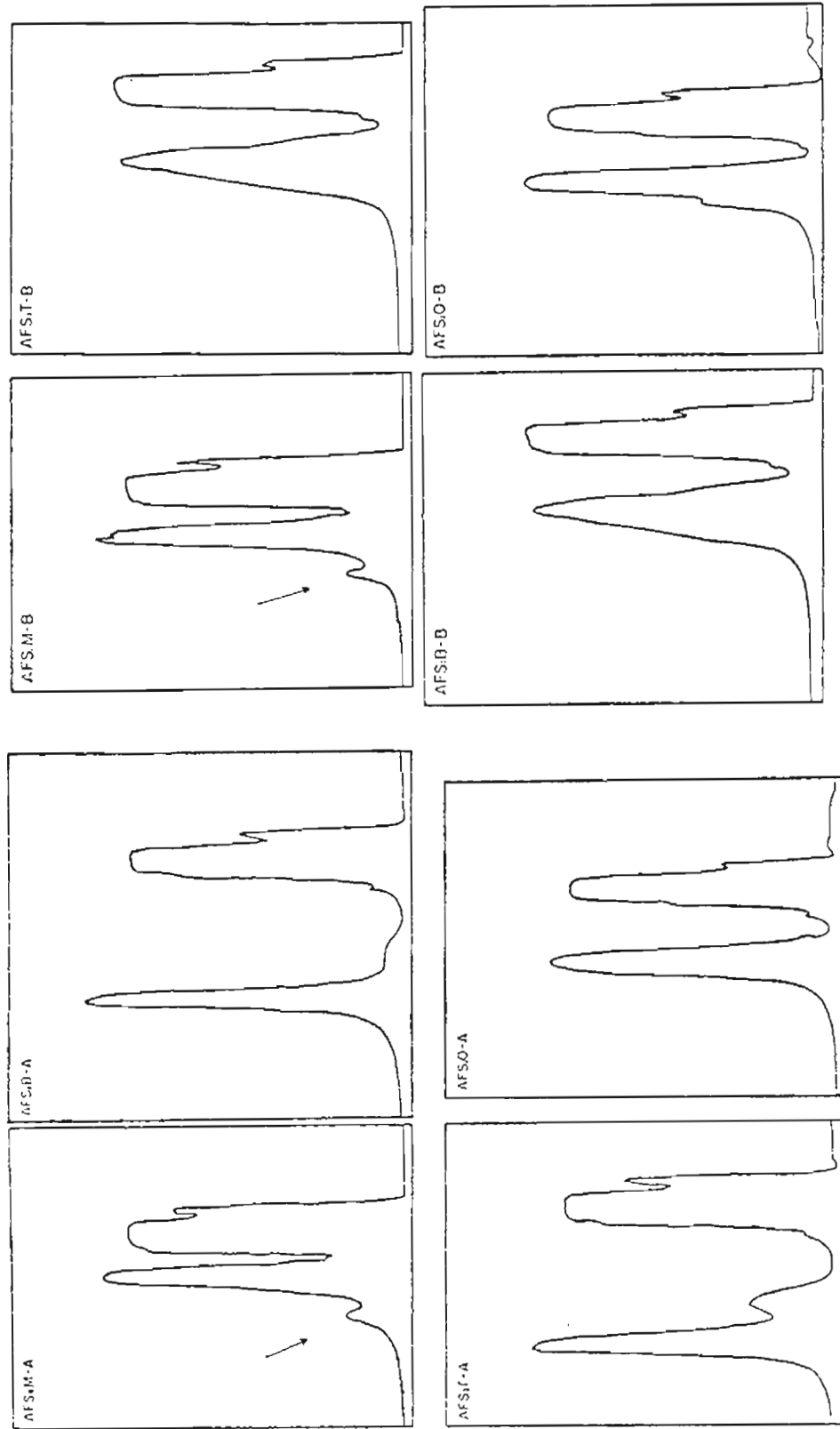


FIGURA 4. Cromatogramas practicados sobre Acidos fulvicos AF, del Sitio 2 (S2) en cada uno de los tratamientos M, B, T y O y a profundidad A o B. Los picos representan la fracción incluida de un fraccionamiento en Sefadex G.15 (Las flechas indican las nuevas familias de compuestos).

TABLA 4. Carbón total en %, y mineralización determinados sobre muestras al año de iniciados los tratamientos (cuarto muestreo) determinado por dos métodos, combustión húmeda y combustión seca, promedio de 3 repeticiones. (Letras iguales dentro de cada columna indican ausencia de significación al 5% entre los tratamientos).

Tratamiento	Suelo 1 Nivel Ap		Suelo 2 Nivel Ap	
	Carmog. W and B	Mineralización mg C(CO ₂)/grCt en 38 días	Carmog. W and B	Mineralización mg C(CO ₂)/gr Ct en 38 días
Mensual (M)	13.67 ^a	11.62	13.90	12.48
Bimensual (B)	10.65 ^b	10.03	13.12	11.70
Trimensual (T)	12.03 ^{ab}	9.88	13.03	13.79
Testigo (0)	13.5 ^a	11.46	13.33	12.59

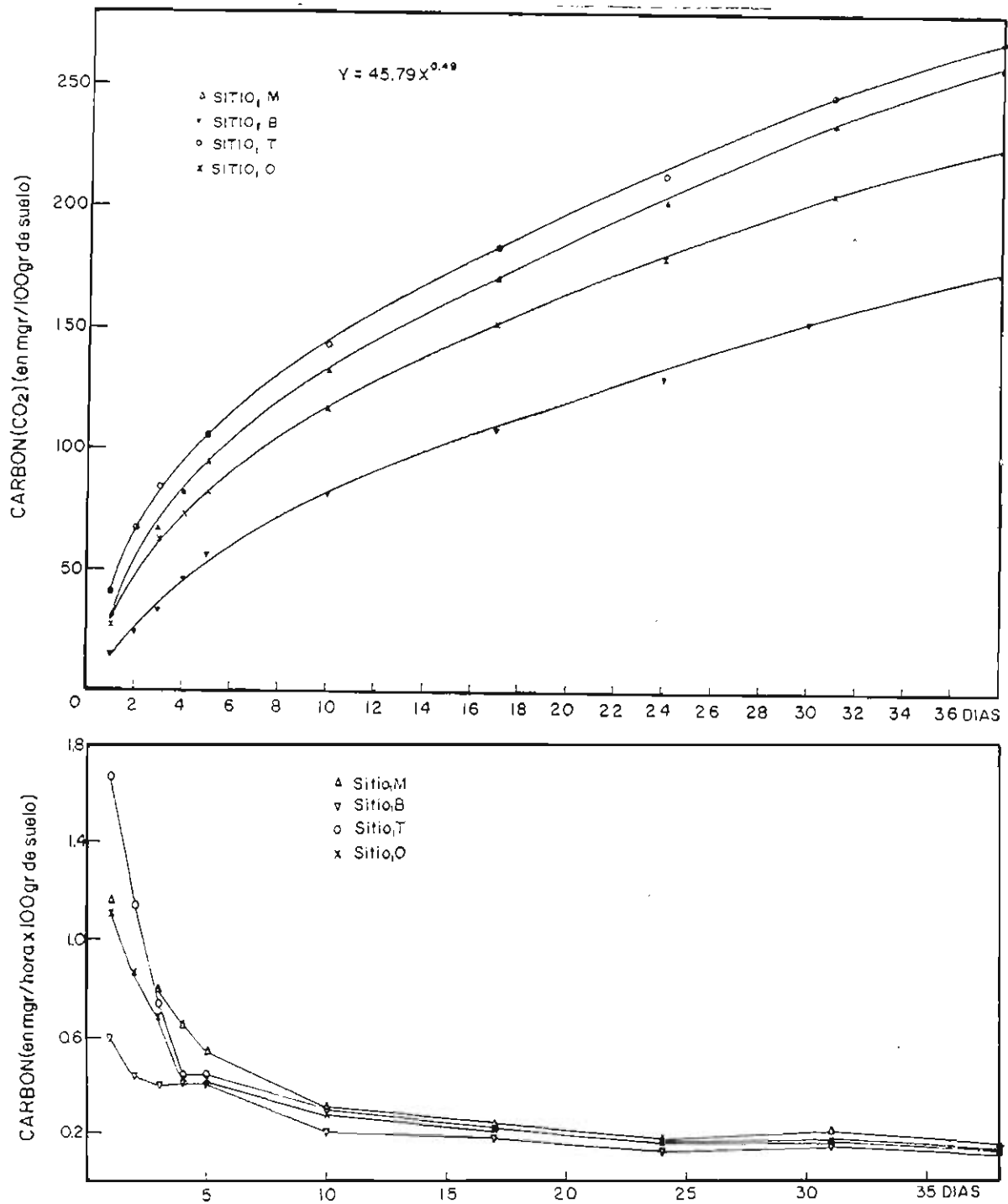


FIGURA 5. Efecto de la aplicación de 4 dosis de efluente de porquerizas sobre la mineralización del carbón a CO₂. Arriba el acumulado en 38 días, ab ajo la rata horaria de mineralización. (Sitio 1).

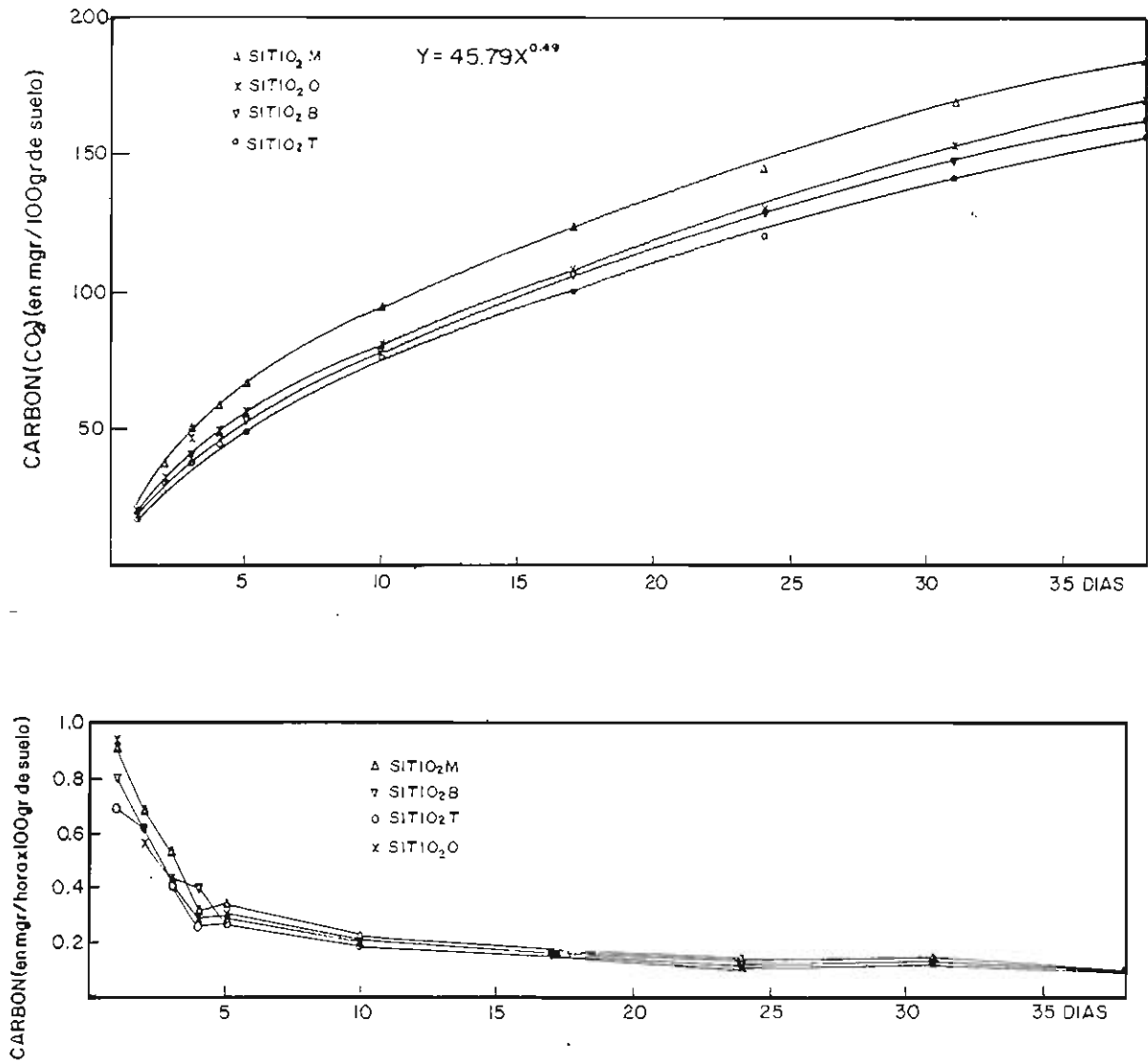


FIGURA 6. Efecto de la aplicación de 4 dosis de efluente de porquerizas sobre la mineralización del carbón a CO₂. Arriba el acumulado en 38 días, abajo la rata horaria de mineralización. (Sitio 2).

TABLA 5. Fraccionamiento del carbón en C extraíble en pirofosfato y carbón en ácidos fulvicos y humicos.

Código	C. extraíble		C - AF		C - AH		AH/AF
	% suelo	% del Ct	% suelo	% del Ct	% suelo	% del Ct	
S1M	6.23	45	2.5	18.28	3.7	27.00	1.48
S1B	5.00	47	2.5	23.47	2.5	23.47	1.00
S1T	5.10	43	2.3	19.13	2.8	23.27	1.20
S10	6.20	46	2.5	18.50	3.6	29.99	1.44
S2M	6.9	49	3.4	24.46	3.5	25.17	1.02
S2B	7.1	54	3.4	25.95	3.8	28.96	1.10
S2T	6.9	53	3.6	27.62	3.3	25.32	0.91
S20	7.3	55	3.4	25.50	3.9	29.25	1.14

Los cromatogramas de las Figuras 3 y 4 comparan el fraccionamiento físico químico Sefadex - G.15 de los ácidos fulvicos. Los picos indican familias de compuestos de diferente tamaño molecular, los primeros picos de la izquierda a derecha corresponden a los mas bajos pesos moleculares de compuestos simples y mas labiles. Sólo se observa, este pico en los cromatogramas del sitio 2 (Figura 4) en el tratamiento mensual (M), a las dos profundidades, lo que contrasta con el comportamiento del sitio uno en donde aparece solamente en la profundidad Bp de los tratamientos M y B (Figura 3).

La mineralización se puede observar en las figuras 5 y 6 muestran la rata y el acumulado, con poca diferencia en S2, pero diferencias muy importantes entre tratamientos en el S1, mayor en T y menor en B.

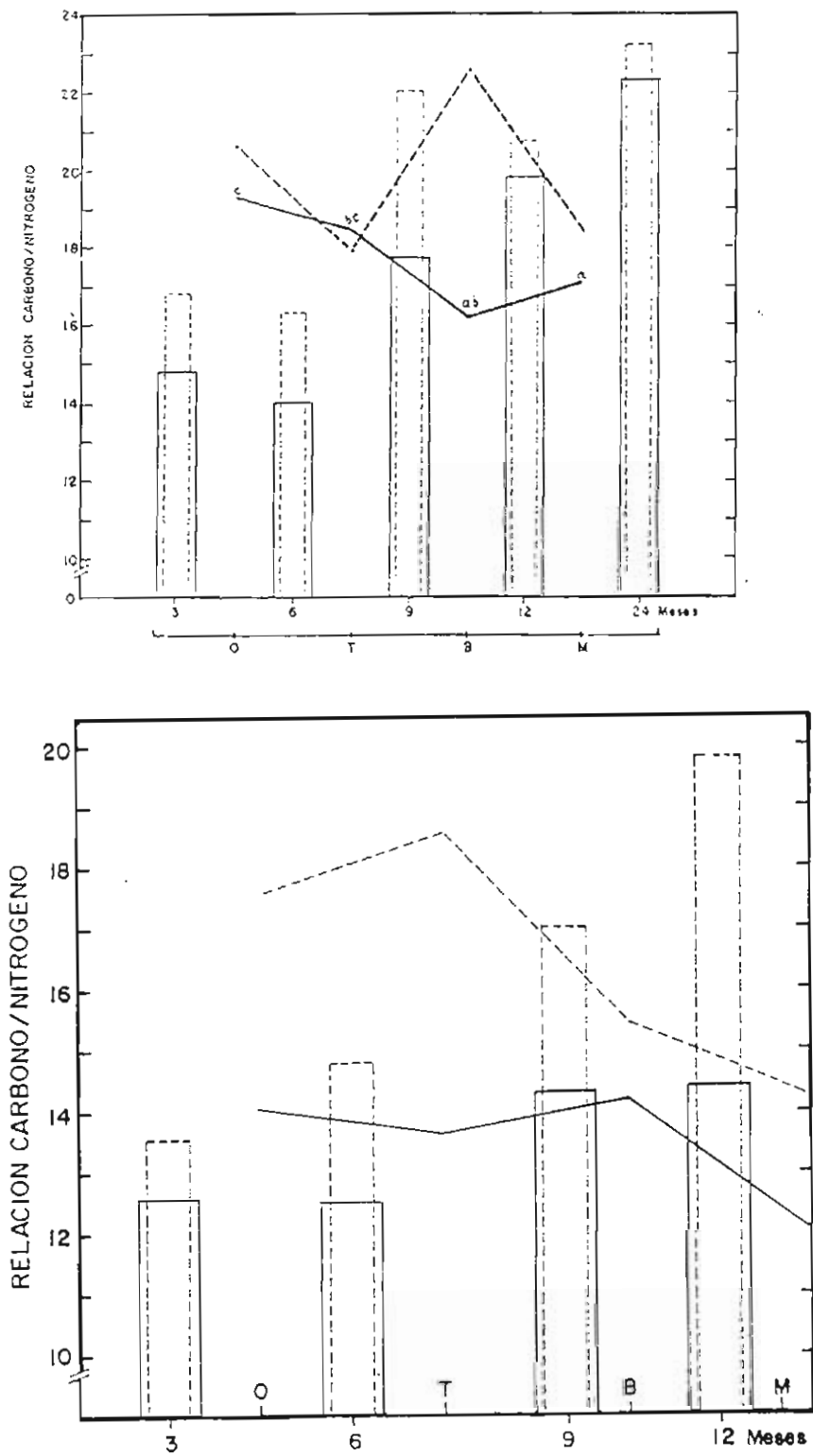


FIGURA 7. Variación de la relación C/N por efecto de época y tratamiento con efluente de porqueriza líneas discontinuas representan la profundidad B (letras diferentes entre los puntos de la curva indican diferencia estadística al nivel de 5%). *Sz arriba, SL abajo*

- Relación C/N: Apendices 10-13. Figura 7.

Se infiere de los apendices 10 y 11 y la figura 7 (abajo) que en el sitio uno hay una fuerte tendencia de los tratamientos a disminuir la relación tanto a nivel A como B de profundidad, sin embargo, hay un aumento constante de la misma con el tiempo especialmente a nivel Bp.

En el Sitio 2 Apendices 12 y 13 y figura 7 (arriba) se observa que como en S1 los tratamientos tendieron a bajarla a pesar que en el tiempo siempre fue mas amplia. En Bp de este suelo hay un comportamiento muy poco uniforme.

- Nitrógeno total: Apendices 14 a 17, Figura 8.

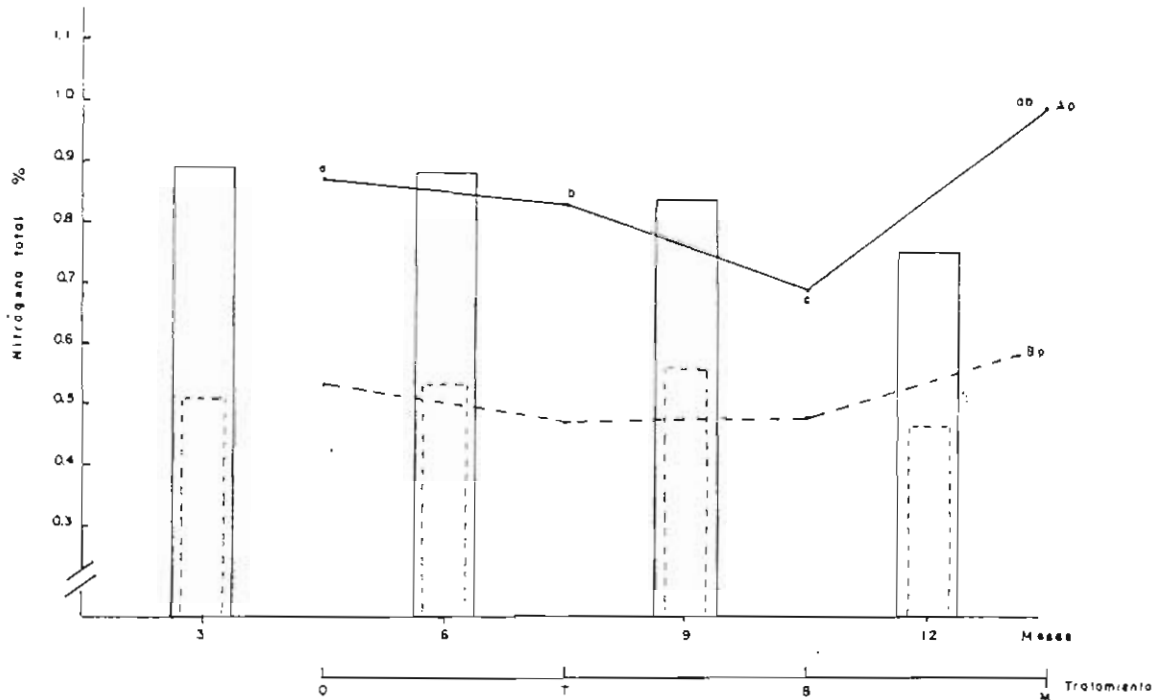
En S1, Apendices 15 y 16, Figura 8 (arriba), hay un efecto depresivo en el contenido de Nt en los tratamientos B y T y un aumento considerablemente significativo en el tratamiento M. El tratamiento B es significativamente mas bajo que todos y en la profundidad Bp se repite claramente el fenómeno.

En el S2, Apendices 16 y 17, Figura 8 (abajo) se observa un efecto totalmente contrario al caso de S1, es el tratamiento B el que mas aumenta el contenido de N. La tendencia general es a mantener muy estable a través del tiempo el contenido de Nt (las barras rayadas de la Figura 8) y a aumentar un poco con el tratamiento, en Bp (barras blancas).

Esto concuerda con otras determinaciones como aumento de la M.O. y en los cromatogramas la aparición de compuestos de bajo peso molecular como resultado de los tratamientos.

- Nitrógeno - Nitratos : Apendices 18 al 21 y Figura 9 y 10.

En ambos suelos los contenidos de nitrógeno como nitratos fueron altamente afectados por el tratamiento y la época de muestreo o tiempo acumulado del tratamiento pero si se observa detenidamente el Apendice



Sitio 1

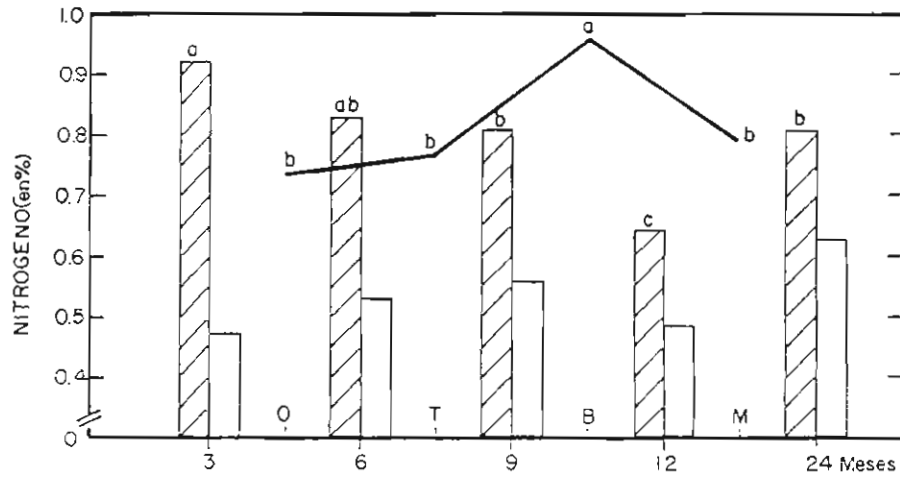


FIGURA 8. Efecto de cuatro tratamientos de efluente de porquizas sobre el contenido de Nt y variación según la época de muestreo, en el Sitio 1 arriba y Sitio 2 abajo, a dos profundidades. Las rayas discontinuas representan la profundidad Bp. (Las letras difieren cuando existe diferencia estadística al nivel de 5%).

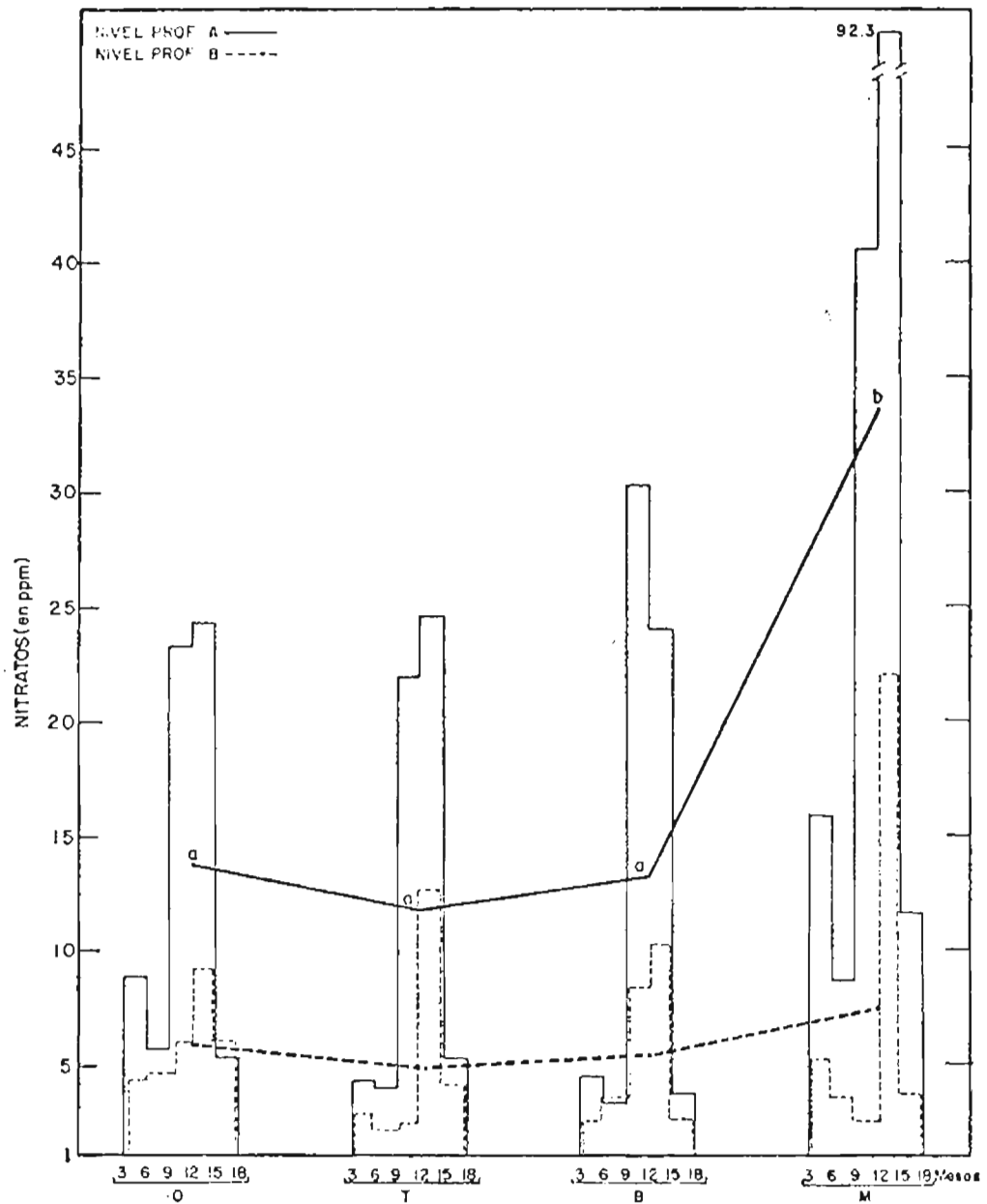


FIGURA 9. Distribución de nitratos en 18 meses de muestreo, como respuesta a los tratamientos O, T, B y M de "porquinaza" líquida en las barras y efecto de los tratamientos en nivel Ap y Bp (de profundidad). Las líneas discontinuas representan el nivel Bp y las enteras a Ap. (Letras diferentes en la curva indica diferencia significativa al 5%. Sitio 1.

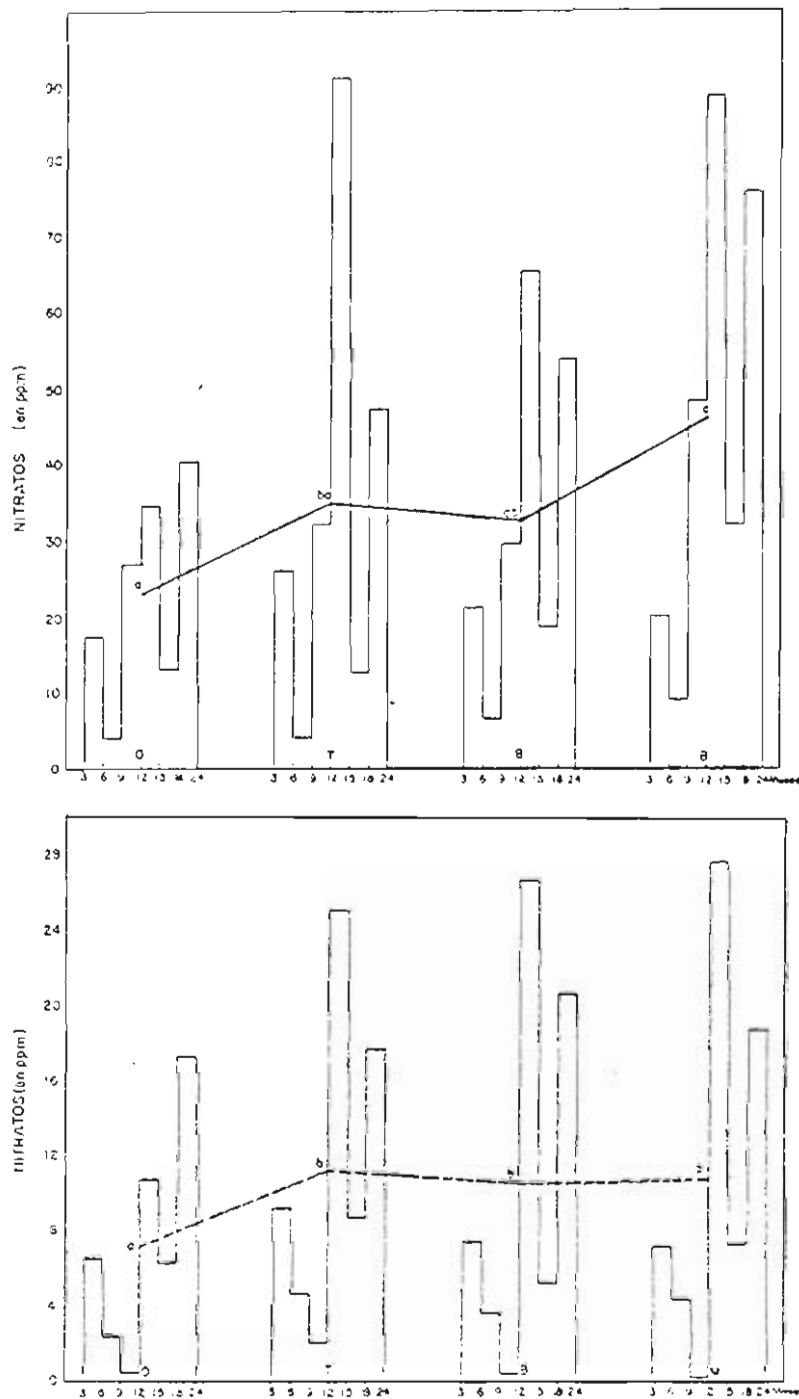


FIGURA 10. Distribución de nitratos en 24 meses de muestreo, como respuesta a los tratamientos 0, T, B y M de "porquinaza" líquida en las barras y efecto de los tratamientos en nivel Ap y Bp (de profundidad). Las líneas discontinuas representan el nivel Bp y las enteras a Ap. (Letras diferentes en la curva indica diferencia significativa al 5%.) Sitio 2.

18 y 19 que representan la información del S1, lo mismo que la Figura 9 se puede ver perfectamente que el tratamiento mensual (M) superó ampliamente en el contenido de nitratos en el nivel A de profundidad, no hubo efecto en profundidad Bp. En el S2 (Apendices 20 y 21 y Figura 10) se detecta ya un efecto importante de todos los tratamientos en el nivel A y B de profundidad, respecto del testigo. Sobre saltos importantes se presentaron a los 12 y 24 meses.

- Amonio : Apendices 22 - 25, Figura 11.

A pesar que existió la tendencia permanente a aumentar con el tiempo tanto en profundidad A como en B y en S1 como S2, el efecto no se debió enteramente al tratamiento que tiene fuerte tendencia al aumento pero no alcanza a ser significativa.

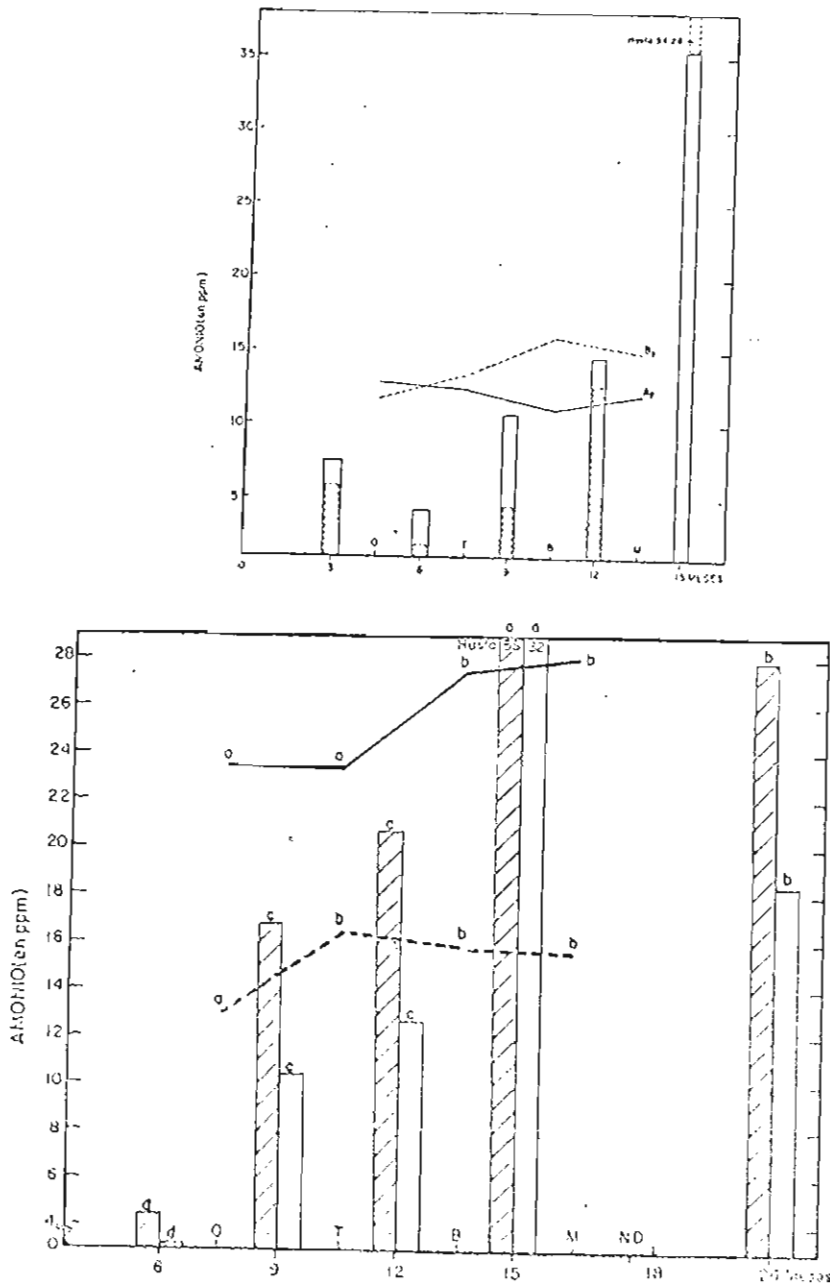
Un fenómeno de concentración mayor en B que en A en el S1 es bien claro, un poco menos notorio en S2 pero alcanza a observarse, la Figura 19 (abajo), un efecto importante del N-NH₄ en profundidad, pero mayor en la superficie.

- Fósforo: Apendices 26 - 29, Figuras 12 y 13.

Es un elemento de mucha variabilidad en las determinaciones. En el Sitio 1 (Apendice 26) los datos en el tratamiento trimensual (T) son totalmente anómalos comparados con el resto, lo que aparentemente se explique por una contaminación con P de dichas parcelas. Los efectos sobre el fósforo son notorios no obstante como respuesta al tratamiento en el nivel Ap mientras que en el nivel Bp es muy estable a través del tiempo. La Figura 12 ilustra el comportamiento de T y el efecto del tratamiento M en este sitio.

En el sitio 2 se presenta un efecto muy fuerte del tratamiento M, pero no alcanza a ser significativo. Las variaciones a través del tiempo son menores que para los demás elementos aunque alcanzan a ser significantes.

FIGURA 11 Efecto de 4 tratamientos de efluente de porquerizas sobre el contenido de amonio en diferentes épocas de muestreo. Las líneas discontinuas indican profundidad Bp, arriba el sitio 1 abajo el sitio 2. (Letras diferentes entre el mismo tipo de barra o curva indica diferencia significativa al 5%).



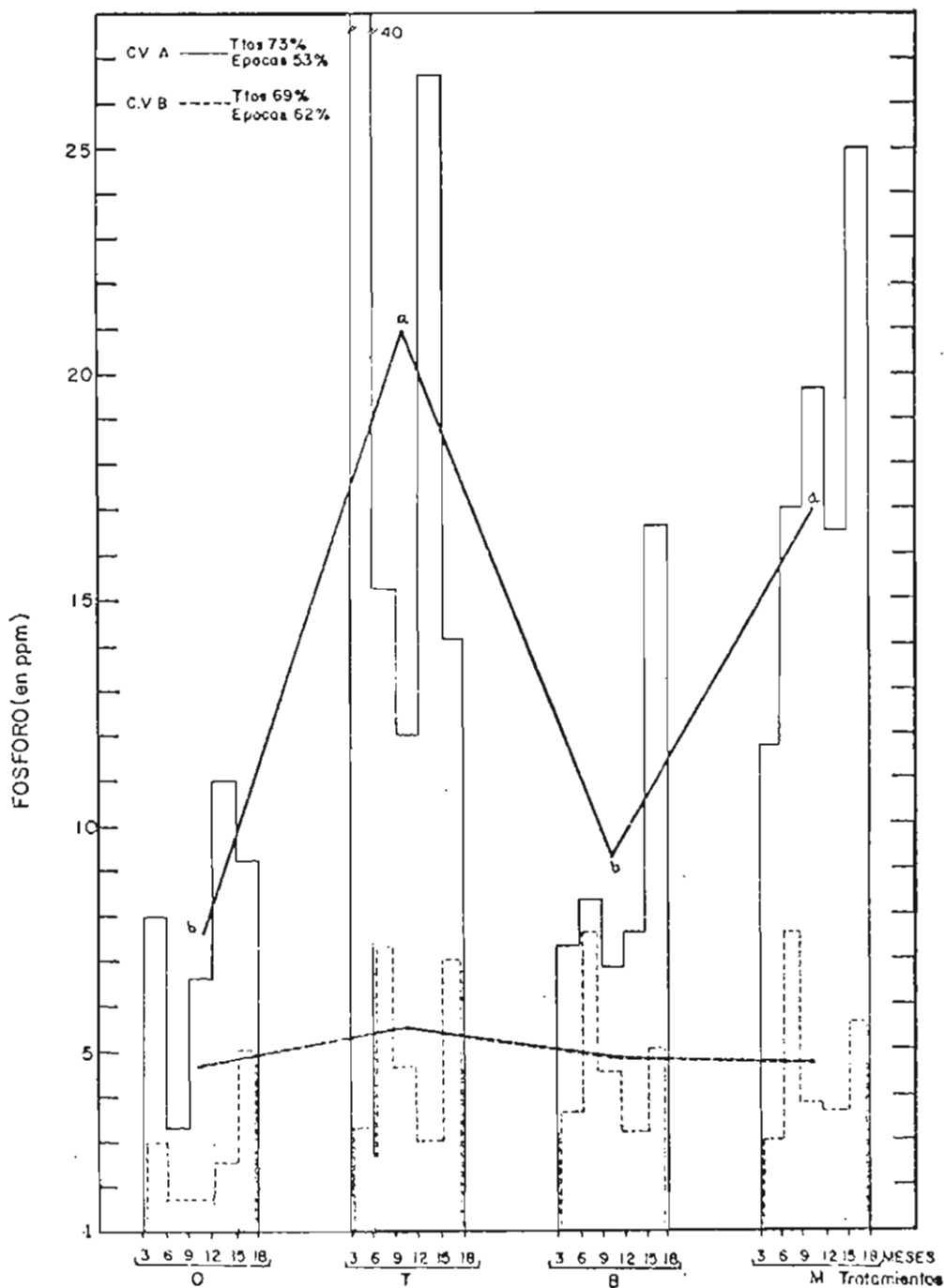
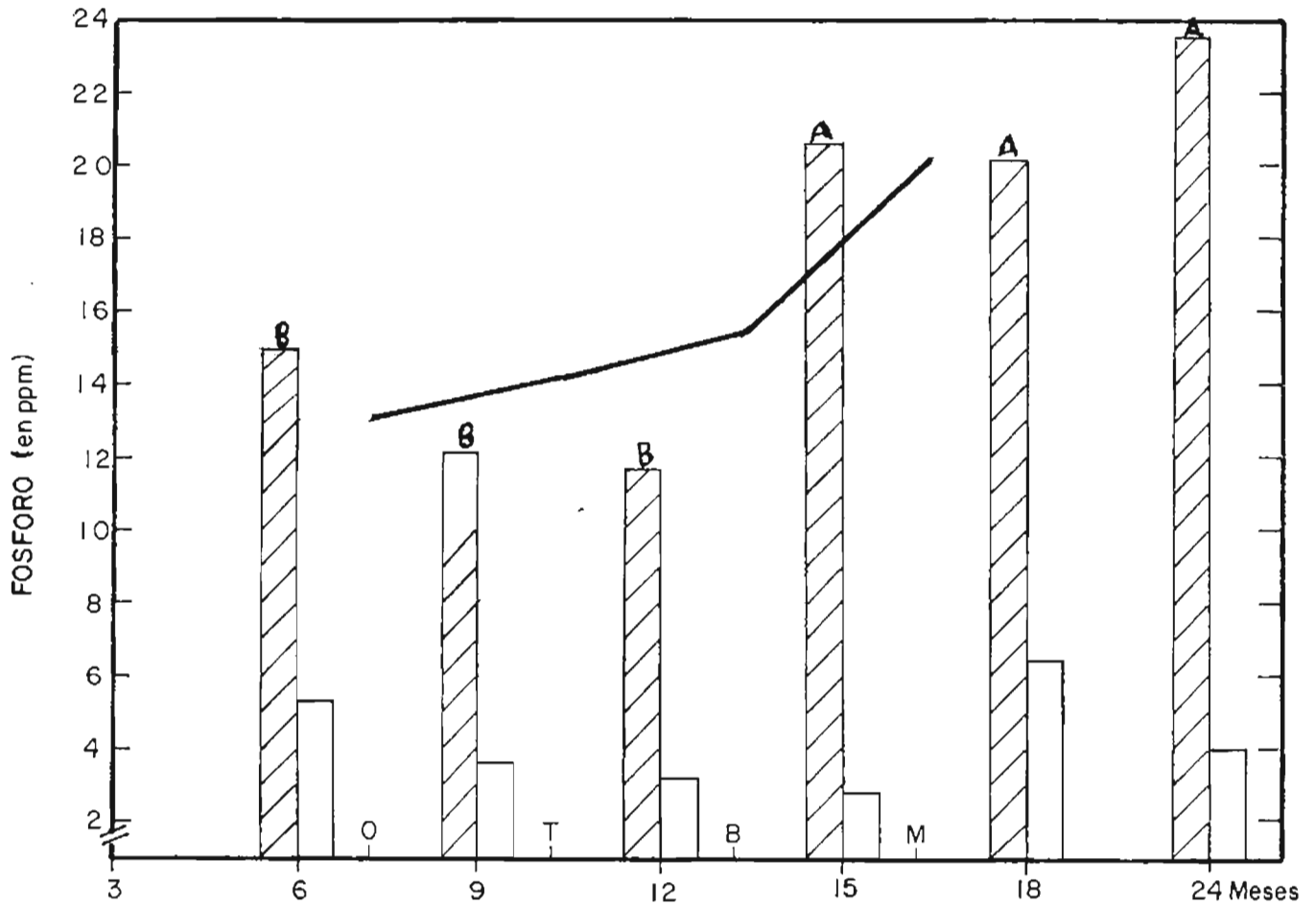


FIGURA 12. Efecto de 4 tratamientos de efluentes de porquerizas sobre el P asimilable en dos profundidades Ap y ----- Bp y su distribución a través del tiempo en cada tratamiento. (Letras que difieren en la curva expresan diferencias significativas al nivel de 5%). Sitio 1.



sitio 2

FIGURA 13. Efecto de 4 tratamientos de porquinaza sobre el P asimilable en el horizonte superficial y sobre las diferentes épocas de muestreo. Las barras rayadas representan el primer nivel de profundidad y las blancas el nivel B. (Las diferencias significativas al 5% se señalan con letras diferentes sobre las barras).

- El Potasio: Apendices 30 a 33, Figura 14.

En el S1 Apendices 30 y 31 y Figura 14 hay un efecto diferente, tendencia a bajar en el suelo con los tratamientos B y T, como ocurrió con Nt, aunque no significativa estadísticamente, también variaciones en el tiempo para un sobre salto en el muestreo a los 15 meses. Promedio general de 1,93 meq/100 gr de suelo, al final de la experiencia.

En el S2 Apendices 32 y 33, figura 14 se ve claramente un efecto inverso (tenaza) entre las dos profundidades estudiadas, y un alto valor en el muestreo a los 15 meses. Un promedio general de 0,75 meq/100 gr de suelo.

- Sodio: Apendices 34-37, Figuras 15 y 16

En ambos sitios el comportamiento es muy similar lo mismo ocurre en Ap y Bp. La interacción tratamiento por épocas muestra que hay un efecto significativo dentro de los tratamientos. En el sitio 1, Figura 15 tanto en Ap como en Bp (las curvas) son muy similares, hay un efecto importante del tratamiento mensual, este efecto repercute a través del acumulado en el tiempo, situación que puede apreciarse en el área de los bloques y el alargamiento de los peldaños de la escalera que forman las diferentes épocas dentro de cada tratamiento. Si revisamos los resultados en el S2, donde la concentración de la porquinaza era mayor que en S1, se observa un efecto similar (la Figura 16 muestran en efecto, como el crecimiento del área y el estiramiento de los bloques es superior observándose ya un efecto de los tratamientos intermedios (B y T) a las dos profundidades lo que no ocurrió en S1.

Con respecto a la variación por épocas de muestreo a los nueve meses de aplicación el contenido se eleva en forma irregular en ambos sitios y profundidades.

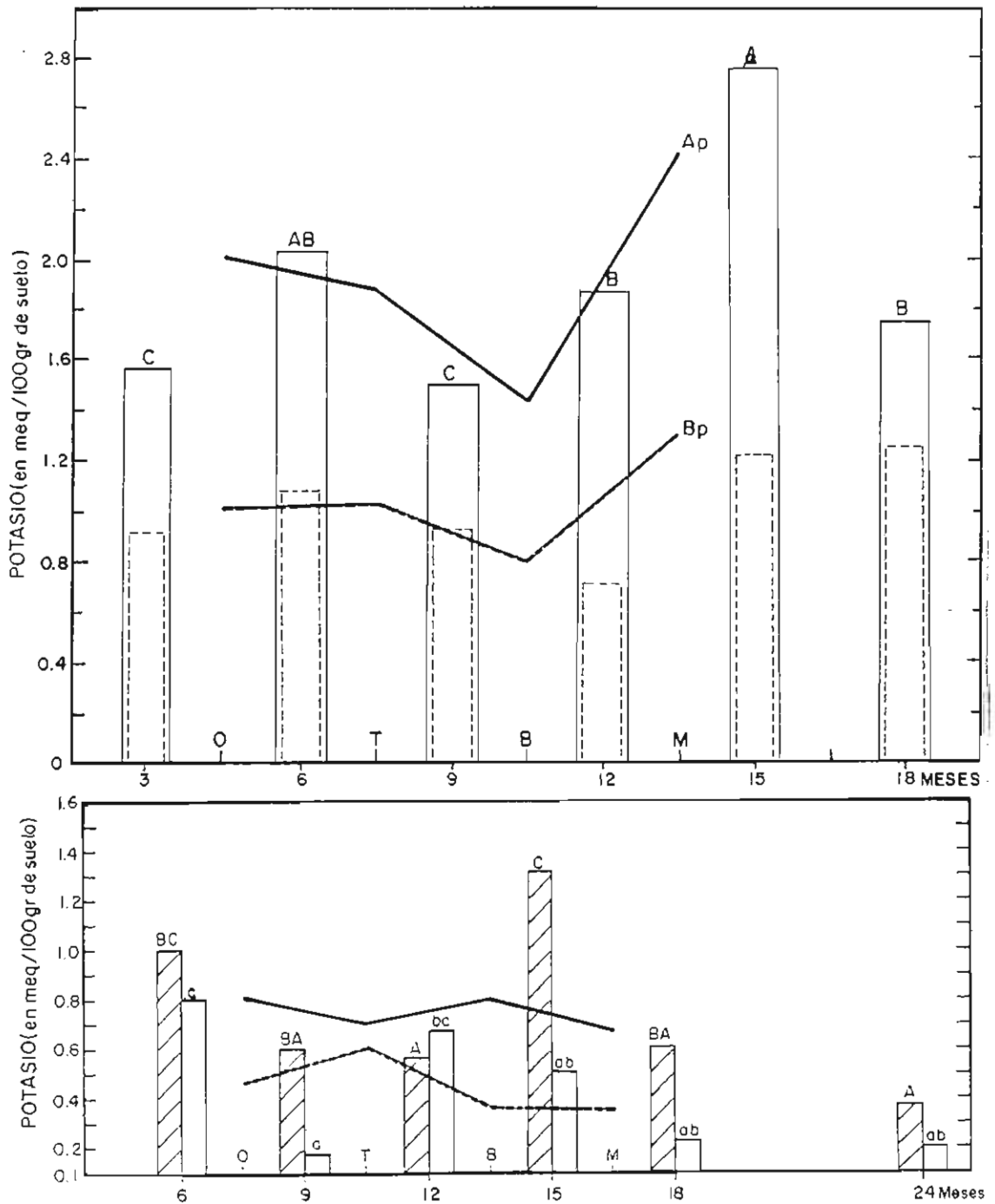


FIGURA 14. Efecto de 4 tratamientos de efluente de porquerizas sobre el contenido de K aprovechable en dos suelos S1 (arriba) y S2 (abajo, a dos profundidades Ap (rayas continuas) y Bp (discontinuas) y la variación a través del tiempo. Las barras rayadas (abajo) son del nivel A y las blancas del nivel B. (Letras mayúsculas comparan el nivel A y minúsculas el B para su significancia estadística al 5%).

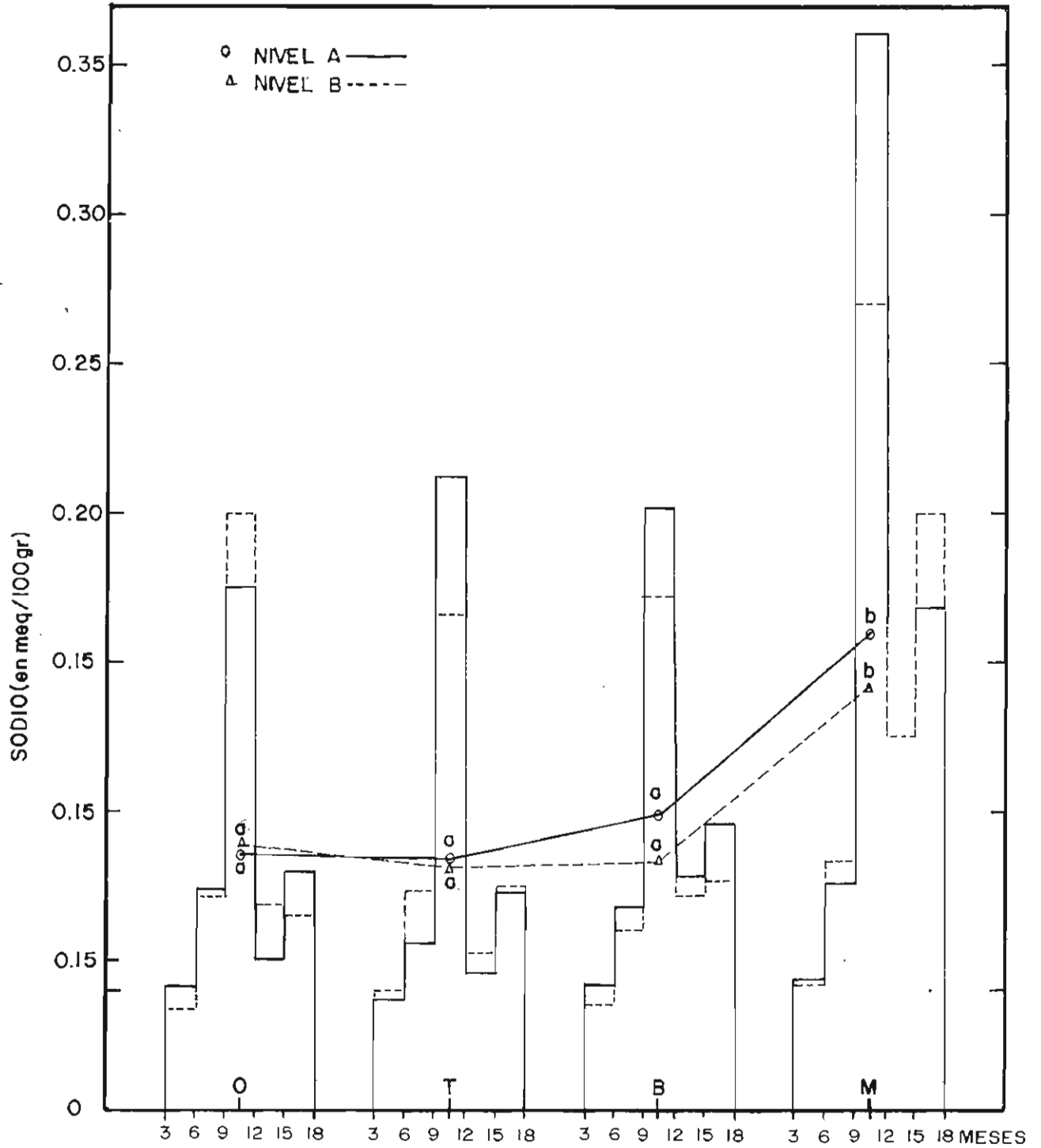


FIGURA 15. Efecto de 4 tratamientos con efluentes de porquerizas sobre el Na intercambiable y su distribución a través del tiempo dentro de cada tratamiento en el Sitio 1.

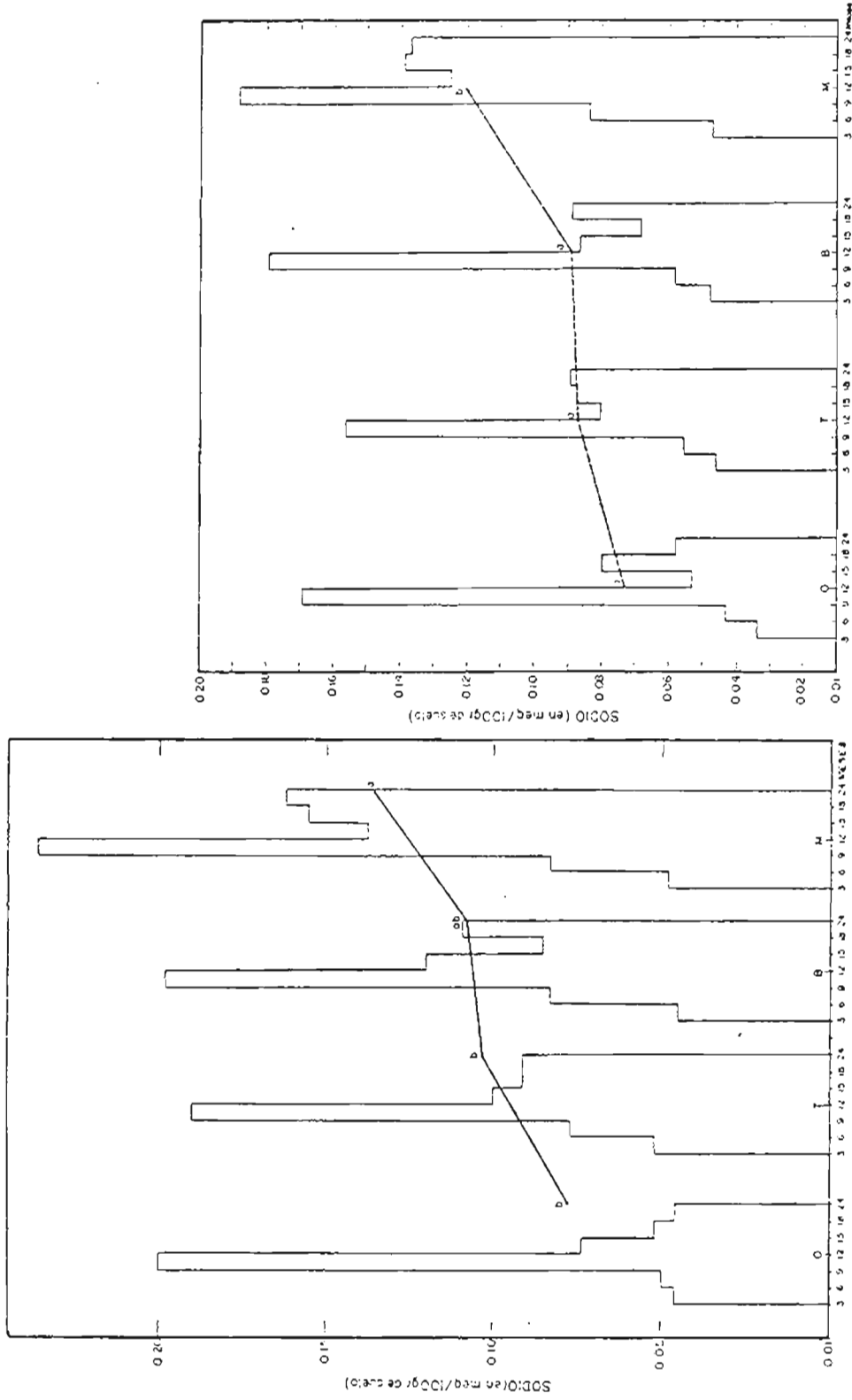


FIGURA 16. Efecto de 4 tratamientos de efluente de porquerizas sobre el Na intercambiable en el S2, a la izquierda en el nivel Ap y a la derecha el nivel Bp de profundidad (Letras diferentes significan diferencias estadísticas al nivel de 5% entre los tratamientos).

- Calcio: Apendices 38 a 41, Figura 17.

Un efecto bien diferente entre S1 y S2, en el sitio 1 hay un aumento significativo a nivel Ap para el tratamiento M y a pesar de ser muy uniforme la concentración a través del tiempo en el muestreo 5° (15 meses) se presenta un sobre salto importante.

En el S2, Figura 17 (abajo) se presentan valores muy altos igualmente en el muestreo 5° y en el último a 24 meses, pero el efecto de los tratamientos es mínimo a las dos profundidades.

- Magnesio: Apendices 42 a 45, Figura 18.

Comportamiento muy similar al del calcio. Leve tendencia a aumentar con el tratamiento M en ambos sitios al nivel Ap. Valores muy bajos como para P y casi todos los otros elementos en el tratamiento B del S1.

- CIC. Apendices 46-49, Figura 19.

La CIC se manifiesta en aumentos significantes a las dos profundidades en el S1 pero donde se observa mayor definición del tratamiento M es en la profundidad B, Figura 19 (arriba). Lo que manifiesta junto con otras evidencias, mayor percolación en este sitio. El tratamiento B es significativamente mas bajo que en todos los demás tratamientos inclusive que 0.

En el sitio 2 la situación es muy homogénea a las dos profundidades y el efecto de los tratamientos solo se manifiesta levemente en M para el primer horizonte. Solo en el muestreo 5° se observa una alta CIC en ambos sitios.

- Aluminio: Apendices 50 y 51, Figura 1.

El aluminio solo se presenta en el S2, en el S1 con un pH promedio general de 5,62 y un contenido de bases que dobla al del S2 es lógico que se encuentre poco aluminio intercambiable.

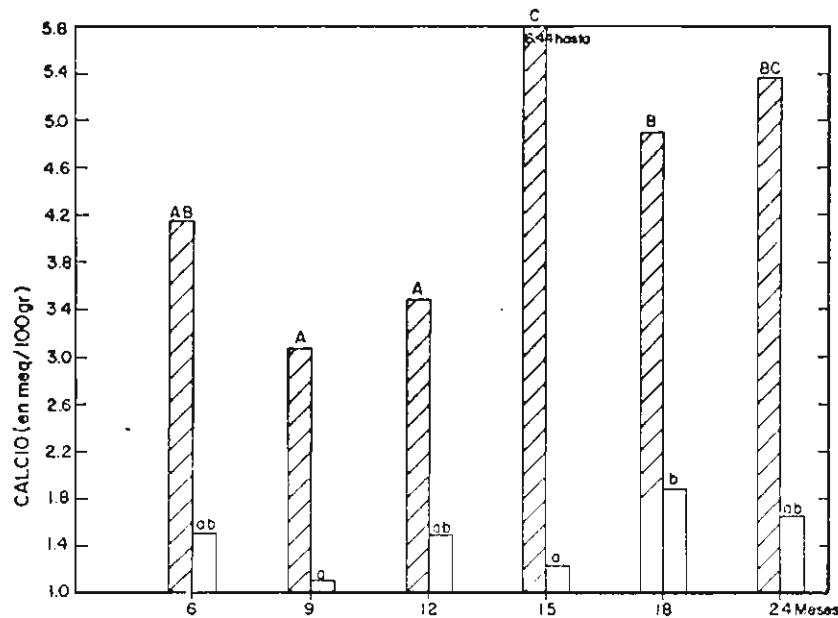
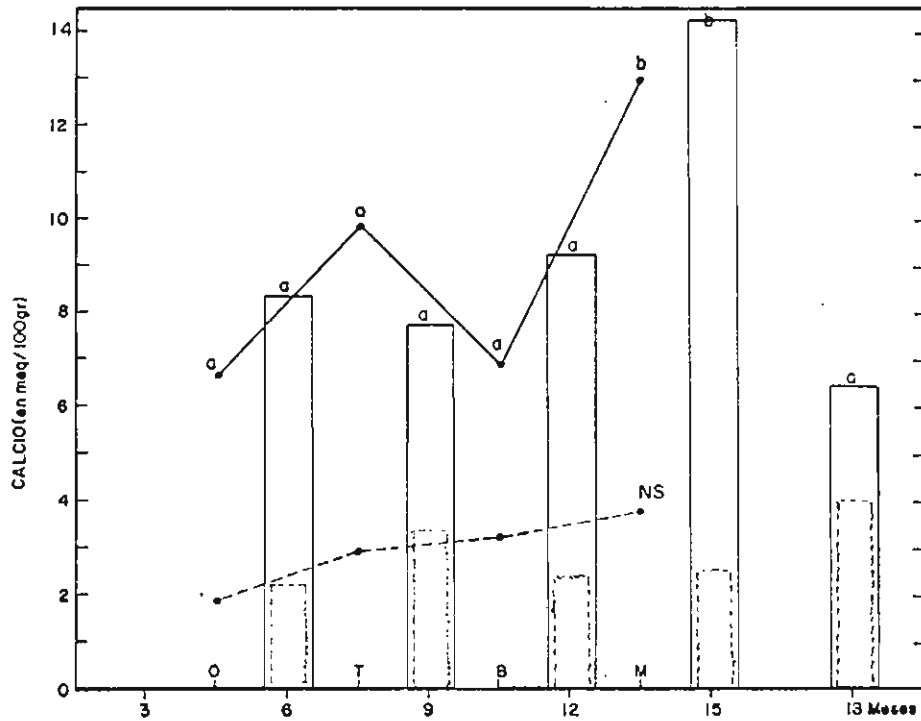


FIGURA 17. Efecto de 4 tratamientos de efluente de porquerizas sobre el Ca intercambiable en dos suelos, S1 (arriba), S2 (abajo) a dos profundidades Bp (rayas discontinuas, arriba y barras blancas abajo) y Ap (rayas continuas y barras rayadas abajo). (letras mayúsculas o minúsculas se comparan solamente entre sí e indican diferencias al 5% cuando son diferentes).

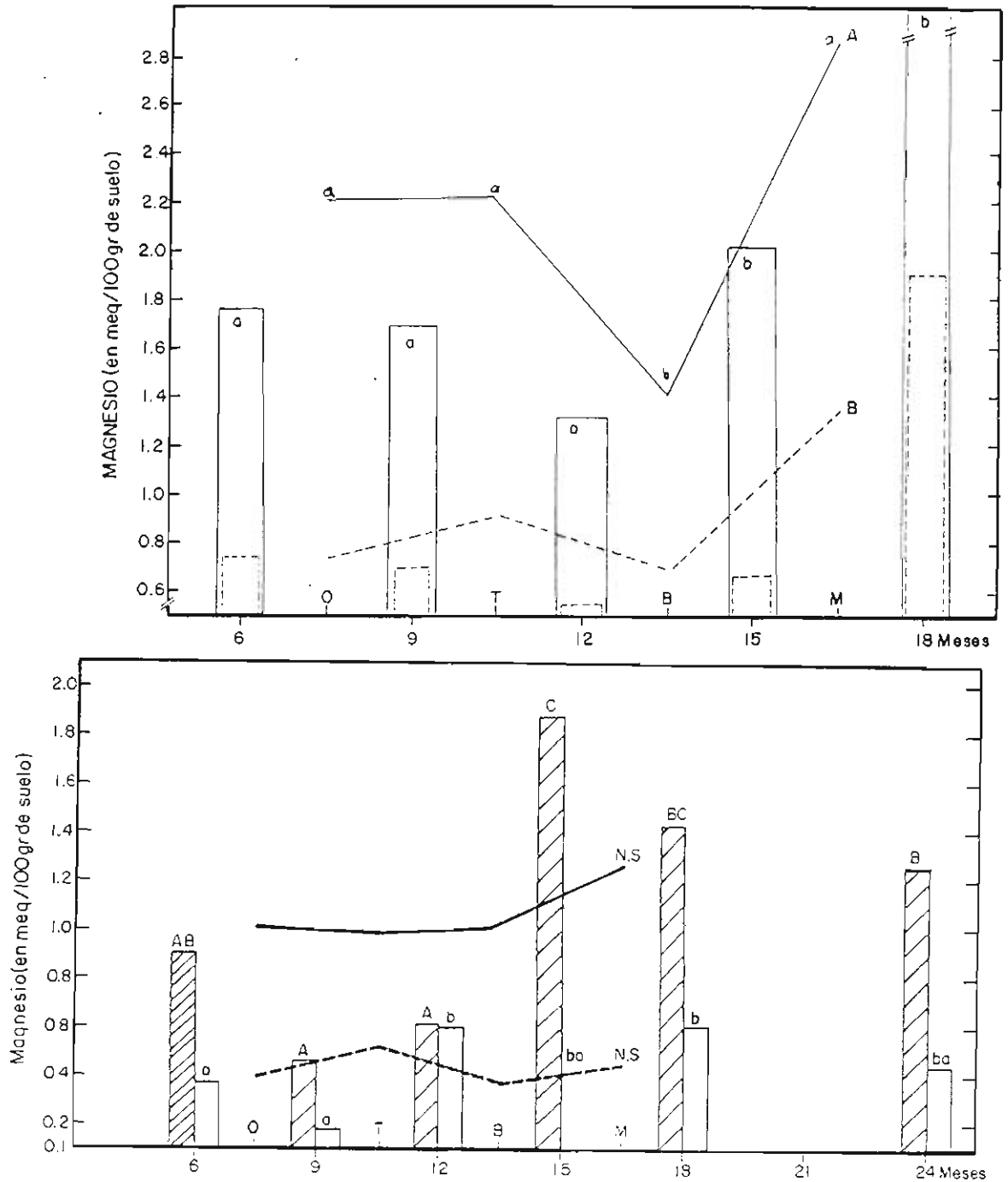


FIGURA 18. Efecto de 4 tratamientos de efluente de porquerizas sobre el Mg intercambiable en dos suelos, S1 (arriba), S2 (abajo) a dos profundidades Bp (rayas discontinuas arriba, y barras blancas abajo) y Ap (rayas continuas y barras rayadas abajo). (Letra mayúsculas o minúsculas se comparan solamente entre sí e indican diferencias al 5% cuando son diferentes).

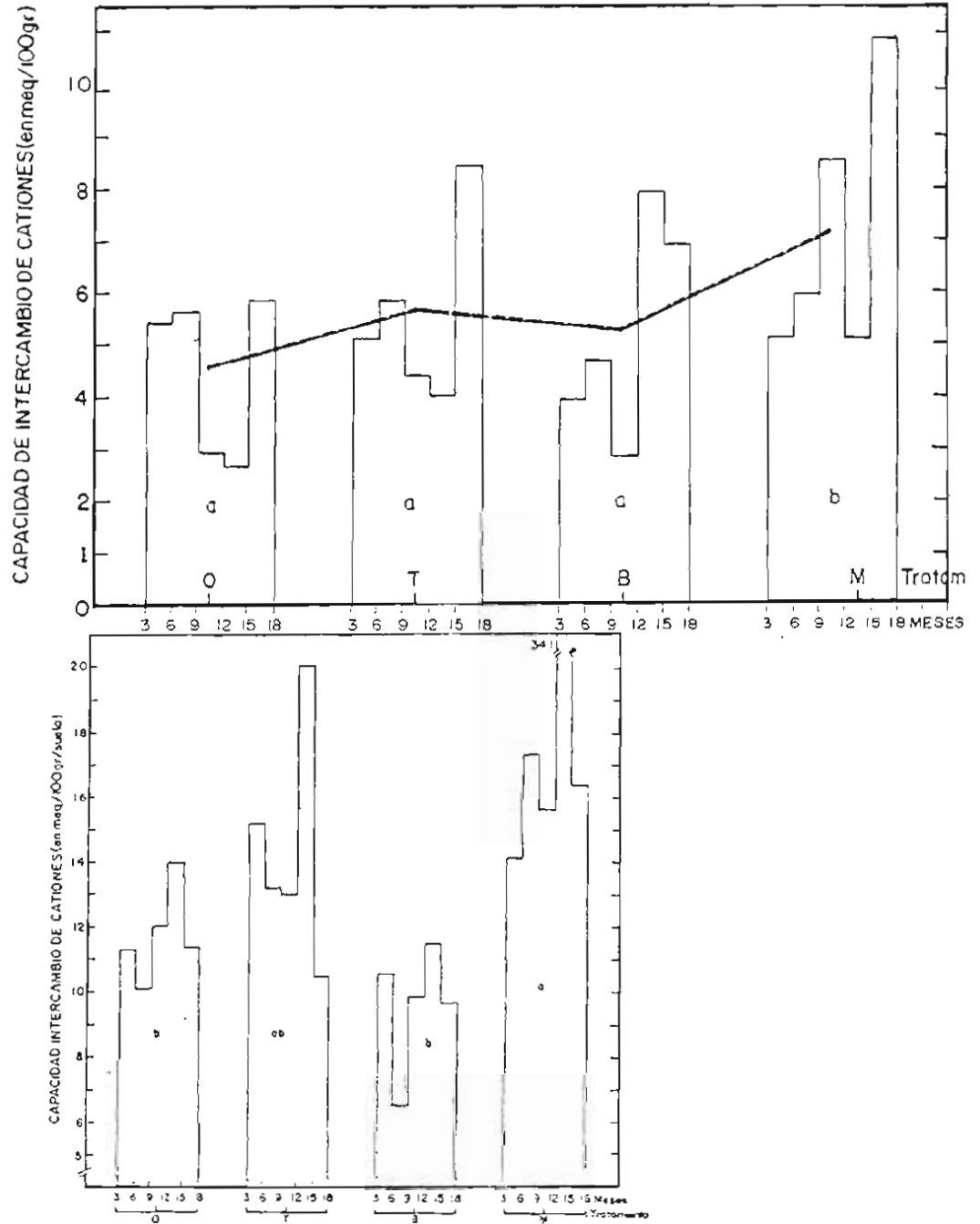


FIGURA 19. Distribución del efecto de 4 tratamientos de efluente de porquerizas sobre la CIC en el S1, a dos profundidades, Ap (abajo) y Bp (arriba), a través del tiempo dentro de cada tratamiento (las letras comparan la variación significativa al 5% de los promedios totales de cada tratamiento).

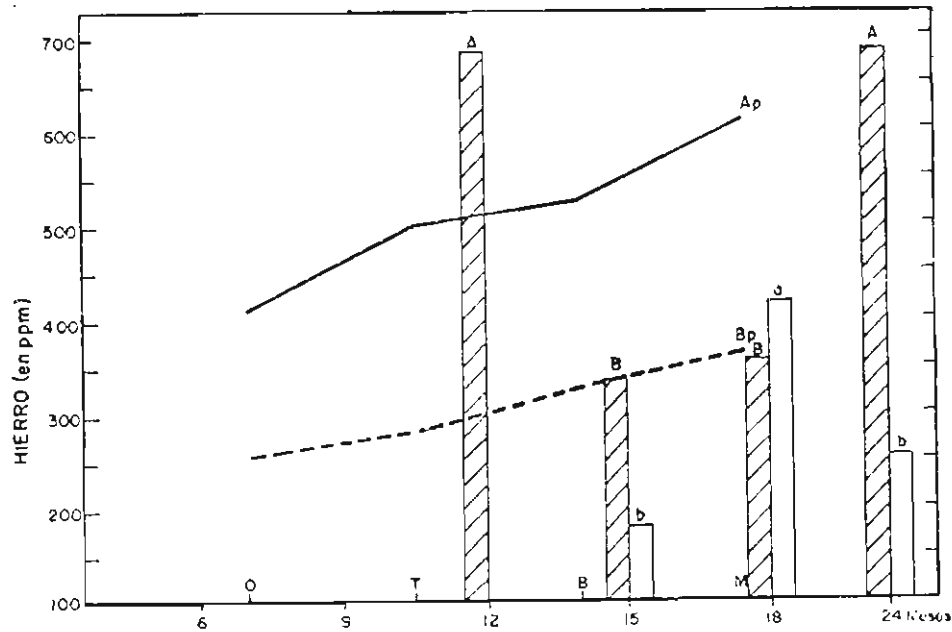




FIGURA 20. Hierro en ppm en el sitio 2 a profundidades Ap  y Bp , las barras indican los valores en cada época y las curvas, el efecto de los tratamientos. (Letras similares, sobre las barras indican que no hay diferencia estadística, las mayúsculas comparan la profundidad Ap y las minúsculas la Bp).

En el S2 las variaciones en el contenido no se ven afectadas significativamente ni en Ap ni en Bp pero si se observa que cuando el contenido de bases presentaba valores inesperadamente altos como ocurrió en el muestreo a los 15 meses, Figuras 14, 17 y 18. El aluminio rebajó a valores mínimos (Figura 1). Un promedio general de 1,17 me/100 gr puede esperarse en los suelos de ese sitio con una saturación que por el contrario si tiende a bajar como resultado del aumento de la CIC (15% de saturación).

- Cobre: Apendices 52 a 55, Figura 21.

Este elemento en los dos sitios no presentó efecto de tratamientos pero una tendencia generalizada a aumentar en las dos profundidades, con el tiempo.

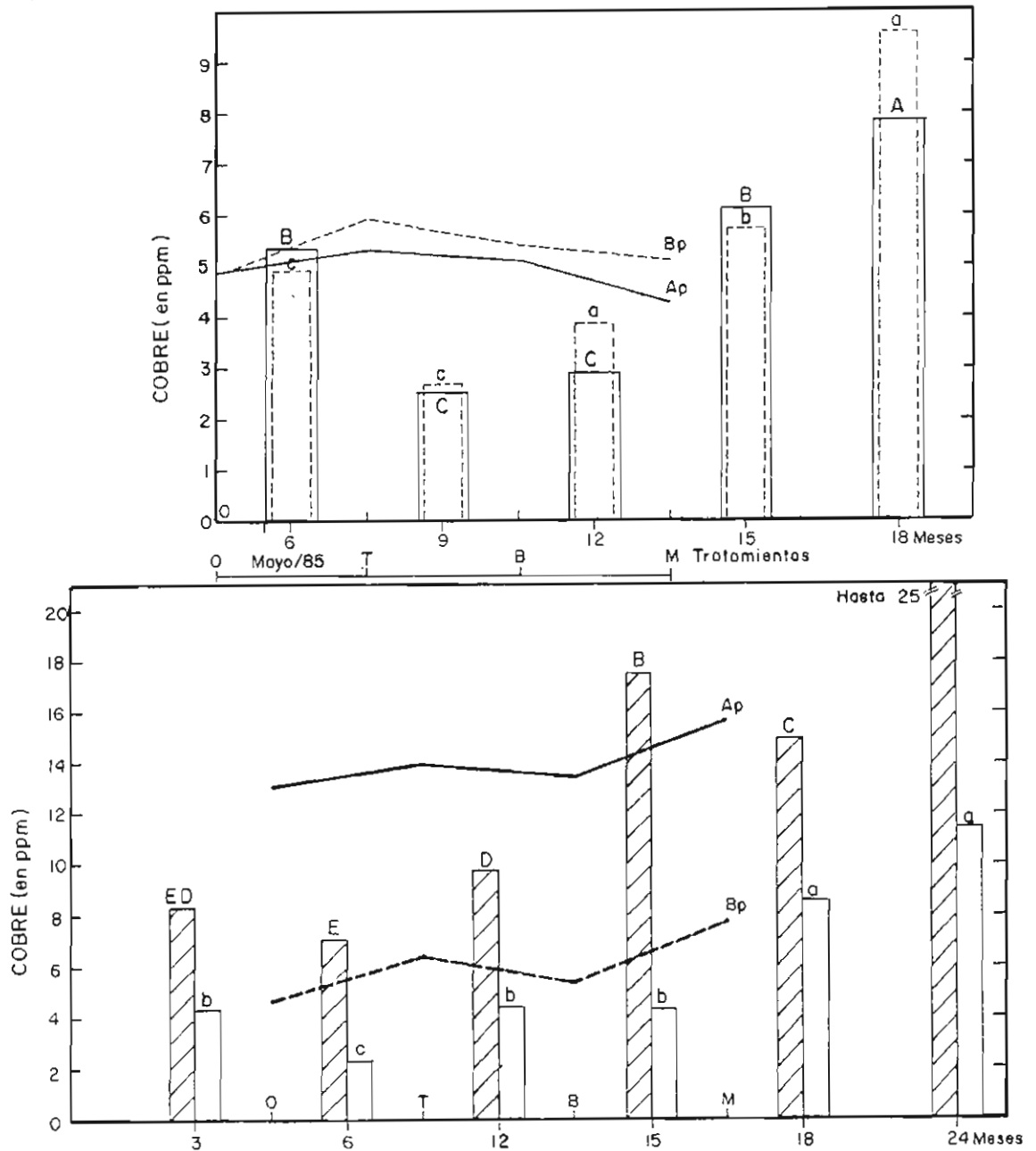


FIGURA 21. Comportamiento del cobre en dos suelos S1 (arriba) y S2 (abajo) por efecto de 4 dosis de efluentes de porquerizas en dos profundidades Ap (rayas continuas y barras rayadas) y Bp (rayas discontinuas y barras blancas) (Las letras se comparan entre sí mayúsculas y minúsculas y representan variación significativa al 5% cuando ellas difieren).

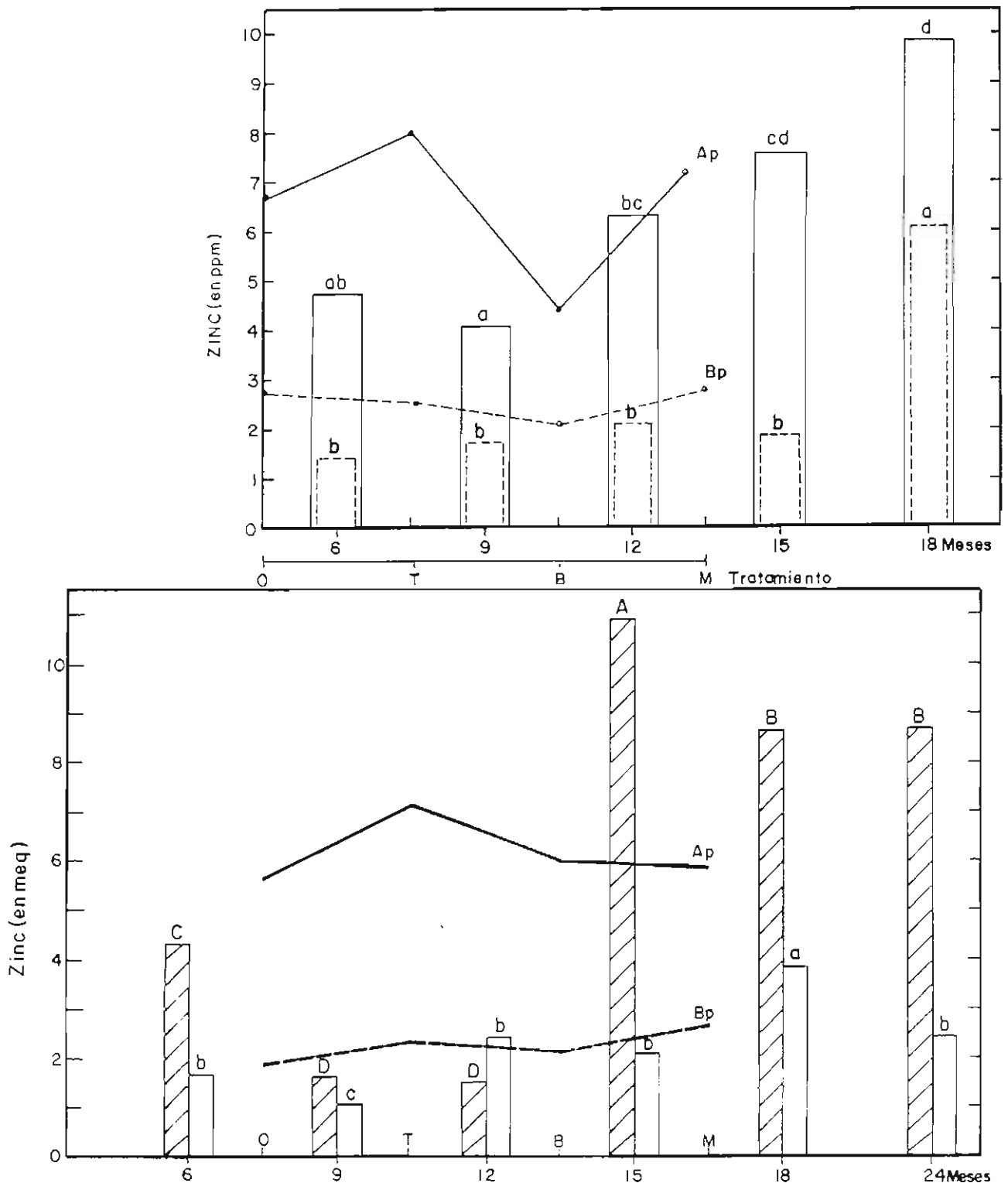


FIGURA 22. Comportamiento del Cinc en dos suelos S1 (arriba) y S2 (abajo) por efecto de 4 dosis de efluentes de porquerizas en dos profundidades Ap (rayas continuas y barras rayadas) y Bp (rayas discontinuas y barras blancas) (Las letras se comparan entre sí mayúsculas y minúsculas y representan variación significativa al 5% cuando ellas difieren).

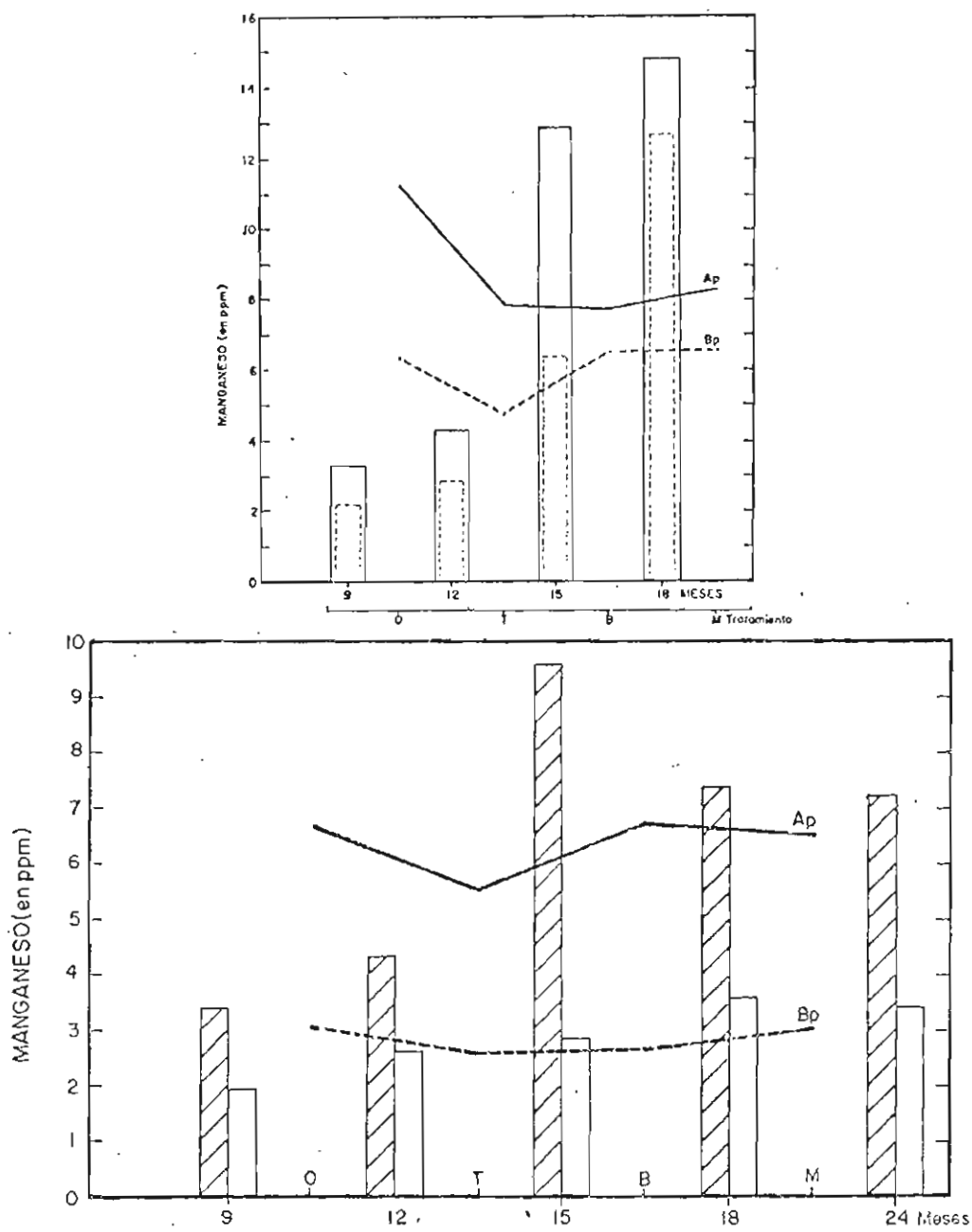


FIGURA 23. Comportamiento del manganeso en dos suelos S1 (arriba) y S2 (abajo) por efecto de 4 dosis de efluentes de porquerizas en dos profundidades Ap (rayas continuas y barras rayadas) y Bp (rayas discontinuas y barras blancas). (Las letras se comparan entre sí mayúsculas y minúsculas y representan variación significativa al 5% cuando ellas difieren).

TABLA 6. Variación en la composición química de pasto kikuyo (*Penisetum clandestinum* Hoehst) creciendo en dos suelos tratados con aplicaciones M (mensual), B (bimensual), T (trimestral), 0 (cero) aplicaciones de un efuente de porquerizas (porquinaza). Promedio de 18 datos evaluados a través de dos años de aplicaciones. (Las letras que acompañan los datos comparan el efecto de los tratamientos en cada elemento y sitio, letras que difieren señalan diferencia al 5%).

	S1				S2			
	M	B	T	0	M	B	T	0
N %	1.92 ^a	1.44 ^b	1.41 ^b	1.61 ^b	2.70 ^a	2.10 ^b	1.91 ^b	1.78 ^b
P %	0.45 ^a	0.35 ^b	0.39 ^{ab}	0.34 ^b	0.60 ^a	0.48 ^{bc}	0.53 ^b	0.45 ^c
K %	3.10 ^a	2.34 ^b	2.46 ^b	2.50 ^b	2.95 ^a	2.73 ^{bc}	2.47 ^c	2.32 ^c
Ca %	0.29 ^b	0.34 ^a	0.30 ^b	0.26 ^b	0.35	0.35	0.34	0.36
Mg %	0.30 ^a	0.23 ^b	0.23 ^b	0.27 ^{ab}	0.35 ^a	0.29 ^b	0.32 ^{ab}	0.28 ^b
Na ppm	185.49 ^a	145.66 ^b	119.62 ^c	122.32 ^c	213.26 ^a	148.48 ^b	127.70 ^b	125.91 ^b
Cu ppm	10.64 ^a	9.11 ^b	8.85 ^b	9.11 ^b	14.17 ^a	12.37 ^b	12.58 ^b	9.68 ^c
Fe ppm	189.09	205.39	176.08	196.38	181.06 ^b	221.16 ^a	206.43 ^{ab}	234.56 ^a
Zn ppm	57.25	54.72	57.72	51.76	66.09	69.52	76.34	70.35
Mn ppm	51.49	80.14	66.19	99.22	65.78 ^a	100.62 ^b	95.55 ^b	124.68 ^c
N03* ppm	5016	4500	5250	4904	7000	6000	6000	5050

* Presentan diferencias significativas al 10%.

Muy similares los datos en Ap y Bp del sitio 1 con un promedio general alrededor de 5 ppm y datos bien diferentes entre las dos profundidades en el sitio 2 con promedio general para Ap de 13,8 ppm y de 5,8 en Bp.

CINC: Apendices 56-59, Figura 22.

El comportamiento del Zn fue muy similar en ambos suelos y los contenidos muy similares tanto en Ap, como Bp. En Bp se conservó sin muchos altivajos el valor para ambos sitios, excepción de la medida a los 18 meses en donde se observó un aumento importante. En Ap hubo la tendencia generalizada al aumento con el tiempo en los dos sitios, pero los tratamientos no muestran efecto alguno.

- Hierro: Apendices 60 y 61, Figura 20.

Se presentan los datos del sitio 2 solamente se puede deducir un efecto importante de los tratamientos sobre el elemento especialmente a nivel de profundidad Bp. Y efecto, aunque no significativo en Ap, igualmente mucha variación con el tiempo.

- Manganeso: Apendices 62 a 65, Figura 23.

Los valores de S2 son mas bajos en general que los de S1 en la figura 23 se observa que el comportamiento fue muy similar al de los otros elementos menores, Cu, Fe y Zn (curvas muy parecidas). Pero en S1 se observan valores con fuerte tendencia a ser menores en las parcelas que recibieron los tratamientos a nivel Ap, y muestra la figura 23 arriba que la disminución del elemento con la intensidad del tratamiento, M y B se observa en ganancia en el nivel Bp.

3.2 SOBRE EL PASTO KIKUYO.

Se presenta una síntesis de los resultados en las tablas 6 y 7, esos resultados serán ampliados y discutidos en Hernández, 1988, tesis de grado que fue elaborada dentro de este proyecto.

El objeto de presentar aquí estos resultados, es el de practicar algunas comparaciones con los resultados en el suelo, no se pretende ser exhaustivo en el análisis, pues ello se hará en la mencionada tesis. Próximamente se establecerán una serie de correlaciones entre el elemento en el suelo y en el pasto y se publicarán en revistas aún por seleccionar.

La homogenidad en los resultados sobre los pastos permite un análisis mas fino, pero sobre todo este es el fin último perseguido con el manejo de suelo.

Se deduce de la tabla 6 que por efecto del tratamiento mensual se aumenta significativamente los contenidos de casi todos los elementos excepto de Fe y Mn que se disminuye.

De la Tabla 7, sin embargo se deduce que la composición obedece a una situación estacional un efecto acumulativo sobre el pasto del Na y NO₃ en detrimento del contenido de K que disminuye fuertemente en el último muestreo en ambos sitios.

TABLA 7. Variación en la composición química del pasto kikuyo (Penisetum clandestinum Hoechst) en cuatro muestreos cada 3 meses, en dos suelos tratados con diferentes frecuencias de efluente de porquerizas (porquinaza). Promedios de cuatro tratamientos M, B, 0, T. Letras diferentes dentro de cada elemento y sitio señalan diferencias estadísticas al nivel del 5%.

	S1				S2			
	1	2	3	4	1	2	3	4
N %	1.75 ^a	1.47 ^b	1.67 ^a	1.49 ^b	2.32 ^a	1.74 ^c	2.10 ^b	2.33 ^a
P %	0.39 ^b	0.32 ^c	0.55 ^a	0.26 ^d	0.46 ^b	0.39 ^c	0.76 ^a	0.45 ^b
K %	3.22 ^a	2.44 ^c	2.93 ^b	1.81 ^d	3.22 ^a	2.60 ^b	3.05 ^a	1.61 ^c
Ca %	0.34 ^c	0.38 ^a	0.12 ^d	0.35 ^b	0.44 ^a	0.46 ^a	0.13 ^c	0.35 ^b
Mg %	0.32 ^a	0.28 ^c	0.13 ^d	0.30 ^b	0.38 ^a	0.38 ^a	0.14 ^c	0.34 ^b
Na ppm	96.26 ^b	96.17 ^b	95.78 ^b	284.77 ^a	112.71 ^b	88.56 ^c	133.10 ^b	281.00 ^a
Cu ppm	10.58 ^a	8.52 ^b	10.51 ^a	8.10 ^c	13.71 ^a	9.89 ^c	11.41 ^b	13.78 ^a
Fe ppm	90.08 ^d	220.39 ^b	133.52 ^c	322.93 ^a	95.76 ^d	324.96 ^a	154.93 ^c	267.56 ^b
Zn ppm	54.43	55.33	57.85	53.84	67.19 ^b	68.48 ^{ab}	73.33 ^a	73.30
Mn ppm	55.42 ^b	66.84 ^b	59.97 ^b	114.80 ^a	76.58 ^b	108.37 ^a	84.44 ^b	117.25 ^a
NO3 ppm	3867 ^b	5050 ^a	5258 ^a	5533 ^a	4983 ^b	6533 ^a	6000 ^{ab}	6700 ^a

4. DISCUSION

Se hará una discusión un poco generalizada de los resultados pues el objetivo final de este trabajo es el de elaborar una serie de artículos que faciliten su lectura y comprensión, que permitan un análisis más estructurado y se obtenga el mejor provecho; y que a la vez se permita la integración de los resultados en el suelo y en el pasto (Hernández, 1988).

- Efecto de los tratamientos en el suelo.

Es conveniente hacer una serie de consideraciones en la discusión de las diferentes características. La variabilidad de la información como era de esperarse para suelos es alta así como para el producto usado en los tratamientos.

Esa variabilidad es debida a diferentes fuentes.

- Las metodologías:

Existen algunas características del suelo como pH, M.O., nitrógeno total y sodio que de acuerdo con chequeos realizados en otro laboratorio (España) sobre la misma muestra son muy comparables a los hallados acá.

Otros como fósforo, nitratos, amonio son mas variables con el mismo método. Los elementos determinados en absorción atómica se comportan a ese respecto en situación intermedia.

- Dinámica del elemento:

La misma dinámica del elemento puede ser la responsable de gran parte de la variación entre época y época debido a la sensibilidad del

elemento, a variaciones climáticas en especial en este caso, consideramos las formas minerales del N (nitratos y amonio), el manganeso y el hierro, esta situación dificulta la interpretación de los resultados.

- La variabilidad en composición del efluente (porquinaza) aplicado. Los cambios en la composición del producto pueden ser responsables de cambios bruscos encontrados en ciertos elementos en alguna época, datos de variabilidad, coeficiente de variación y variabilidad estadística en general son reportados por Cegarra, 1986*.

4.1 EL pH Y LA ACIDEZ.

Es una característica muy estable y no recibe ninguna influencia de los tratamientos, y aunque hay diferencias significativas debido a la época de un muestreo a otro nivel de 5%, y a ambas profundidades, los cambios son tan leves respecto del promedio general, que no creemos tenga influencia sobre los principales procesos del suelo. En el sitio 2 donde la concentración del tratamiento es mas fuerte que en S1 la tendencia del pH es a bajar con la intensidad del mismo. Cada-vid, 1983 reporta valores de pH que no varían con un tratamiento similar al M de esta investigación, en tres años de medida anual, y en suelos de características similares.

El aluminio intercambiable presente en el sitio 2, no así en el S1 donde el pH general es del orden de 5,6 varía en sentido inverso a las variaciones del pH, como efecto de los tratamientos, pero como efecto de épocas de muestreo, se observa mas bien una relación con el contenido de calcio y magnesio. Compare las Figuras 17 y 18 con la 1, en el muestreo a los quince meses donde se presenta los valores mas altos significativamente de calcio y magnesio se presentan los

* Comunicación personal.

mas bajo significativamente de Al. Si se observa el Apendice 1 se puede ver que en la época de muestreo donde se presentaron las lluvias de mayor intensidad fue precisamente en la quincena anterior a esa época (junio de 1986). Pensar que pueda existir un lavado de Al preferencialmente que Ca y Mg, es algo que a la luz de la química de suelos sería una buena especulación, sin embargo en ese tipo de suelo suceden cosas que sorprenden. Un estudio de lavado en columnas de ese suelo con porquinaza líquida daría alguna luz sobre este fenómeno.

Rodríguez y Schaeffer, 1971, demostraron electroforéticamente la gran capacidad de los AF de quelatos Al. Y una concentración de estos quelatos con lluvias tan intensas puede favorecer momentáneamente la percolación, lo que podría explicar este fenómeno. (Ver Apendice 1, 5ºmuestreo).

El aumento del Al con el tratamiento aunque es apenas una tendencia es mayor en los tratamientos B y T en donde precisamente se presentan los menores valores de Ca y Mg. (explicable en el mayor consumo de lo realmente aportado).

No está acorde con lo encontrado por Cadavid, 1983, que reporta disminución muy significativa de Al por efecto del tratamiento.

4.2 LA MATERIA ORGANICA.

Una revisión de los datos de M.O. señalan que los efectos sobre materia orgánica son notorios especialmente en profundidad. Si observamos los cromatogramas (Figuras 3 y 4) se observa esa familia de compuestos simples (de bajo peso molecular) en los ácidos fúlvicos (AF) que es la fracción mas móvil de la M.O. representada en los picos pequeños de la izquierda de los cromatogramas y que solo aparece en los AF S2 M - Ap*, los AF S2 M - Bp* y AF S1 M - Bp y AF S1 B - Bp, da

* AF = Acidos fúlvicos; S2 = Sitio 2; M = Tratamiento mensual, Ap = horizonte superficial; Bp = Profundidad B.

indicio de ser una respuesta al tratamiento, es decir, que hay un movimiento de compuestos preferencial en profundidad en S1 lo que explica el leve aumento de la M.O. en el nivel Bp del S1 o en la mayor mineralización que posiblemente desgasta estos compuestos de más fácil degradabilidad, y en general se puede deducir que hay movimiento de una fracción de compuestos orgánicos con el tratamiento M en profundidad.

La materia orgánica varió significativamente con la época y los valores más altos en los dos sitios se presentaron en las épocas 3, 5 y 7 en el S1 sólo fue significativo el aumento en la época 5. Esos cambios son sin embargo, de carácter estacionario y no afectan el promedio general como en efecto ocurre si se comparan los valores de la M.O. al inicio de la investigación con el promedio general al final.

Estos resultados contradicen los hallados por Cadavid, 1983, que encontró aumento el primer año desde 7% hasta 11% para luego comenzar a descender en los dos años subsiguientes. La falta de un diseño adecuado que correlacionar la época de muestreo con el efecto de tratamiento en la investigación de Cadavid, puede dar pie a una conclusión errónea en el sentido de adjudicar esta variación al efecto del tratamiento, no solo de estas características, aun el efecto de muestreo es mayor en otros elementos de mayor variabilidad.

Otras consideraciones pueden hacerse sobre la materia orgánica de esos dos suelos en base a la Tabla 5 que muestra varios aspectos:

- La materia orgánica en los dos suelos es muy diferente, diferente grado de evolución, que se manifiesta en la proporción AH/AF, mayor en S1 lo que muestra más madurez y M.O. de menor acidez por la menor presencia de AF.

- La mineralización de la materia orgánica es marcadamente diferente presentándose una tasa de liberación de CO_2 mucho mayor en el S1, esto

explica el menor contenido de materia orgánica total y la manifestación en el mayor contenido de bases intercambiables y otros elementos, a la vez que una M.O. de mayor estabilidad.

En las Figuras 5 y 6 y Tabla 4 (mineralización) puede observarse la mineralización en 38 días de incubación y la rata de liberación horaria. De allí puede extraerse valores de mineralización acumulada en 38 días en los dos suelos, la alta tasa de mineralización del tratamiento T en el S1 debido posiblemente a la alta cantidad de fósforo extraíble en esas parcelas y que no encuentra otra explicación que el azar.

Valores estadísticamente mas bajos en mineralización en S1, se observan para el tratamiento B, lo que explicaría la mas baja producción y composición elemental de las parcelas de este tratamiento. Este efecto no debe ser producto del tratamiento y mas bien se confirma la poca homogeneidad del terreno en este sitio. No se observa diferencia en S2 como efecto de tratamiento a pesar que allí la concentración de la porquinaza era mayor que la aplicada en S1. La mineralización del C depende en gran parte del tipo de coloide y según sea éste, el efecto de la temperatura y la humedad es diferente, según Legay and Schaeffer, 1981, quienes evaluaron ratas de mineralización en dos suelos, encontrando valores de 240 mg de C-CO₂ en 35 días en condiciones óptimas de humedad (C.C.) y establecieron como en este caso, que no importando el tipo de suelo en aproximadamente 10 días de incubación aeróbica, se baja la rata de mineralización a un valor estable.

Los valores de M.O. (C) encontrados en esta experimentación por Walkeley and Black (Jackson, 1965), fueron comparados con métodos mas precisos, combustión seca y permitió encontrar una relación muy estrecha entre los valores lo que explica la existencia de coeficientes de variación muy adecuados para esta característica.

- La Relación C/N.

No obstante que los tratamientos tienden en ambos sitios a bajar dicha relación en Ap y Bp del S1 y Ap del sitio 2, lo cual puede ser explicable por el aporte de N de los tratamientos acompañado de bajos contenidos de C (Orozco, 1984) con el tiempo la tendencia general es a aumentar la relación y mas en B que A. Lo que explicaría un posible desplazamiento de compuestos carbonaceos de bajo contenido de N o la mayor demanda de N por las raíces a mayor profundidad como respuesta a los tratamientos.

En general los valores de C/N en sitio uno a nivel Ap no varían significativamente y sus valores para todos los tratamientos y épocas oscilan entre 12 y 14, lo que según Orozco, 1984, son valores que favorecen una mineralización relativamente alta, si no existiera otro limitante. Comparados estos valores con los del S2, que varían entre 17 y 22 se puede establecer allí una de las causas de la mayor mineralización del sitio 1 con respecto al S2, junto a un mayor pH, y bases intercambiables. Otros factores climáticos y ecológicos son muy similares.

Es evidente de esos datos, que los tratamientos tienden a bajar esa relación y que como respuesta, en las figuras 5 y 6, se ve un aumento de la capacidad mineralizadora del tratamiento M, en S2. Y en el tratamiento T del S1 la alta tasa de mineralización se debe posiblemente a los altos valores de P que desde los primeros muestreos (y casi que anormal) mostraron todas las parcelas de T. Entendiéndose que el P es uno de los principales limitantes de la mineralización en esos suelos (Munevar y Wollum, 1977). Este último efecto analizado no obedece, sin embargo a una causa conocida, pero si son lógicos los resultados a la luz del comportamiento de esos suelos.

4.3 EL NITROGENO.

Se analiza el Nt (Kjeldall) y el N mineral representado en la forma nítrica y amoniacal.

El Nt presenta un comportamiento inexplicablemente superior en Bp en todos los tratamientos del S2, los valores más bajos en el S1 son para los tratamientos B y T. En este último (S1), una explicación probable es que, si se tiene en cuenta que, el Nt rebajó con el tiempo, debe haber consumo de mayor cantidad que el aportado, estimulando ese consumo por el propio N aportado (insuficiente) y los demás elementos.

En el S2 el Nt se mantiene con poca variación a través del tiempo a excepción de la época 4 a los 12 meses en donde se presentó el valor más bajo significativamente al 5%. Este muestreo correspondió a la época más seca de todos los muestreos, lo que eventualmente podría ser la causa.

- N - Nitratos.

Es evidente, la forma como afectan positivamente los tratamientos el contenido en los suelos. Lo grande de las fluctuaciones de época a época, explicable en lo dinámico que es el nitrógeno mineral en el suelo. La Figura 9 muestra como la curva se eleva para el tratamiento M y como se acumula el tratamiento en el último bloque de la derecha. En S2 se aprecia el efecto de los tratamientos intermedios y el M en Bp (Figura 10).

Los datos en general son comparables a datos encontrados por Pratt et al (1976) en suelos tratados con abonos de origen animal en forma similar.

Si se observa el nivel Bp (profundidad) en las Figuras a rayas punteadas se puede observar que no existe un movimiento apreciable

de este ión en profundidad aunque en el sitio 2, (donde la concentración de la porquinaza es fuerte) ya se presenta alguna diferencia de consideración.

En los dos primeros años Westerman et al (1987), con una dosis similar de efluente al utilizado aquí no encontraron tampoco, aumento considerable de NO_3 en profundidad, pero a partir del tercer año, aumentos de mayor importancia en profundidad fueron reportados, sin embargo, con esa dosis, los nitratos en los primeros 40 cms de profundidad siempre se mantuvieron en los tres primeros años por debajo de 10 ppm. Contrario a lo ocurrido en los dos suelos aquí probados, en donde se observan aumentos considerables en los tratamientos T, B y M de S2 y en el M de S1. El tratamiento mensual (M) eleva el contenido al doble en S2 y mas que duplica el contenido de S1, este mayor aumento en S1 a pesar del tratamiento mas liviano se debe a su mayor capacidad de mineralización de la M.O. como se vió adelante.

Westerman et al (1987), encontraron además, que con dosis aproximadamente el doble de la mensual de acá se acumulan nitratos entre los 15 y 120 cms de profundidad, alcanzando valores hasta de 70 ppm y con aplicaciones de porquinaza sólida, hay acumulación en la superficie. De acuerdo con este reporte el comportamiento relativo a nitratos de esta experimentación, se asemeja mas a una aplicación de porquinaza sólida, lo que es también lógico debido a la alta capacidad de campo que tienen los suelos aquí ensayados y por lo tanto la baja percolación. Otros autores como King et al, (1985), Langdale et al, (1979) reportaron patrones de acumulación en el subsuelo, similares a los de Westerman antes citado, en suelos de USA. Sin embargo el comportamiento acá es claro que para los dos primeros años la acumulación ocurre básicamente en el horizonte más superficial.

El rango de valores presentados en las diferentes épocas es normal, sin embargo es importante entrar a considerar las variaciones de alta significancia presentadas en las épocas 5 y 7 de S2 y la 4 y 5 de S1 que

se elevan muy por encima del promedio. Esto da pie para suponer que el riesgo por nitratos en estos suelos es un riesgo potencial, o estacional, ya este fenómeno había sido evaluado por este autor en otros suelos de características parecidas a las estudiadas aquí, y que el riesgo es creciente a medida que se continúe con aplicaciones continuas, debido a la acumulación en el horizonte superficial.

- N - Amonio.

No existe significancia en la diferencia entre tratamientos sobre el NH_4^+ ni en S1 ni en S2. Lo que sí se observa es una menor diferencia entre los valores encontrados para el nivel de profundidad Ap que para el Bp en ambos suelos y en el S1 el promedio general de NH_4^+ es mayor en Bp que Ap, lo que puede antojarse lógico por la mayor nitrificación en el horizonte de mayor actividad biológica máxime si se tiene en cuenta que en S1 hay mejores condiciones para la nitrificación.

Pero hay otra posible causa de estos valores altos de amonio en profundidad y es que preferiblemente en esos suelos se lava más fácil el amonio y no el NO_3 contrario a lo que se ha argumentado por muchos químicos de suelos, para suelos en general. Este último caso puede argumentarse en los mismos resultados, si se observa la figura No. 11 se puede deducir que el efecto de los tratamientos fue más notorio en la profundidad Bp que en Ap, en ese Sitio 1.

Nuevamente como en los nitratos y la mayoría de elementos analizados, la diferencia entre épocas de muestreo es mucho más relevante que el mismo efecto de los tratamientos.

Una marcada tendencia a mostrar mayores valores a través del tiempo, sin que el efecto de los tratamientos justifique los incrementos.

Valores muy elevados respecto del promedio general se presentaron en el muestreo a los 15 meses para ambos sitios, y de mayor trascendencia en el nivel Bp, puede encontrar explicación en el Apéndice 1, en la

época de lluvia mas intensa y de mayor concentración de Ca y Mg, luego mayor lavado de NH_4^+ .

4.4 FOSFORO.

Mostró un incremento claro por efecto del tratamiento M de ambos sitios para el horizonte superficial, aunque no alcanzó a ser significativo por la inmensa variación que presentan los datos. El promedio general que en el análisis inicial sobre todo el terreno de experimentación (Tabla 1) era de 6 ppm en Ap de ambos sitios pasó a 15.8 en S2 y a 14 en S1.

En la Figura 12 y el Apendice 26 (S1) se distingue perfectamente el incremento de P (debido al tratamiento M), en la figura se observa el incremento del área del tratamiento M con respecto a la de los otros y los niveles que se alcanzan después de 6 meses están entre 15 y 25 ppm, mientras que en el S2 (Apendice 28) muestra valores entre 24 a 30 ppm en el tratamiento M de los tres últimos muestreos. Esto quiere decir que por efecto del tratamiento mas fuerte, bien podría señalarse que el P se incrementa en esos suelos en menos de dos años, entre 4 y 5 veces.

Westerman et al (1987), sólo encontró diferencia estadística al aumento de P, al cuarto año de aplicación de un tratamiento similar al de esta experimentación en suelos de Carolina del N; el incremento encontrado por ellos fue de 13ppm (considerado de baja fertilidad) a 30 ppm, como valor alto para ellos. Si se comparan estos resultados con los nuestros para el tratamiento mensual, se puede deducir que en menos tiempo los incrementos, en nuestra experimentación fueron muy superiores y aunque los encontrados por, Cadavid (1983), (aumentos de inferiores a 5 ppm a 65 ppm en dos años de aplicaciones), son algo escandalosos y del orden de 12 a 13 veces el contenido inicial, si se podría aceptar, que el tratamiento en este tipo de suelos, donde según Gualdrón y Herrón (1979), existe un gran stock de P total, podría mejorar su disponibilidad, del cual gran parte se considera no asimilable y que

por efecto de este tratamiento podría estar mejorando su disponibilidad a tal efecto Westerman et al (1987) anotan que este tipo de tratamiento de efluente disminuye la fijación del fósforo al suelo.

En la misma figura 12 puede observarse un fenómeno muy particular con el tratamiento T del S1 donde se encontraron valores infinitamente superiores al promedio desde el primer muestreo (3 meses) después de una sola aplicación. Lo que evidencia que no puede ser debido al tratamiento.

Este fenómeno se observó en las tres repeticiones y aunque se diluyó un poco en los posteriores muestreos siempre presentó valores muy altos en el primer horizonte.

Esta situación, aunque contrasta claramente con el tratamiento M que si expresa claramente los incrementos desde el primer hasta el último muestreo, puede afectar en parte, la interpretación de los resultados sin lograr opacar las diferencias.

Es interesante ver que otras propiedades que pueden estar íntimamente relacionadas con el P como la mineralización de la M.O. igualmente es superior en este tratamiento y confirma aún mas este comportamiento, el contenido de Nitratos en el tejido que según la Tabla 6 es superior a los otros tratamientos, lo mismo que el P, con excepción de las plantas de tratamientos M.

4.5 POTASIO.

Efecto significativo de los tratamientos no se observan en ninguno de los suelos, ni profundidades. La tendencia en S1 es a aumentar con el tratamiento en las dos profundidades, mientras que en S2 existe una leve tendencia a ser menor.

Sin embargo al final de la experiencia los valores de potasio en el promedio general fueron aumentados de 0.57 meq/100 gr de suelo a 0.75 y de 0.22 a 0.45 meq/100 gr de suelo en Ap y Bp de S2 respectivamente. En S1 el aumento fue mas notorio de 0.86 a 1.93 en Ap y de 0.22 a 1.1 meq/100 gr, en Bp.

Westerman et al, (1987), reportaron incrementos muy marcados para los primeros 45 cms en los dos primeros años y hasta los 75 cms en 4 años, con extracción de Mehlich 1. Sin embargo, los valores en el período fueron casi que doblados. Mientras que Cadavid (1983) encontró aumentos hasta de 5 veces el valor inicial en dos años, en los primeros 15 cms que él analizó.

Los datos que se doblan en S2 y se quintuplican en S1 para la profundidad Bp en esta experiencia, muestran, a pesar de no existir significancia estadística, como en el caso del amonio, un movimiento importante de este tipo de cationes, particularmente en S1.

Las variaciones con la época de muestreo altamente significantes dan un valor notoriamente mas alto en Ap en el muestreo a los 15 meses, época en la cual se presentaron las lluvias de mayor intensidad como puede confirmarse en el Apendice 1. Esta situación se presentaría similar para Ca y Mg. Una explicación a ese efecto no la encuentro, diferente a un posible doble abonamiento al no retirar posiblemente el pasto cortado en la época anterior.

4.6 SODIO.

De las grandes preocupaciones que se tienen con el uso de este abono es precisamente el incremento del Na en el suelo.

Los resultados muestran un efecto claro de los tratamientos doblando aproximadamente los valores iniciales al cabo de dos años, como respuesta

al tratamiento mensual, alcanzando valores alrededor de 0.15 meq/100 gr para los dos sitios en Ap y valores mas altos y mas aleatorios para Bp de S1 hasta de 0.27 meq/100 gr. Esos son valores que no deben preocupar sobre todo si se tiene en cuenta que esos aumentos no han repercutido en el porcentaje de saturación y por el contrario debido al aumento de K, Ca y Mg mas bien ha podido rebajar (es alrededor del 2% al final). Según los datos de Westerman et al (1987), en cuatro años y con un tratamiento líquido mucho mas fuerte llegó a una saturación del 8% en la zona de mayor concentración (30-90 cms), lo que aún está muy lejos de presentar problemas.

Cadavid (1983), que encontró valores muy superiores a los nuestros sólo alcanzó porcentaje de saturación alrededor del 2.5%.

Con las épocas de muestreo las variaciones fueron como para los otros elementos muy significativas pero aún en esta condición los valores más altos, presentados en el muestreo a los 9 meses en ambos sitios (época de intenso verano) no supera el 4.5% de saturación. Y esta consideración se hace debido a que como se presentan los resultados en las diferentes épocas, el desequilibrio debe observarse mas como potencial que como actual, acá no existe ese riesgo en forma inmediata.

4.7 CALCIO Y MAGNESIO.

Tienen un comportamiento muy similar dentro de cada sitio pero muy diferente en los dos sitios. Mientras que en S1 hay diferencias entre los contenidos de Ca y Mg de las parcelas con M respecto de los demás tratamientos y el testigo, en Ap y fuerte tendencia en Bp; en el S2 no hay más que una leve tendencia. En S1 se duplicó de 6.6 a 13 meq/100 gr el calcio y el Mg pasó de 2.3 a 2.9 meq/100 gr.

En S2 el valor promedio final fue de 4.0 meq/100 gr para calcio y de 1.1 para magnesio.

A los 15 meses se presentaron los mayores valores de ambos, en los horizontes Ap de los dos sitios, como ocurrió con K. Recordamos que fue la época en donde precedieron al muestreo los aguaceros de mayor intensidad. Una razón probablemente sea la que se anotó cuando se discutió el K.

Ha preocupado la enfermedad llamada tetania en el ganado que consume pastos fertilizados, así (Orozco, 1983, Burns et al 1987). Por deficiencias de magnesio inducidas por el aumento de calcio en el suelo, a este respecto un desbalance se puede estar presentando en S1 al pasar de una relación inicial Ca/Mg de 2.8 a casi 5. Lo que valdría la pena entrar a considerar en un estudio más detallado de las relaciones entre los cationes, tales como K/Ca + Mg y otras. De la Tabla 6 se puede ver que los tratamientos indican una marcada absorción de K, mientras que los incrementos en Ca y Mg son menores, lo que indica que se está presentando un desbalance en el pasto (esto se discutirá ampliamente en Hernández, 1988).

King et al (1985) encontró un fuerte desplazamiento de Ca y Mg hacia profundidades entre 60 y 100 cms con aplicaciones similares en un Ultisol y explica que ello se debió a la baja capacidad Buffer y a la alta relación $(\text{NH}_4^+ + \text{K}^+ + \text{Na}^+) / (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$ en el efluente.

Westerman et al (1987), no encontró aumentos significativos en Ca y algún efecto sobre el Mg pero en profundidad.

4.8 RELACIONES.

La relación Ca/Mg, en el Apéndice 43A y 44A a pesar de no alcanzar a ser significativo a nivel de 5% hay una tendencia de los tratamientos a ampliar dicha relación, lo que refuerza lo antes discutido.

La relación K/Na del mismo nivel Ap de ese suelo 1 (S1) presenta un efecto totalmente contrario al de Ca/Mg lo que indica que la tasa de

aumento de Na es superior a la de K, lo que tampoco es conveniente, aunque por lo pronto no halla problemas (Apendice 34A).

En S2 ocurre todo lo contrario con la relación Ca/Mg respecto de S1 a pesar de ser un poco alta las diferencias, es menos notorio el efecto de los tratamientos.

En S2 la relación K/Na es mucho mas estrecha que en S1 e igualmente los tratamientos tienden a estrecharla. Los promedios son: M: 7,2; B: 9,8; T: 10,6; O: 14,9, como se ve el tratamiento mas fuerte ha bajado esa relación a la mitad. Poco se conoce de esta relación pero puede llegar a ser inconveniente en un adecuado equilibrio iónico. Este efecto representa en la nutrición del pasto (Tabla 6).

4.9 CIC EFECTIVA.

No se presentó efecto significativo en la CIC en el S2 en ninguna de las profundidades, mientras que en el sitio 1 hubo a nivel de Ap una diferencia significativamente mas alta para el tratamiento M a pesar que el tratamiento T presentó valores muy altos y B muy bajos en Ap, estos resultados son lógicos si se tiene en cuenta que S1 presenta mayor pH 5.6) que S2 (5.1) y que la tasa de mineralización de la M.O. es casi que el doble en S1 respecto a S2 lo que implica una mayor liberación de estos elementos y a mayor saturación, mayor percolación.

4.10 ELEMENTOS MENORES (Cu, Zn, Fe y Mn).

No se presentaron diferencias significativas por efecto de los tratamientos en ninguno de los suelos ni de las profundidades estudiadas.

Una excepción se presenta con el Mn en el sitio 1 Ap, donde valores promedios en el tratamiento M fueron de 8.3 ppm mientras que son de 11.3 ppm en el testigo, si se revisa la tabla 6 este efecto repercute en la composición del pasto que se manifiesta en idéntica forma. Es probable que al elevar tanto el Ca y con un pH de 5.6 en S1 estos dos elementos interactúen como lo anota Cox (1973).

En general, de acuerdo con la literatura disponible (escasa) estos niveles son considerados en el suelo de medios a altos pero de ningún modo son excesivos, como igual sucedió en el pasto.

Como ocurrió con los demás elementos, se presenta una gran variabilidad con las épocas y sobresalen los resultados en el muestreo 5°, excepto con Fe y Al, como era de esperarse a la luz de la química de suelos. Los valores mas altos en S1 se presentan en el 6° muestreo a los 18 meses (época más seca de todas).

4.11 DISCUSION DEL EFECTO SOBRE EL PASTO.

Aunque los resultados en el pasto se analizarán en la tesis de Hernández (subproyecto de éste), es útil adelantar algunas comparaciones que serán ampliadas con sus respectivas correlaciones en próximas entregas de artículos por temas.

Los tratamientos afectaron, según la Tabla 6 la composición mineral en forma muy similar a como ocurrió en el suelo. Se puede apreciar por las letras minúsculas que acompañan a cada dato que el tratamiento mensual alcanzó diferencias de significancia sobre el testigo lo que no ocurrió con los tratamientos intermedios.

Comparando la composición del pasto en los dos sitios sorprende que siendo mas rico el S1 en general, se manifiesta mayor concentración en el pasto del S2. Se atribuiría esta diferencia a mayor dilución por mayor rendimiento en S1 lo que no es razón pues los rendimientos fueron mayores en S2 respecto de S1 en el análisis de M.S. que acompañó al primer muestreo (los restantes se perdieron por mal muestreo) (Ver Hernández, 1988).

Es probable que en S1 haya un problema de desbalance que limite la producción y se puede citar por ejemplo las relaciones K/Ca + Mg.

Comparando la variación en la composición por épocas en la Tabla 7 las diferencias aunque de todos modos alcanzan alta significación no son tan abismales como ocurren en el suelo, las épocas muestran un efecto de acumulación del muestreo 1 al 4 en Na, Fe, Mn, y NO_3 , variaciones de altibajos de época a época (tipo serrucho). Con dos épocas de altos valores (normalmente) la 1 y 3 contra valores mas bajos la 2 y 4 para N, P, K está s épocas según el Apéndice 1 corresponden con variaciones climáticas.

Otros elementos son muy estables a través del tiempo como lo fue para los tratamientos, ellos son Ca, Mg, aunque en la época 3 se presentaron en ambos suelos valores sorprendentemente bajos.

La composición, según Cox (1973), Guerrero (1978) Voicin (1970) y los resultados observados frecuentemente en nuestro laboratorio (Herrón*) es muy buena en cuanto a la mayoría de elementos, pero muy bajos los valores de Ca lo que es extraño particularmente en el S1 donde el calcio además de estar muy alto 9 me/100 gr en promedio, aumentó significativamente con el tratamiento llegando a un valor de 13 meq/100 gr.

* Herrón O. Francisco, comunicación personal.

5. CONCLUSIONES

1. Variaciones.

Existen algunas características muy estables en el suelo, como pH, elementos menores (excepto Fe), materia orgánica y CIC. Hay otras que tienden a aumentar constantemente con el tratamiento como P, Na, NO₃, NH₄ y Fe. Y las hay que aumentan pero relativamente poco como las bases intercambiables.

2. Balances.

Dependiendo del suelo, se pueden presentar problemas de desbalances en el caso del Mn y la relación Ca/Mg en el suelo 1.

3. El suelo y la respuesta al tratamiento.

Es sorprendente la diferencia en respuesta de un suelo a otro a pesar de la similitud de los dos sitios, igual altura sobre el nivel del mar, posición fisiográfica, precipitación, etc. pero con diferente manejo anterior a la experimentación. Por el análisis inicial, pH, Ca, Al, etc se puede deducir que el suelo del sitio 1 (S1) fue mal enca-lado. Y de ahí el efecto diferente de los tratamientos.

En ambos suelos existe una baja percolación, lo que puede implicar algunos problemas en el manejo con porquinaza. Esta sin embargo es mayor en el suelo 1 que en el 2.

Niveles mas bajos de muchos elementos en los suelos tratados con las dosis intermedias B y T muestran que ellos son insuficientes y obligan a las plantas a una mayor extracción del suelo por lo que debe ponerse atención en la dosificación.

El tratamiento mensual, abastece al pasto en todo lo necesario para mantener una alta productividad y buena calidad y en el transcurso de dos años no se detectan problemas (mas que potenciales). Es necesario ampliar esta investigación de tal manera que se pueda llegar a establecer límite mas concreto del tratamiento en el tiempo y los correctivos necesarios en el momento que deba suspenderse el tratamiento, para mantener la productividad sin riesgos de azar.

4. Epocas de muestreo.

La variación de la información de una época a otra independiente de los tratamientos en la mayoría de características estudiadas alerta sobre el error en la interpretación de resultados en experiencias cortas en suelos, o la interpretación de los mismos sin tener en cuenta la época.

5. Riesgos que se corren con el tratamiento.

Con el tiempo de experimentación se puede afirmar que la mala distribución ó el lento lavado de NO_3 a través del perfil, en esos suelos se convierte en el principal problema, que si no es actual, puede aparecer dependiendo de la época. Por lo cual es muy útil que a partir de este tiempo de aplicación se controle el estado del NO_3 en el suelo o en el potrero antes de pastorearlo.

Algunas relaciones como Ca/Mg , $\frac{\text{K} + \text{Na} + \text{NH}_4}{\text{Ca} + \text{Mg}}$ se pueden desequilibrar.

En general y por la característica de los suelos se pueden presentar sorpresas en una determinada época del año como ocurrió con el muestreo a los 15 meses de iniciado este trabajo.

6. Sobre la composición del pasto.

Se recomienda observar la tesis de Hernández (1988), para complementar esta información, sin embargo, algunas conclusiones que se observan en general son :

Aumento del contenido de NO_3 con los tratamientos y a través del tiempo.

Mejora notoria en la calidad del pasto, mayor nitrógeno, P y K.

Desequilibrio en la composición de Na, K, Ca y Mg. Aumento notorio de Na y K pero niveles bajos en Ca y regulares de Mg, con tendencia a ampliarse la diferencia con el tratamiento por la dinámica propia de esos elementos.

Sería conveniente hacer algunos cálculos para mejorar la sal que se suministra como complemento al ganado alimentado en esos suelos y compensan el Ca y Mg.

BIBLIOGRAFIA

1. BURNS, J.C., WESTERMAN, W.P., KING, D.L., OVERCASH, R.M. and CUMMINGS A.G. 1987. Swine manure and lagoon effluent applied to a temperate forage mixture: I. Persistence, yield, quality, and elemental removal. *J. Environ Qual.*, V. 16, No. 2p. p.79.
2. CADAVID, L.J. 1983. Mejoramiento de la fertilidad del suelo en base a residuos de porquinaza. En *M.O. del suelo, Suelos Ecuatoriales*. V. XIII (1). p. 82-93.
3. CEGARRA, R.J. 1978. Fraccionamiento de fertilizantes orgánicos y de sus productos de humificación. Murcia, tesis doctoral. Centro de Edafología y Biología aplicada del Segura, Murcia, España. 233p.
4. COX, F.R. 1973. Micronutrientes En Un resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina Tropical. Sánchez P; ed. Soil Sc. Dep. North Carolina University. 199-215p.
5. DIAZ, Romeo y HUNTER, A. 1982. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelo y tejido vegetal y de investigaciones en inverandero. Serie Materiales de Enseñanza No. 12. Catie, Turrialba, Costa Rica. 60p.
6. ESPINAL, L.S. 1977. Zonas de vida de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia.
7. GUERRERO, R.R. y BURBANQ, D.H. 1978. Estado de los micronutrientes en suelos derivados de cenizas volcánicas. En *Suelos Ecuatoriales* V. IX (2): 171-182.
8. GUALDRON, R.A. y HERRON', O.F. 1979. Fraccionamiento, fijación y liberación de fósforo en suelos derivados de cenizas volcánicas del oriente antioqueño. *Boletín de Ciencias de la Tierra*. No. 4, 59-93.
9. HERNANDEZ, J.I. 1988. Evolución mineral del pasto kikuyo (*Penisetum clandestinum* Hoechst) en suelos tratados con "porquinaza" (en prensa).

10. JACKSON, M.L. 1965. Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, No. 5.
11. KING, L.D. WESTERMAN, W.P., CUMMINGS, G.A. OVERCHARCH, R.M. and BURNS. 1985. Swine lagoon effluent applied to "coastal" bermudagrass II effects en soil. J. Environ. Qual. 14: 14-21.
12. LANDGDALE, G.W., LEONARD, A.R., FLEMING G.W., JACKSON, A.W., 1979. Nitrogen and chloride movement in small uplant Piedmont Watersheds: I nitrate - nitrogen and chloride distribution in soil profiles. J. Environ. Qual. 8: 49-57.
13. LEGAY, B. and SEHAEFFER. 1981. Modalities of the energy - flow in different tropical soils, as related to their mineralization capacity y organic - carbon and to the type of clay. Zbl. Bakt II. Abt. 136. p. 461-470.
14. Mc LAUGHLIN M.J. and CHAMPION, L. 1987. Sewage shudge as a phosphorous Amendement for Sexquioxie Soils. Soil Science. V. 143 (2): 113-120.
15. MUNEVAR, F. and WOLLUM, A.G. 1977. Effects of additions of phosphorous and inorganic nitrogen on carbon and nitrogen mineralization in andepts from Colombia. Journal Soil Sc. Soc. of America. 41, 540-545.
16. OROZCO, P., F.H. 1984. La materia orgánica de los suelos y su relación con los abonos orgánicos. En: Fertilización racional del suelo (curso) Soc. Col. de la Cs. del Suelo. 339-467.
17. PRATT, F.P., DAVIS, S., and SHARPLESS R.G. 1976. A four - year field trial with animal manures. I. nitrogen balances and yields Hilgardia. V. 44 (5): 99-112.
18. RODRIGUEZ, S.A. y SCHAFFER R. 1971. Interacción entre materia orgánica y aluminio en un suelo hidromorfo derivado de cenizas volcánicas (Ñadi, sur Chile. Turrialba, V. 21 (2) pp. 149-156.
19. VOICIN, A. 1970. La tetania de la hierba. Ed. Tecnos. Madrid. 414p.
20. WESTERMAN, W.P., LARRY D., KING, J.C. BURNS, G.A. CUMMINGS and M.R. OVERCASH. 1987. Swine manure and lagoon effluente applied to a temperate forage mixture: II. Rainfall runoff and soil chemical properties.