

F. BERTSCH*
A. CORDERO*

Summary

The studied anions present similar nutritional characteristics in the nine Typic Dystrandepts of Costa Rica. P deficiency is the main limiting problem, and in practice, the only one. P retention percent varies between 80 and 95% (additions of 225-660 µg P/ml to extract with Olsen modified solution three times the critical level of 12 µg/ml). The soils from the Cordillera de Guanacaste present the highest P retention values. When no P was applied, yields were statistically equal to the test plot even when all other elements were added. Every soil responded significantly to P in direct relation to natural fertility.

The N supply derived from the mineralization of high organic matter content (4.8-24.4%) is not a limiting factor. In the greenhouse, in these soils, it is preferable to promote mineralization by applying P instead of adding additional N. Under laboratory conditions, B and S retention occurs at 85-96% and S at 70-91% (1.6-15.6 µg B/ml and 84-264 µg S/ml in extracts with CaH₄(PO₄)₂ solution three times the corresponding critical level) No response only appeared in a soil of the Cordillera de Guanacaste.

P concentration in Typic Dystrandepts of Costa Rica varies, with a 90% statistical probability, between 1 and 3 µg/ml, B, between 0.06 and 0.56 µg/ml and S, between 7 and 29 µg/ml. The texture of nine soils tends to be loam. P concentration in foliar tissue of sorghum grown in the greenhouse on these soils varies from 0.06 to 0.09%.

Introducción

Dadas las características del complejo coloidal de los andepts "andosoles" o suelos derivados de cenizas volcánicas, los aniones constituyen los nutrimentos con mayores problemas de disponibilidad en estos suelos. Por esta razón, los conocimientos que permitan efectuar un manejo adecuado de los nutrimentos aniónicos tendrán fuerte repercusión económica en la producción sobre estos suelos.

Materiales y métodos

La metodología empleada para el estudio del comportamiento de N, P, B, S, Mo, materia orgánica y textura en Typic Dystrandepts de Costa Rica se describe en la primera parte de este trabajo (2), donde además, se discute el comportamiento de las bases (Ca, Mg y K), la acidez y los elementos menores catiónicos (Fe, Mn, Zn y Cu) en estos suelos.

Resultados y discusión

Análisis químico de aniones en los suelos

Los nueve suelos estudiados presentan un amplio grado de similitud cualitativa en el comportamiento nutricional de los aniones.

¹ Recibido para publicación el 30 de marzo de 1984.

La primera autora agradece al Dr. Alfredo Alvarado y al Dr. Elemer Bornemisza su generoso apoyo personal y colaboración en la elaboración del presente artículo.

* Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de laboratorio que corresponden al análisis químico de los aniones y otras propiedades en los nueve suelos en estado original. Como se puede apreciar, la severa deficiencia de P se presenta en todos los suelos, y en orden de importancia aparecen otros problemas como deficiencias de B en cinco de los suelos y deficiencia de S en el suelo de Agua Buena.

De acuerdo al Cuadro 2, el P disponible correlaciona positivamente con el pH, sin embargo, para todos los suelos las concentraciones de P soluble son inferiores a 3 $\mu\text{g}/\text{ml}$. La concentración de S es proporcional a la P; es probable que esta relación se deba a que en ambos casos la disponibilidad depende de la mineralización de la materia orgánica y a que su intercambio y retención obedecen a mecanismos similares (18). Fox (8) encontró que la disponibilidad de S en andepts de Costa Rica varía con el grado de desarrollo de los suelos, ligado al aumento en el contenido de materia orgánica. La disponibilidad de B también aumenta con incrementos en el pH y su concentración varía independientemente de los contenidos de P y S, de los cuales, según Bingham y Page (3), también se diferencia en su mecanismo de retención.

El contenido de materia orgánica oscila entre 5 y 25%. Valores similares han sido encontrados en otros andepts de Costa Rica (1, 10) y se asocian siempre con elevados contenidos de alofana.

La textura de los suelos tiende a ser franca, con un solo suelo arcilloso. La presencia de fracciones gruesas en el suelo indica un grado medio de meteorización, correspondiente en este caso a materiales depositados en el Holoceno bajo un vulcanismo activo (11).

Estudio de retención de aniones

Los nueve suelos presentan retención de P, B y S, siendo la de P la más severa. El Cuadro 3 resume los resultados de las curvas de retención para cada anión en los nueve suelos.

En el caso del P, para extraer 36 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (tres veces el nivel crítico de 12 $\mu\text{g}/\text{Pml}$) se requieren entre 230 y 660 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de P (Figura 1). Estos altos valores resaltan la intensa reacción que ocurre entre los materiales amorfos y el anión fosfato, a través de adsorción superficial de baja y alta afinidad (9) seguida por precipitación (7, 15). El fenómeno de retención de P alcanza magnitudes que repercuten agrónomica y económicamente sobre el manejo de estos suelos. El ámbito de retención de P entre los nueve Typic Dystrandeps estudiados (Figura 1), es más amplio cuando se adiciona mayor cantidad de P porque ocurre una disrupción estructural del coloide alofánico; la mayor afinidad del Al en relación al Si hacia el ión fosfato, produce el desplazamiento del silicato estructural y el aumento de la superficie de cambio y de la capacidad de retención de P del suelo (19).

Por otro lado, un índice de correlación de 0.88 entre las curvas de retención de P de los nueve suelos y un porcentaje de retención siempre superior a 80% indican una fuerte semejanza en el comportamiento de estos suelos frente al P (Figura 1).

Los tres suelos de la Cordillera de Guanacaste (Bijagua, Dos Ríos y Santa María) presentan valores de retención de P muy altos, superiores a 93%. La teoría sugiere que esto ocurre por la presencia de mayores contenidos de alofana aluminica, tipos A (4) y

Cuadro 1. Análisis químico de Typic Dystrandeps de Costa Rica.

Propiedades químicas	Suelos								
	Dos Ríos	Santa María	Bijagua	La Laguna	Monteverde	Zarcero	Sabalito	Agua Buena	Corredores
P ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	2 ^D	1 ^D	2 ^D	2 ^D	2 ^D	2 ^D	1 ^D	1 ^D	3 ^D
B ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	0.16 ^D	0.12 ^D	0.14 ^D	0.62	0.40	0.39	0.06 ^D	0.09 ^D	0.28
S ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	13	16	18	21	18	29	14	6 ^D	24
Materia orgánica (%)	7.6	5.4	17.4	10.4	15.0	12.7	19.7	18.6	23.2
Textura	F	A	F-ar	F-ar	F-ar	F	F-ar	F-ar	F

Laboratorio de Suelos, MAG, Costa Rica

D = deficiente, inferior al nivel crítico según la guía de interpretación, Cuadro 1 (2)

F = Franca A = Arcillosa F-ar = Franco-arenosa

Cuadro 2. Correlaciones significativas entre características químicas de Typic Dystrandepts de Costa Rica.

Características correlacionadas		Valor r
P ($\mu\text{g/ml}$)	vs pH_{KCl}	0.65 [‡]
P ($\mu\text{g/ml}$)	vs S ($\mu\text{g/ml}$)	0.66 ⁺
B ($\mu\text{g/ml}$)	vs pH_{KCl}	0.82 ⁺⁺
B ($\mu\text{g/ml}$)	vs $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	0.66 ⁺

+ Significativo, al 0.05.

++ Altamente significativo, al 0.01.

Si/Al = 2 (16), que permanecen en el perfil debido a la predominancia de un régimen carente de período seco intenso y definido que estimule la cristalización (13)

Para el B la cantidad necesaria a adicionar para extraer 0.6 $\mu\text{g/ml}$ de B, varía entre 1.6 y 15.6 $\mu\text{g/ml}$; y para el S se requieren entre 84 y 264 $\mu\text{g/ml}$

de S para obtener en solución, en condiciones de laboratorio, 36 $\mu\text{g/ml}$ de S, que corresponde a tres veces su nivel crítico. La retención de B y S en los nueve suelos estudiados varía entre 85-96% y 70-91%, respectivamente.

Análisis foliar de P

El porcentaje de P foliar presente en plantas de sorgo desarrolladas en el invernadero, en los suelos sin fertilizar, corresponde a 0.06% en dos suelos (Bijagua y La Laguna), a 0.07% en otros dos (Santa María y Monteverde), y a 0.08% en los otros.

Estas bajas concentraciones confirman la generalizada deficiencia de este nutrimento en los Typic Dystrandepts.

Prueba biológica

En el Cuadro 4 se presenta la interpretación cualitativa de los resultados de la prueba biológica para los nutrimentos aniónicos, practicada en invernadero sobre los nueve suelos en estudio.

Cuadro 3. Curvas de retención de fósforo, boro y azufre en Typic Dystrandepts de Costa Rica.

Nutrimentos	Cantidades agregadas $\mu\text{g/ml}$	Cantidades extraídas en cada suelo $\mu\text{g/ml}$								
		Dos Ríos	Santa María	Bijagua	La Laguna	Monteverde	Zarcelero	Sabalito	Agua Buena	Corredores
FOSFORO	0.0	1.0	0.0	2.0	2.0	2.0	0.0	1.0	1.0	3.0
	17.5	1.0	0.0	3.0	4.0	1.5	1.0	1.5	2.0	4.0
	35.0	1.0	0.5	4.0	6.0	3.0	2.0	2.0	4.0	5.5
	70.0	4.0	1.5	4.5	11.0	5.5	5.0	4.0	5.5	7.5
	140.0	6.5	4.5	6.5	16.0	12.0	9.0	8.0	12.0	12.5
	210.0	10.0	10.0	10.5	31.0	—	10.5	13.0	18.0	19.0
	280.0	16.0	13.0	14.0	51.0	32.0	25.0	19.0	25.0	26.0
	350.0	18.0	19.0	17.0	62.0	37.0	35.0	25.0	30.0	32.0
	420.0	25.0	24.0	21.5	79.0	51.0	43.0	32.0	37.0	38.0
	560.0	35.5	35.0	29.0	+100.0	72.0	58.0	42.0	52.0	51.0
700.0	44.0	43.0	38.0		87.0	73.0	52.0	60.0	62.0	
BORO	0	0.00	0.00	0.00	0.02	0.24	0.00	0.04	0.40	0.56
	1	0.04	0.04	0.02	—	0.50	0.04	0.08	0.78	0.34
	2	0.04	—	0.08	0.24	0.66	—	—	0.60	0.76
	5	0.22	0.08	0.08	0.56	1.24	0.04	0.20	0.66	0.94
	10	0.56	0.50	0.28	1.02	1.72	0.86	—	0.46	2.00
	20	1.30	0.70	1.30	1.60	+2.00	1.64	1.84	1.30	+2.00
AZUFRE	0	10.0	16.0	8.0	8.5	9.5	6.0	9.5	3.0	11.5
	10	15.0	18.0	11.0	—	12.0	10.0	10.0	4.0	14.0
	20	16.5	20.5	12.0	16.0	17.0	14.0	11.0	7.0	17.0
	50	19.0	26.5	17.0	27.0	24.0	23.0	14.0	12.0	23.5
	100	23.0	34.0	26.0	39.0	36.5	26.0	21.0	19.5	32.5
	200	31.5	+40.0	36.5	+40.0	+40.0	28.0	26.0	32.5	+40.0

Laboratorio de Suelos, MAG, Costa Rica.

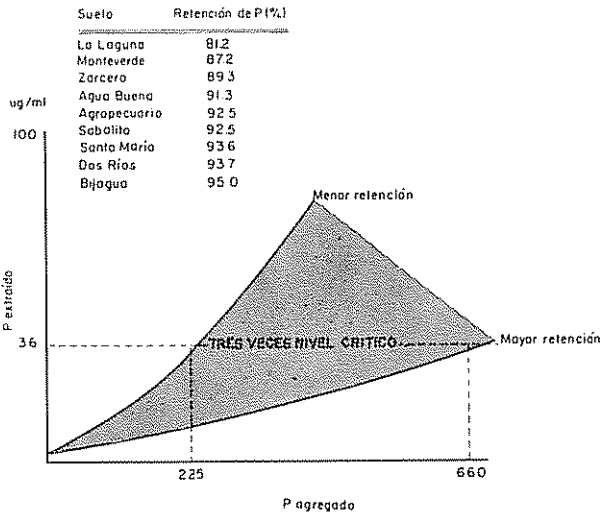


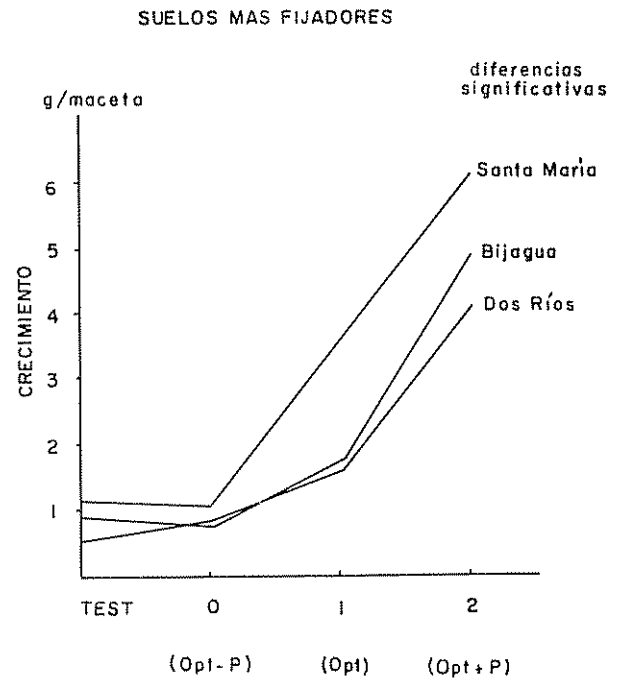
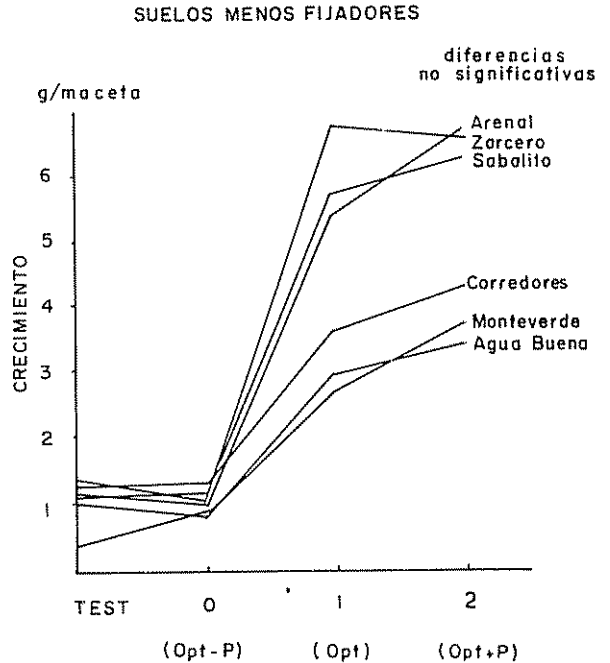
Fig 1. Ambito y porcentaje de retención de P en Typic Dystrandeps de Costa Rica. (Índice de regresión lineal (r) entre los nueve suelos = 0.88). % de retención de P = 100 (1-pendiente).

De acuerdo al crecimiento que alcanza el sorgo en los diferentes tratamientos en el invernadero, el único problema común y de características severas que se manifiesta en todos los suelos es la deficiencia de P. Este problema se debe a la gran capacidad de retención que desarrollan estos suelos por la calidad de los materiales coloidales que constituyen su complejo de cambio, especialmente alofanos (7).

Al comparar las respuestas en crecimiento a 0, 1 y 2 dosis de P (siendo una dosis de P la cantidad necesaria en cada suelo para extraer 36 $\mu\text{g/ml}$ de P con una solución de Olsen modificada) la mayoría de los suelos no manifiestan diferencia significativa entre una y dos dosis; sólo tres suelos lo hacen (Dos Ríos, Bijagua y Santa María) (Figura 2).

Como se puede apreciar en la Figura 2, entre el tratamiento testigo y el tratamiento sin P pero con otros elementos adicionados no hay diferencias en el crecimiento. Esto reafirma que la aplicación de P es fundamental para obtener respuesta a la adición de otros elementos. La aplicación de una dosis de P causa crecimientos de 2 a 5.5 veces más altos que los del testigo absoluto.

Los suelos que responden significativamente a la doble dosis de P son los tres de la Cordillera de Guanacaste. Este resultado concuerda con el obtenido a partir de los estudios de retención que señalan para estos suelos las retenciones más altas (más de 93% de retención y adiciones superiores a 500 $\mu\text{g/ml}$ de P para extraer tres veces el nivel crítico).



TEST = suelo sin fertilizar. 0 = lo mismo que el óptimo menos P. 1 = óptimo. 2 = lo mismo que el óptimo más otro tanto de P.

Fig. 2. Tendencias de crecimiento, en g de peso seco/maceta, en Typic Dystrandeps de Costa Rica, frente a 0, 1 y 2 dosis de P.

Solo un suelo mostró deficiencia y otros tres respondieron moderadamente a la aplicación de N. Esta observación no representa la situación agrícola comúnmente observada debido a que los suelos en estudio no están bajo uso intensivo. El efecto quizá se deba a un mejor acondicionamiento para el desarrollo de los microorganismos que se da en los suelos con alto contenido de materia orgánica debido a las condiciones de invernadero (secado-humedecimiento, temperatura, etc.) (14). Al ser el P el elemento más limitante no sólo para las plantas sino también para los microorganismos, esta reacción de mineralización se ve particularmente acelerada al suplir el nutrimento al suelo. Sin embargo, este efecto no será permanente y aplicaciones de P a nivel de campo pueden llevar a un agotamiento de la fuente primaria de N, en cuyo caso su aplicación se hará necesaria (17).

A pesar de la alta retención de B y S en los suelos alofánicos, parece que cuando otras condiciones son óptimas (suplemento adecuado de P y cuidados de invernadero), sus efectos sobre la producción no son tan sensibles. En la prueba biológica sólo dos suelos respondieron en forma significativa al S y ninguno de los nueve lo hizo al B.

Dado que la deficiencia de B ocurre principalmente en épocas de poca lluvia y en forma temporal (12), las probabilidades de encontrarla bajo las condiciones óptimas del experimento, fueron mínimas. En Costa Rica, los problemas de B en suelos volcánicos se han encontrado principalmente en café (6), cítricos y otros cultivos perennes, lo que demuestra la influencia del tipo de planta sobre la utilización eficiente de este elemento.

En el caso del S, las cantidades disponibles son altas (más de 13 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de S, a excepción del suelo Agua Buena, que es uno de los que responde), y se vieron favorecidos aún más con el S orgánico liberado al fomentarse la mineralización con la adición de P. Es posible, sin embargo, que las deficiencias de S comiencen a aparecer cuando las fertilizaciones con P sean constantes, ya que la competencia entre aniones por los puntos de absorción le da la ventaja al fosfato, promoviendo el lavado de sulfatos (5, 20).

Únicamente en el suelo Bijagua, proveniente de la Cordillera de Guanacaste, se notó respuesta al Mo.

Conclusiones

Los nueve Typic Dystrandeps estudiados son semejantes cualitativamente en el comportamiento nutricional de los aniones.

La deficiencia de P es el problema limitante fundamental, y en términos prácticos, el único bajo condiciones de invernadero. Ningún otro problema de aniones se comprueba en más de un 40% de los suelos, y cuando existe en algún suelo es en forma secundaria. La deficiencia de P ocurre por los altos porcentajes de retención que presentan los materiales alofánicos. En los suelos estudiados, estos porcentajes siempre son superiores a 80% y llegan hasta 95% (225-660 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de P adicionados, para extraer tres veces el nivel crítico de 12 $\mu\text{g}/\text{ml}$). Los suelos de la Cordillera de Guanacaste son los más fijadores, y los tres responden a la doble dosis de P. Si no se agrega P, aunque se adicionen otros elementos, no se logran mejores crecimientos que en el suelo natural.

Cuadro 4. Resultados cualitativos de la prueba biológica (técnica del elemento faltante o aditivo) practicada en invernadero sobre Typic Dystrandeps de Costa Rica.

Nutrimentos	Suelos								
	Dos Ríos	Santa María	Bijagua	La Laguna	Monte-verde	Zarcero	Sabalito	Agua Buena	Corredores
Nitrógeno	A	A	A	<u>R</u>	A	<u>R</u>	<u>R</u>	<u>D</u>	A
Fósforo	<u>D</u>	<u>D</u>	<u>D</u>	<u>D</u>	<u>D</u>	<u>D</u>	<u>D</u>	<u>D</u>	<u>D</u>
Boro	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Azufre	A	A	A	<u>R</u>	A	A	A	<u>D</u>	A
Molibdeno	A	A	<u>R</u>	A	A	A	A	A	A

A = adecuado, diferencia no significativa con respecto al óptimo según el peso seco y según otras variables, Prueba de Dunnett.

R = posible respuesta, diferencia no significativa con respecto al óptimo según el peso seco, pero diferencia significativa con respecto al óptimo según otras variables, Prueba de Dunnett.

D = deficiente, diferencia significativa con respecto al óptimo según el peso seco y según otras variables, Prueba de Dunnett.

La nutrición por N, muy ligada a la mineralización de la abundante materia orgánica presente, tiende a ser eficiente. Bajo condiciones de invernadero, es preferible favorecer la mineralización supliendo P, que suministrar N adicional.

Los estudios de retención muestran que, bajo condiciones de laboratorio, el B y el S se fijan en todos estos suelos, sin embargo, sus efectos sobre el crecimiento no son sensibles. Ocurre una retención de B entre 85-96% y una de S entre 70-91% (1.6-15.6 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de B y 84-264 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de S para extraer con $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ tres veces el nivel crítico correspondiente).

La respuesta a Mo sólo se encontró en un suelo de la Cordillera de Guanacaste.

Las concentraciones de nutrimentos aniónicos en suelos Typic Dystrandeps de Costa Rica fluctúan, con un 90% de probabilidad estadística, en los siguientes ámbitos: P entre 1 y 3 $\mu\text{g}/\text{ml}$, B entre 0.06 y 0.56 $\mu\text{g}/\text{ml}$ y S entre 7 y 29 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Los contenidos de materia orgánica van desde 4.8 hasta 24.2%, y la concentración de P en el tejido foliar de sorgo desarrollado en el invernadero sobre estos suelos oscila entre 0.06 y 0.09%.

Resumen

En nueve Typic Dystrandeps de Costa Rica existe semejanza cualitativa en el comportamiento nutricional de los elementos aniónicos. En estos suelos bajo condiciones de invernadero, la deficiencia de P es el problema limitante fundamental, y en términos prácticos, el único. Los porcentajes de retención de P fluctúan entre 80 y 95% (adiciones de 225-660 $\mu\text{g P}/\text{ml}$ para extraer con solución Olsen modificada tres veces el nivel crítico de 12 $\mu\text{g}/\text{ml}$), correspondiendo los más altos a los suelos de la Cordillera de Guanacaste (más de 93% de retención). Cuando no se agrega P, aunque se adicionen otros elementos, el crecimiento es estadísticamente igual al del suelo natural. Todos los suelos responden significativamente al P en relación directa a su fertilidad natural.

La nutrición por N, muy ligada a la mineralización de la abundante materia orgánica presente (entre 4.8 y 24.2%), tiende a ser eficiente. En estos suelos, en invernadero, es preferible favorecer la mineralización supliendo P que suministrar N adicional. Bajo condiciones de laboratorio, el B y el S se fijan en todos los suelos, sin embargo, sus efectos sobre el crecimiento no son sensibles. La retención de B oscila entre 85 y 96% y la de S entre 70 y 91% (1.6-15.6 $\mu\text{g B}/\text{ml}$ y 84-264 $\mu\text{g S}/\text{ml}$ para extraer con $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ tres veces el nivel crítico correspondiente). La respuesta a Mo solo se encontró en un suelo de la Cordillera de Guanacaste.

La concentración de P en Typic Dystrandeps de Costa Rica fluctúa entre 1 y 3 $\mu\text{g}/\text{ml}$, la de B entre 0.06 y 0.56 $\mu\text{g}/\text{ml}$ y la de S entre 7 y 29 $\mu\text{g}/\text{ml}$, con un 90% de probabilidad estadística. La textura de todos los suelos tiende a ser franca. La concentración de P en el tejido foliar de sorgo desarrollado en el invernadero sobre estos suelos oscila entre 0.06 y 0.09%.

Literatura citada

1. ALVARADO, A. Fertilidad de algunos andeps dedicados a potreros en Costa Rica. Turrialba 25(3):265-270. 1975.
2. BERTSCH, F., CORDERO, A. y ALVARADO, A. Fertilidad de Typic Dystrandeps de Costa Rica. I. Metodología, acidez y cationes (Ca, Mg, K, Fe, Mn, Zn, Cu). Turrialba 34(2):187-198. 1984.
3. BINGHAM, F. T. y PAGE, A. L. Specific character of boron adsorption by an amorphous soil. Soil Science Society of America Proceedings 35(6):892-893. 1971.
4. BIRRELL, K. S. Some properties of volcanic ash soils. In Meeting on classification and correlation of soils from volcanic ash, Tokyo, 1964. (Technical papers). FAO. World Soil Resources Reports No. 14. 1964. pp. 74-81.
5. BLASCO, M. Contenido y metabolismo del azufre en suelos volcánicos de Centro América. In Panel sobre Suelos Volcánicos de América, 2o. Pasto, Colombia, 1972. (Trabajos presentados) IICA. Serie Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones No. 82. 1972. pp. 107-123.
6. CAMPOS, C. F. Nutrición mineral. In Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Departamento de investigaciones en café; treinta años al servicio de la caficultura costarricense. San José, MAG, Dirección de Investigaciones Agrícolas, 1980. p. 3.
7. FASSBENDER, H. W. Estudio de fósforo en suelos de América Central. IV. Capacidad de fijación de P y su relación con características edáficas. Turrialba 18(4):497-505. 1969.
8. FOX, R. L. Examples of anion and cation adsorption by soils of Tropical America. Tropical Agriculture (Trinidad) 51:200-210. 1974.

- 9 GEBHARDT, H y COLEMAN, N. T. Anion adsorption by allophanic tropical soils III Phosphate adsorption. Soil Science Society of America Proceedings 38(2):263-266. 1974
- 10 GUERRERO, J. I. Influencia de la materia orgánica y materiales amorfos en la CIC de algunos suelos de la región del Volcán Irazú Tesis Mag Sc Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974 138 p.
- 11 JIMENEZ, J. R. Particularidades pedogenéticas en cuatro andepts de Costa Rica. Tesis Ing Agr San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Fito-tecnia, 1979 70 p
- 12 LUZURIAGA, C. Propiedades morfológicas, físicas y químicas, y clasificación de seis andosoles de Costa Rica. Tesis Mag Sc Turrialba, Costa Rica, IICA, 1970 159 p
- 13 MALDONADO, F. A. Study of a climo-topo-sequence on soils developed on volcanic ash deposits in Ecuador. Tesis Ph D State University of Ghent-Belgium, 1973. 262 p.
- 14 MUNEVAR, F y WOLLUM II, A. G. Effects of the addition of P and inorganic N on carbon and nitrogen mineralization in andepts from Colombia. Soil Science Society of America Journal 41(3):540-545. 1977
- 15 MUNNS, D. N y FOX, R. L. The slow reaction which continues after phosphate adsorption: kinetic and equilibrium in some tropical soils. Soil Science Society of America Journal 40(1):46-51. 1976.
- 16 PARFITT, R. L. Allophane in New Zealand soils In Soils with variable charge conference. New Zealand, Programme and Abstracts Palmerston North, 1981 30 p
- 17 PINEDA, J. R. Mineralización de N orgánico en algunos suelos de Costa Rica. Tesis Mag. Sc Turrialba, Costa Rica, IICA. 1969 79 p.
- 18 RAJAN, S. S. S Adsorption and desorption of sulfate and charge relationship in allophanic clyas. Soil Science Society of America Journal 43(1):65-69 1979.
- 19 RAJAN, S. S. S y WATKINSON, J. H Adsorption of selenite and phosphate on allophane clay. Soil Science Society of America Journal 40(1):51-54 1976
- 20 VALVERDE, E., BORNEMISZA, E y ALVARADO, A. Disponibilidad del azufre en algunos suelos del Atlántico norte de Costa Rica. Agronomia Costarricense 2(2):147-155. 1978

Reseña de libros

SHUTTON, S. L., WHITMORE, T. C. y CHADWICK, A. C. (eds.) *Tropical Rain Forest: Ecology and Management*. Blackwell Scientific Publications. Special Publication Series of the British Ecological Society No 2 1983. 498 p

Este libro es una recopilación de los trabajos presentados en el simposio que tuvo lugar en la Universidad de Leed en Easter, Reino Unido en 1982, con motivo de la celebración del vigésimo primer aniversario del establecimiento del Grupo de Ecología Tropical de la Sociedad Británica de Ecología

La publicación refleja el marcado interés que existe entre los ecólogos por el estudio y la conservación de los ecosistemas forestales tropicales, así como por el desarrollo de sistemas de ordenamiento que permitan un uso racional de estas comunidades. Al simposio asistieron un selecto grupo de ecólogos ingleses y norteamericanos y unos pocos de los países tropicales. Los temas tratados fueron muy diversos, algunos generales como es el estudio de la estructura tridimensional del bosque tropical, otros más específicos como el análisis de los escarabajos y otros insectos de los doseles del bosque en Manaus, Brasil. La mayoría de los trabajos tratan de mostrar el estado del conocimiento sobre el tema tratado, con indicación de los aspectos que todavía necesitan mayor investigación. Algunos de ellos, los más específicos, incluyen también descripciones de la metodología.

El libro está dividido en las siguientes secciones y subsecciones:

I -- Aspectos de la estructura y diversidad de la comunidad

IA—Vegetación y diversidad florística.

IB—Animales, principalmente insectos.

IC—El mantenimiento de la diversidad.

II -- Interacciones entre plantas y animales

III -- Descomposición de materia orgánica y ciclos de nutrimentos minerales.

IV -- Manejo de recursos.

IVA—Consideraciones biológicas.

IVB— Uso de "monitores" en los trópicos.

IVC— Informes regionales.

IVD— Aspectos generales.

La última sección, que trata del manejo de los recursos del bosque tropical, se fundamenta mucho en el conocimiento básico que se discute en las secciones anteriores. Hay dos trabajos que considero necesario comentar: "La dinámica ecológica de los fragmentos del bosque tropical" y "Conservación de áreas naturales en América Central. En el último de estos trabajos, preparado por G. S. Hartshorn, se presenta un análisis bastante completo sobre los principales ecosistemas forestales de la América Central que están bajo algún sistema de protección y de manejo, con cierto hincapié en el Sistema de Parques Nacionales y de Reservas Equivalentes de Costa Rica, considerando como un ejemplo en la América Latina. Sin embargo, es lástima que dicho autor no se refiera a la idea que algunos investigadores costarricenses han desarrollado con miras al establecimiento de un sistema de pequeñas reservas naturales de importancia para la conservación del ambiente físico y de la biota en zonas muy deforestadas, como el Valle Central de Costa Rica, y las regiones montañosas aledañas. Precisamente, el otro trabajo arriba citado, de T. Lovejoy *et al.*, trata sobre este tema de remanentes de bosques, en la Amazonia brasileña. Es de esperar que en el futuro se le de mayor importancia al estudio de estas pequeñas reservas, por su interés biológico, económico y cultural.

Sin lugar a dudas, el material presentado en este libro es de sumo interés para los estudiosos de la ecología y del uso racional del bosque tropical, por la actualización que se hace de los temas tratados por las personas que se encuentran activamente involucradas en la investigación de las comunidades forestales tropicales.

LUIS A. FOURNIER O.
ESCUELA DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA