

# EFEITO DE TEMPERATURAS SUPRAÓTIMAS NO SISTEMA RADICULAR, NO CRESCIMENTO E NA ABSORÇÃO E TRANSLOCAÇÃO DE NUTRIENTES, EM CAFEIROS CULTIVADOS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA<sup>1</sup>/\*

COARACY M. FRANCO\*\*

## Summary

*Coffee seedlings, Coffea arabica cv. Catuai, were grown in nutrient solution for a period of six months after germination, in six special containers, with 25 seedlings in each.*

*The temperature of the nutrient solution in the containers was kept constant at each of the following levels: 27, 29, 30, 31, 32 and 33 degrees centigrade.*

*After six months plant height, fresh weight of roots and tops, and their contents in N, P, K, Ca and Mg were determined.*

*Between 29°C and 33°C the increase of just one degree centigrade in the temperature of the root system resulted in a pronounced decrease in the growth of the plants.*

*At higher root temperatures the phosphorus and magnesium contents of the root system increased markedly while the reverse was observed in the tops. This seems to indicate that the translocation of those elements from the roots to the tops was adversely affected by the increase of the root temperature.*

*Potassium was markedly accumulated both in roots and tops at the higher root temperatures tried.*

<sup>1</sup> Recebido para publicação em junho 1982.

\* Trabalho executado na Seção de Fisiologia do Instituto Agrônomo de Campinas, em convênio com o Instituto Brasileiro do Café.

Expressamos os nossos agradecimentos aos técnicos da Seção de Química Analítica, do Instituto Agrônomo de Campinas pelas análises minerais executados. Consignamos também nossos agradecimentos aos auxiliares Arlindo Sales Nogueira e Avelino Marion *post mortem* pela dedicação e interesse que dispensaram na instalação do experimento e na manutenção do equipamento.

\*\* Instituto Brasileiro do Café, Núcleo Técnico de Campinas Campinas, SP, Brasil

## Introdução

**E**m trabalho anterior (Franco 1) mostrou-se que o cafeeiro é bastante sensível às variações da temperatura no seu ambiente radicular. O melhor desenvolvimento foi obtido de 23°C a 28°C. Na temperatura de 33°C o crescimento do cafeeiro foi mínimo.

Com o objetivo de obter informações mais detalhadas sobre o assunto e estudar também a nutrição mineral em relação a temperatura do sistema radicular, cultivou-se o cafeeiro em solução nutritiva cuja

temperatura foi controlada nos níveis desejados por meio de aquecedores e termostatos.

### Material e métodos

Utilizaram-se recipientes de plástico opaco e rígido, com 37 x 53 cm de lado e 20 cm de profundidade que receberam tampas de madeira tratada contra o apodrecimento. Na tampa foram feitos 25 furos equidistantes com 3.5 cm de diâmetro. Em cada furo foi colocada uma plantinha recém-germinada com apenas o par de folhas cotiledonares.

As plantinhas, do cultivar Catuaí, foram fixadas por rolhas de cortiça furadas no meio, que se ajustavam nos furos da tampa. Para a rolha não ferir o caule tenro das plantinhas este era envolto com um pequeno pedaço de esponja plástica.

No interior de cada caixa, a cerca de 2 cm do fundo, foi instalada uma resistência elétrica para o aquecimento da solução nutritiva e a cerca de 3 cm acima da resistência instalou-se um termostato.

Seis caixas foram preparadas da forma descrita, e reguladas para as seguintes temperaturas na solução nutritiva: 27, 29, 30, 31, 32 e 33 graus centígrados.

A solução nutritiva empregada foi a de Hoagland e Broyer (3) que era trocada a cada três semanas. Todos os recipientes recebiam aeração contínua.

Nos tratamentos com temperaturas acima de 30°C o ar antes de borbulhar na solução passava por uma serpentina plana, de aço inoxidável, instalada no fundo dos recipientes, mergulhada na solução nutritiva. Isto foi necessário para que o ar saísse na solução nutritiva com a mesma temperatura desta.

Quando não se fez isto, as plantinhas que se achavam próximas do local de borbulhamento de ar, nos tratamentos com temperaturas mais elevadas reagiram bem melhor. É que do seu colo, no espaço existente entre a tampa do recipiente e a superfície da solução nutritiva cresceram raízes normais por estarem recebendo corrente de ar na temperatura ambiente.

O experimento foi instalado dentro de uma pequena estufa, especialmente construída. A temperatura no interior da estufa era controlada por uma unidade de refrigeração regulada de maneira a impedir que durante o dia a temperatura ambiente ultrapassasse 27°C.

Após seis meses o experimento foi encerrado, as plantas medidas e pesadas. O teor de macronutrientes

foi determinado na parte aérea e nas raízes, separadamente.

### Resultados e discussão

#### Crescimento

A Figura 1 mostra as plantinhas no término do experimento. No Quadro 1 encontram-se os dados relativos a altura e peso das plantas.

Vê-se que entre 29°C e 33°C o acréscimo de um grau apenas de temperatura, nas raízes, causou pronunciado decréscimo no crescimento do cafeeiro. As temperaturas mais elevadas prejudicaram mais as raízes do que a parte aérea, o que se torna evidente pelas maiores relações parte aérea/raiz. Os resultados encontrados com macieira por Gur *et al* (2) se assemelham bastante a estes.

#### Absorção de nutrientes

**Nitrogênio:** Houve um pequeno decréscimo no teor de nitrogênio das partes aéreas e das raízes a medida que a temperatura se elevou acima de 29°C (Figura 2). Esse decréscimo foi um pouco mais acentuado nas raízes do que nas partes aéreas.

**Fósforo:** É interessante notar que o teor de fósforo na parte aérea decresceu acentuadamente com a elevação da temperatura da solução nutritiva de 30°C para 33°C enquanto o seu teor nas raízes aumentou (Figura 3). Parece pois que não é a absorção do fósforo que é prejudicada pela elevação da temperatura mas sim a sua translocação das raízes para as partes aéreas.

Magalhães (4) trabalhando com cafeeiros de três meses de idade, transplantados do solo para solução nutritiva com fósforo radioativo, observou que as plantas submetidas diariamente a temperatura de 45°C nas raízes, durante cerca de duas horas, mostraram um insignificante acúmulo de fósforo na parte aérea após cinco e quinze dias de tratamento. Não foi determinado o fósforo nas raízes. Nas plantas submetidas ao mesmo tratamento durante trinta dias não foi encontrado fósforo nem nas partes aéreas. Entretanto, a temperatura de 45°C empregada por aquele autor está bem acima do limite letal para as raízes do cafeeiro, o qual achase entre 33°C e 38°C Franco (1) tendo mesmo resultado na morte das plantas.

**Potássio:** A maior reação à temperatura elevada nas raízes foi observada no caso do potássio (Figura

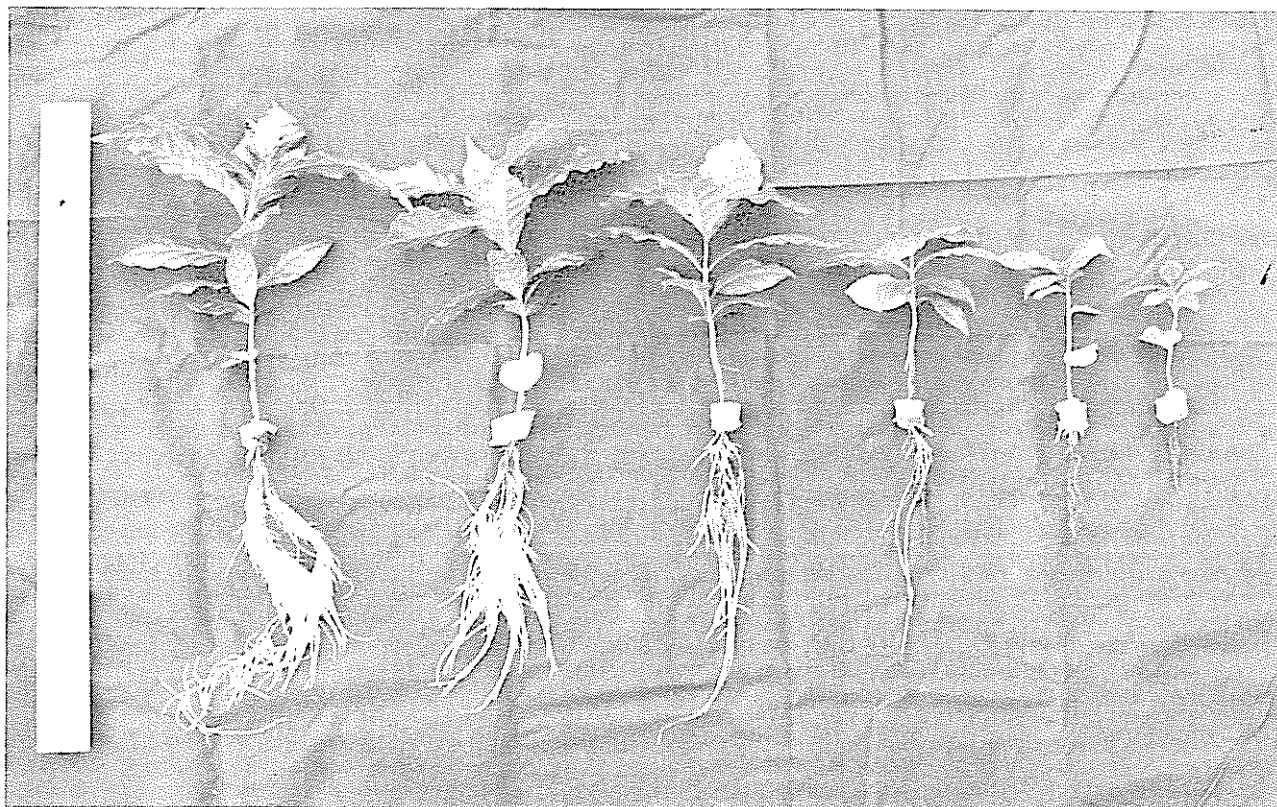


Fig. 1. Cafeeiros cultivados em solução nutritiva com temperatura controlada. Da esquerda para a direita: 27º, 29º, 30º, 31º, 32º e 33º centígrados

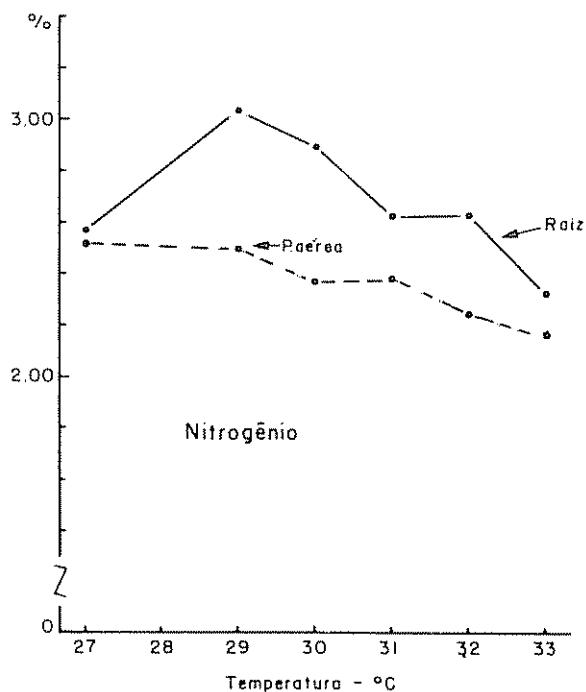


Fig. 2 Teor de nitrogênio nas partes aéreas e nas raízes dos cafeeiros cultivados em solução nutritiva com temperatura controlada.

3). O teor deste elemento tanto nas raízes quanto nas partes aéreas aumentou enormemente com elevação da temperatura da solução nutritiva de 27°C para 31°C.

**Cálcio:** Quanto ao cálcio (Figura 4) houve um decréscimo no teor entre 29°C e 31°C, muito mais acentuado nas raízes do que na parte aérea e depois um acentuado aumento até a temperatura de 33°C.

**Magnésio:** No caso do magnésio (Figura 4) enquanto na parte aérea houve tendência para decrescer acima de 30º no sistema radicular deu-se o inverso. Parece pois que, como no caso do fósforo, não é a absorção do magnésio que é prejudicada pela temperatura elevada mas sim, a sua translocação das raízes para as partes aéreas.

#### Resumo

Cultivou-se cafeeiros recém-germinados em solução nutritiva cuja temperatura foi mantida constante em diferentes recipientes nos valores de: 27, 29, 30, 31, 32 a 33 graus centígrados.

Quadro 3. Altura e peso das plantas submetidas a diferentes temperaturas no sistema radicular.

Temperatura da solução nutritiva	Altura média	Peso fresco da parte aérea (média)	Peso fresco das raízes (média)	Relação parte aérea/raiz
°C	cm	g	g	
27	29.4	10.1	6.4	1.58
29	24.5	8.3	6.1	1.36
30	19.3	5.4	2.5	2.16
31	16.3	4.0	1.7	2.35
32	13.9	2.6	0.8	3.25
33	13.1	1.6	0.5	3.20

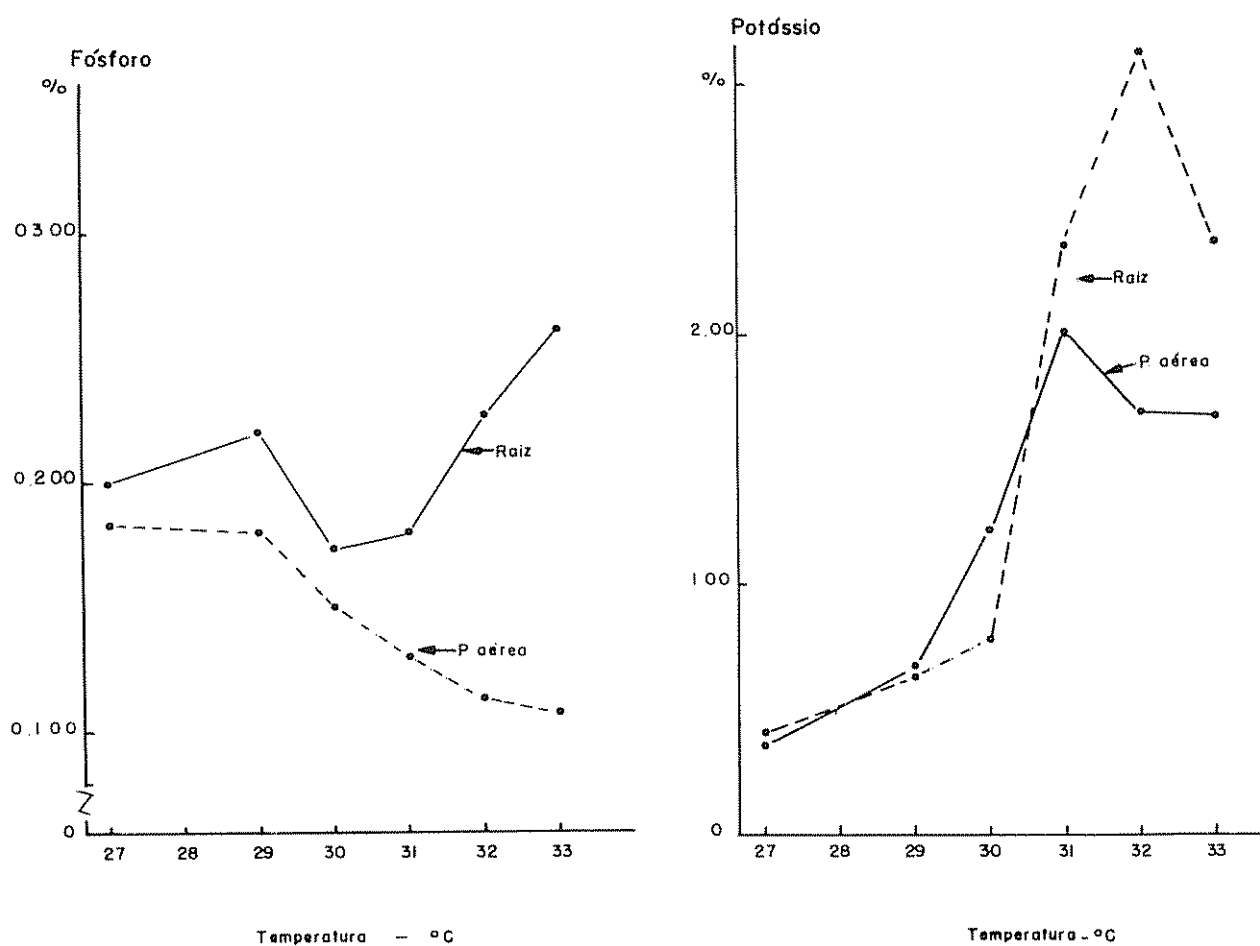


Fig. 3 Teores de fósforo e de potássio nas partes aéreas e nas raízes dos cafeeiros cultivados em solução nutritiva com temperatura controlada.

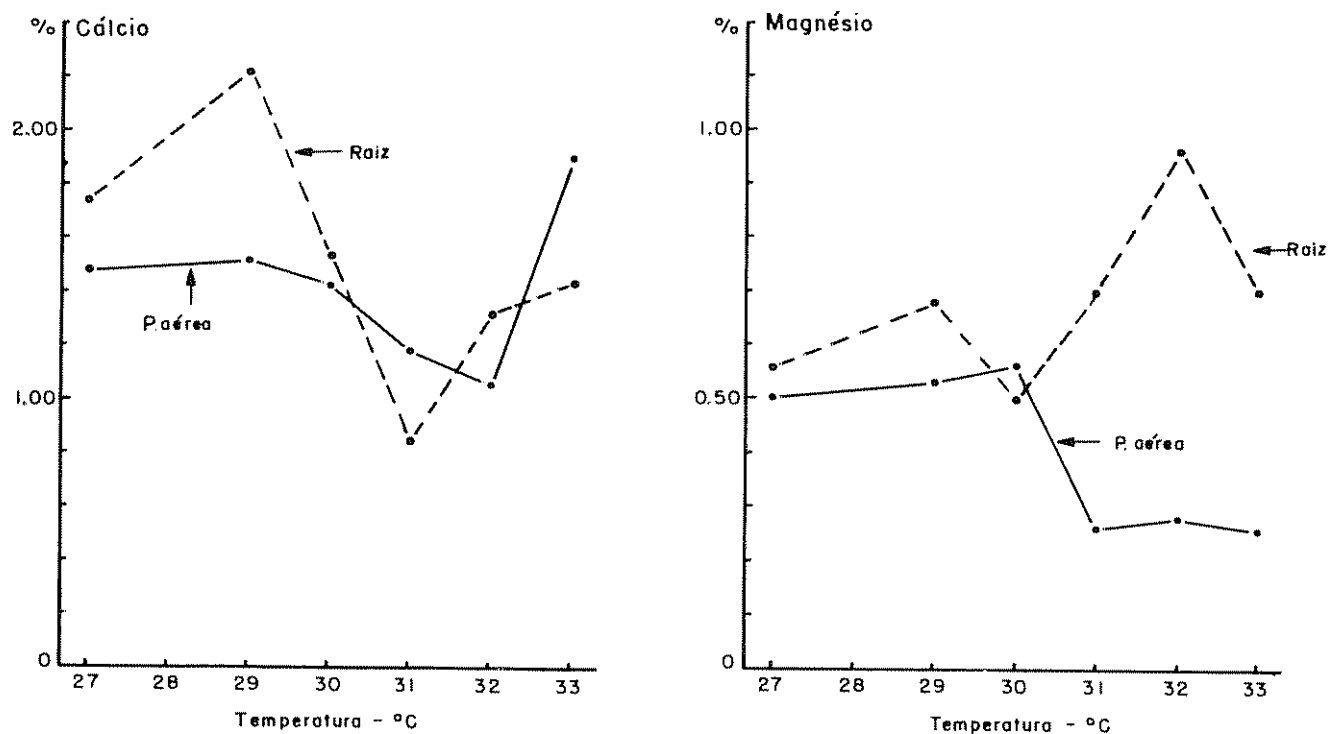


Fig. 4. Teores de cálcio e de magnésio nas partes aéreas e nas raízes dos cafeeiros cultivados em solução nutritiva com temperatura controlada.

Aos seis meses de idade as platinhas foram medidas e suas raízes e partes aéreas pesadas separadamente e analisadas quanto aos seus teores de N, P, K, Ca e Mg.

Observou-se que entre 29°C e 33°C o acréscimo de um grau na temperatura do sistema radicular resultou em um pronunciado decréscimo no crescimento das plantas.

Quanto aos teores de nutrientes, o que de mais interessante se observou foi que nas temperaturas mais elevadas os teores de fósforo e de magnésio aumentaram acentuadamente nas raízes e diminuíram nas partes aéreas sugerindo que a translocação desses elementos para as partes aéreas foi grandemente prejudicada pelas temperaturas mais elevadas nas raízes.

Houve também pronunciado acúmulo de potássio nas temperaturas mais elevadas, tanto nas raízes quanto nas partes aéreas.

#### Literatura citada

1. FRANCO, C. M. Influence of temperature on growth of coffee plant. IBEC Research Institute, Bol. nº 16, 24 p. 1958.
2. GUR, A.; BRAVDO, B e MIZRAHI, Y. Physiological response of apple trees to supraoptimal root temperature. *Physiology Plant.* 27(1):130-138. 1972.
3. HOAGLAND, D. R. e BROYER, T. C. Hydrogen ion effects and the accumulation of salt by barley roots as influenced by metabolism. *American Journal Botany* 27:173-185. 1940.
4. MAGALHAES, A. C. N. Efeito da temperatura elevada no sistema radicular sobre os processos de translocação em cafeeiros. *Ciência e Cultura* 27(11):1224-1227. 1975.

## Reseña de libros

MALAGON, D. Fundamentos de mineralogía de suelos, 2 tomos, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras. Mérida, Venezuela. 1979. 747 p.

Este trabajo es el primer libro latinoamericano sobre mineralogía de suelos. Su orientación va hacia el estudiante y por lo tanto incluye el material complementario necesario para la comprensión de sus puntos principales.

Es también de las pocas mineralogías de suelos verdaderas, ya que considera tanto los minerales de arcilla, como ocurre en muchos otros textos, así como la mineralogía de los componentes de las fracciones arena y limo.

Hay que anotar que la edición merecía más cuidado ya que contiene serios errores, por ejemplo no incluir en el índice la bibliografía del primer capítulo. Hay referencias citadas dos veces y otras de un trabajo editorial deficiente.

En lo que refiere a la bibliografía ésta se orienta hacia el estudiante y no hacia el especialista; se cita mucho texto y referencias clásicas pero no aparece la bibliografía reciente. Se puede afirmar que los descubrimientos de la última década casi no son considerados en la obra. Otra mejora apreciable que se podría hacer para un volumen que no es únicamente para el uso colombiano, es considerar la apreciable bibliografía latinoamericana de otros países, además de aquella relacionada con Colombia.

El trabajo se subdivide en siete capítulos, tres de los cuales forman el primer volumen de 484 páginas.

El primer capítulo, titulado Geopedología, de casi 90 páginas, se dedica a una introducción general sobre la formación y evolución de la tierra, principios de cristografía y petrografía y los minerales

silicatados. No menos de 28 figuras ayudan al lector a familiarizarse con los conceptos del capítulo.

El intemperismo es el tema del segundo capítulo de más de 150 páginas. Aunque esta materia no está muy estrechamente relacionada a la mineralogía de suelos, contribuye a su comprensión y proporciona una visión global sobre los componentes inorgánicos de los suelos. Se discute en el capítulo el intemperismo químico y físico y la respuesta de los principales elementos al proceso; se estudia ampliamente los minerales en el proceso del intemperismo y las rocas brevemente. Una bibliografía de 101 referencias concluye el capítulo.

En el capítulo tres se estudia los minerales arcillosos. En esta división del libro, de más de 250 páginas, se discute el origen, clasificación, propiedades e identificación de las arcillas, con una sección especial dedicada a arcillas de Colombia. Es una lástima que al campo tan activo de la interacción arcillas con materiales orgánicos se dedique solamente, 4 páginas sin referencia de la última década. La información sobre la metodología de análisis instrumental es muy completa y ofrece una amplia introducción a estas técnicas.

El capítulo cuarto, con el cual comienza el segundo volumen, ofrece una discusión de la mineralogía de arena y del limo grueso. Este es un tema sobre el cual no hay mucha información en textos, y menos en castellano, por lo cual este es material muy útil para el lector de habla hispana. De nuevo hay una amplia descripción de los métodos empleados en este campo, de gran utilidad para los estudiantes.

La formación del suelo y sus implicaciones mineralógicas son la materia del capítulo quinto, compuesto de no menos de 150 páginas. En la primera parte se discute la formación de suelos en general; le sigue una discusión de la micromorfología del suelo y el capítulo concluye con la discusión de la relación de la mineralogía del suelo con su génesis y taxonomía.

ELEMER BORNEMISZA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA