

CORRELAÇÕES ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES, ALUMÍNIO E SÓDIO NAS FOLHAS DE "COAST CROSS Nº 1" E A ANÁLISE FÍSICA E QUÍMICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO AMARELO II. CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO

Fernando José Hass¹
Henrique Paulo Haag²

RESUMO: Foi realizado um levantamento em 41 pontos de um Latossolo Vermelho Amarelo, com amostragem de solo e folhas da forrageira "Coast Cross Nº 1", objetivando o estudo de correlações entre as concentrações de nutrientes, alumínio e sódio nas folhas e as análises químicas do solo. As folhas foram secas e analisadas para N, P. As amostras de solo foram secas e analisadas pelos seguintes métodos: índices pH (água e CaCl_2 0,01 M), matéria orgânica (digestão úmida), P, K, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Na pelo extrator de Mehlich. P através de resina iônica. Ca, Mg e Al pelo KCl 1 N. As frações granulométricas foram dispersas por NaOH 0,1 N e separadas pelo método da pipeta. Foram observadas correlações entre as concentrações de elementos nas folhas e as determinações no solo. Nitrogênio nas folhas correlacionou-se negativamente com fósforo do solo e positivamente com manganês e enxofre. Fósforo nas folhas correlacionou-se negativamente com cálcio do solo.

Termos para indexação: nitrogênio, fósforo, folhas de coast cross, correlação, análise de solo, latossolo vermelho amarelo.

¹ Doutor em Agronomia, Laboratório Agronômico SC Ltda. Microquímica Indústrias Químicas Ltda-LAGRO, Campinas-SP.

² Professor Titular, Departamento de Química, E.S.A."Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba-SP.

CORRELATION AMONG NUTRIENT CONCENTRATION, SODIUM AND ALUMINUM IN THE LEAVES OF "COAST CROSS Nº 1" AND PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS OF A TYPIC ACROSTOX SOIL II. CONCENTRATION OF NITROGEN AND PHOSPHORUS.

SUMMARY: Correlation studies were carried out among nutrient concentrations in leaf of "Coast Cross nº 1" grass and chemical characteristics of a Latossolo Vermelho Amarelo (Typic Acrortox) soil at Jaguariuna, State of Sao Paulo, Brazil. The leaves were dried and analysed for N, P, by convencional methods. Soil samples were dried and analysed by the following methods: soil water pH; soil pH (0.01 M CaCl₂); organic matter content by wet digestion; P, K, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn and Na by double acid extration; P by ionic exchange resin in water; Ca, Mg and Al by solution of 1 N KCl.

The authors observed:

- Leaf nitrogen concentration presents negative correlation with P and K, and positive correlation with Mn and S in the soil.

- Leaf concentration presents negative correlation with Ca, and Zn.

- Leaf potassium concentration presents negative correlation whit Ca, and Zn.

- Leaf potassium concentration presents negative correlation with silt.

Index terms: N, P, coast cross, correlation, soil analyses, typic acrortox soil.

INTRODUÇÃO

As análises químicas de solos e a análise e diagnose foliar constituem os principais recursos para se estabelecer as recomendações visando o uso racional de fertilizantes na nutrição vegetal. Muitos fatores influem direta ou indiretamente na concentração de um nutrien-

te na planta, a qual é uma integral de todos os fatores que interagem (MUNSON & NELSON, 1974).

ULRICH (1948) equacionou a composição da planta como sendo a concentração do elemento uma função do solo, adubação, clima, época, variedade e práticas culturais.

Considerando os demais fatores constantes, as características químicas e físicas dos solos influenciam diretamente a composição das plantas e conseqüentemente a produção.

A revisão bibliográfica acerca de correlações entre resultados de análises de folhas e de solo apresenta poucas referências diretas, sendo mais comum inclusões em trabalhos com outros objetivos.

Trata-se de um tema complexo, com resultados nem sempre significativos à primeira vista, como demonstram os trabalhos de OSISAME et alii (1973) e SILLANPA (1982).

A hipótese do presente trabalho é: existem correlações diretas entre as análises químicas das folhas e as análises químicas do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente levantamento foi realizado em pastagem de capim "Coast Cross nº 1" (*Cynodon* spp), no município de Jaguariuna, situado no sudoeste do Estado de São Paulo, nas coordenadas geográficas, latitude S: 220, longitude WG: 470 0,5' e a 669 metros de altitude (IBGE, 1985).

SETZER (1956) classifica o clima local, segundo o sistema de Koppen como mesotérmico Cwa sub-tropical úmido, com estiagem de inverno. A temperatura média do mês mais quente é superior a 220°C e a do mês mais frio inferior a 180°C. O total das chuvas do mês mais seco não ultrapassa a 30 mm. O índice pluviométrico varia entre 1.100 e 1.700 mm. A estação seca ocorre entre os meses de abril e setembro (21% das precipitações) e a estação chuvosa se

estende de outubro a março 979% das precipitações). Segundo OLIVEIRA et alii (1975) os regimes hídricos e térmicos do solo são respectivamente o údico e o hipertérmico. O solo onde a pastagem está instalada é classificada como Latossolo Vermelho-Amarelo, álico, A moderado, textura argilosa, Unidade Mato Dentro (Typic Acrortox). Segundo OLIVEIRA et alii (1979) essa unidade é constituída por solos profundos, bem drenados, porosos, com textura barrenta ou argilosa no horizonte A e a argilosa no horizonte B. Relevo aplainado ou suave ondulado. São solos muito ácidos, apresentando sob condições naturais valores muito baixos de soma e saturação em bases e valores altos de alumínio trocável. O levantamento foi realizado na Fazenda Guayçara, município de Jaguariuna, Estado de São Paulo. O capim Coast Cross nº 1 é uma gramínea do gênero *Cynodon*, ao qual pertencem também a grama seda, capim bermuda, capim de burro, grama de lavadeira, capim estrela africana e capim estrela de porto rico (MITIDIERI, 1983). Foram selecionadas 41 áreas distintas, correspondendo em média 2,45 ha/amostra. Em cada área foi colhida uma amostra de solo da camada arável (0-20 cm de profundidade), com trado galvanizado, com um mínimo de 20 sub-amostras (pontos de amostragens) e armazenada em saco de polietileno. As amostras de folhas foram coletadas nas mesmas áreas selecionadas para os solos, tendo sido realizadas no período da manhã, aguardando um intervalo de 24 horas após a ocorrência de chuvas. A época de coleta foi no final do verão e início do outono (entre março e abril), tendo sido escolhido o período imediato à colheita de feno na propriedade. Sendo portanto folhas maduras sem atingir a senescência. Foram coletadas as partes aéreas normalmente retiradas pelo gado em pastoreio,

constituída de folhas e talos³, com um mínimo de 20 pontos dentro de cada área amostrada, perfazendo cerca de 400 gramas de material verde por amostras. Nas análises químicas de solo foram determinados: índice pH (CaCl_2): determinado em solução centimolar de cloreto de cálcio: determinação potenciométrica após trinta minutos de repouso; relação solo: líquido 1:2,5 (van RAIJ & QUAGGIO, 1983). Índice pH (água): determinação potenciométrica após uma hora de repouso; relação solo: líquido 1:2,5, medido na solução sobrenadante, tocando levemente a suspensão do solo (van RAIJ & ZULLO, 1977). Acidez potencial (H+Al): determinação potenciométrica através de suspensão do solo com solução tampão SMP (SHOEMAKER et alii, 1961) a qual baseia-se na correlação existente entre o pH da solução tampão SMP⁴ em contato com solos e valores de H + Al (QUAGGIO, 1983; van RAIJ et alii, 1979). Matéria orgânica: oxidação da matéria orgânica por solução de dicromato de sódio 4 N em cálcio sulfúrico 10 N, a frio. Determinação por fotocolorímetro com filtro de transmissão máxima de 660 nm (QUAGGIO & van RAIJ, 1979). Acidez trocável (H^+): foi obtida pela diferença entre a acidez potencial (H + Al) e o alumínio trocável (Al). Alumínio trocável, cálcio e magnésio: extração por agitação de 5 ml de TFSA com 50 ml de cloreto de potássio 1 N e titulação com NaOH 0,01 N usando fenolftaleína como indicador (van RAIJ & ZULLO, 1977). A mesma solução foi utilizada para de-

³ No presente trabalho, foi considerado como folhas o conjunto de folhas e talos (parte aérea)

⁴ Solução Tampão SMP: em um litro: 106,2 g de cloreto de cálcio ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), tg. de cromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$), dg de acetato de cálcio, 5 ml de trietanolamina, 3,6 g de p-nitrofenol e água.

terminação de cálcio e magnésio através de espectrofotometria de absorção atômica. Fósforo (MEHLICH): extraído pelo extrator de Mehlich (1) e determinado por colorimetria com filtro de transmissão máxima de 660 nm, pelo molibdato de amônio em ácido sulfúrico, utilizando o ácido ascórbico como redutor. Fósforo (resina): extraído solo por uma mistura de resinas trocadoras de cátions e ânions (Amberlite IRA-400 e IR-120) em meio aquoso e após agitação durante 16 horas.

Após esse período o solo foi separado da resina e extraída com solução de cloreto de sódio 1 N e HCl 0,1 N. Nesta solução foi determinado fósforo por colorimetria com filtro de transmissão máxima a 720 nm ou 885 nm (van RAIJ & QUAGGIO, 1983). Potássio e sódio: foram determinados por fotometria de chama por emissão, no extrato obtido pelo extrator de Mehlich. Ferro, manganês, zinco e cobre: extraídos pelo extrator de Mehlich e determinados por espectrofotometria de absorção atômica (The Perkin Elmer Corporation, 1971). Boro: Extraído pelo extrator de Mehlich e determinado em fotocolorímetro com filtro de transmissão máxima a 420 nm, com solução tampão(1)⁵, formando um complexo colorido na reação do ácido bórico com o reagente azometina H a 0,45% (BATAGLIA et alii, 1983). Enxofre: 5 ml de TFSA com 25 ml de solução extratora(2)⁵, agitação por 30 minutos com carvão ativo. Após a filtragem, adição de 0,5g de cloreto de bário e um mililitro de HCl 6 N. Leitura em fotocolorímetro com filtro de

⁵ HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,05 N
Tampão (1) - 250 ml de ácido acético glacial, 500 g de acetato de amônio, 30 g de EDTA e 800 ml de água.

(2): 15 ml de ácido acético glacial, 39,79 g de acetato de amônio e água para um litro.

transmissão máxima a 720 nm (VITTI & SUZUKI, 1978). Capacidade de troca de cátions (CTC): calculada através da soma de K + Ca + Mg + H+Al + Na e expressa em equivalente miligrama por 100 mililitro de solo. Saturação em bases (V%): calculada através da fórmula: $V\% = (K + Ca + Mg + Na) \cdot 100 / CTC$.

Folhas isentas de partículas de poeira e sem umidade externa, foram acondicionadas em sacos de papel, conservadas à sombra e encaminhadas ao laboratório, onde foram lavadas rapidamente com solução diluída de detergente, solução de ácido clorídrico 0,05 N e água desmineralizada. Depois de perderem a umidade externa à temperatura ambiente, foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 60-80°C.

O material foi moído e analisado para nitrogênio e fósforo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Concentração de nitrogênio nas folhas em função das características químicas dos solos.

As equações ajustadas encontram-se na tabela 1 e são ilustradas pelas figuras 1 a 9.

Tabela 1 - Equações de regressão, coeficientes de correlação (r) e coeficiente de determinação (R) as concentrações de nitrogênio nas folhas ($y = N \%$) em função das características químicas dos solos (x).

Determinações	Equações	r	R ² %
P (res.) b	$y = 1,9938 - 0,0190.x$	0,4228**	17,88
	$y = 2,0935 - 0,0304.x + 0,00023.x^2$	0,4343 ⁸	18,86
P (Mel.) b	$y = 2,2029 - 0,3123.x + 0,0222.x$	0,4874**	23,76
K a	$y = 1,8719 - 0,9812.x$	0,2715*	7,37
Ca a	$y = 1,9842 - 0,1249.x$	0,2953*	8,72
S b	$y = 1,5395 + 0,0061.x$	0,3308*	10,94
	$y = 1,2178 + 0,0202.x - 0,0002.x^2$	0,3911*	15,30
Mn b	$y = 2,1075 - 0,0569.x + 0,001.x^2$	0,3492*	12,19

** - Significativo a 1% de probabilidade

* - Significativo a 5% de probabilidade

a = mEq/100 ml TFSA

b = ppm

P (res.) - fósforo resina

P (Mel.) - fósforo Mehlich

TSFA - terra fina seca ao ar

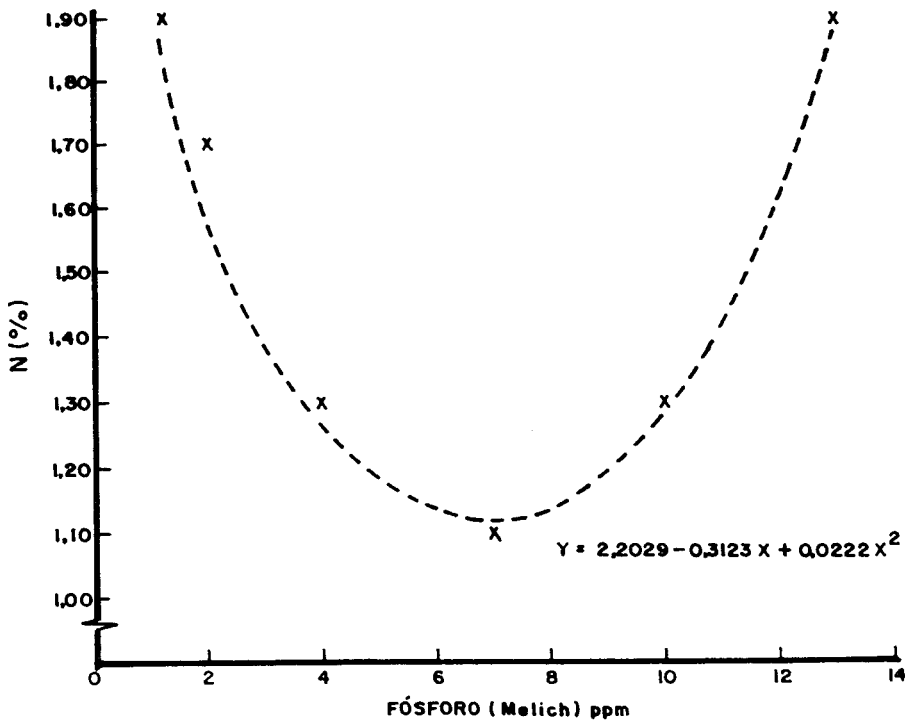


Figura 1. Concentração de nitrogênio (%) nas folhas, em função dos teores de fósforo (Melich - ppm) dos solos

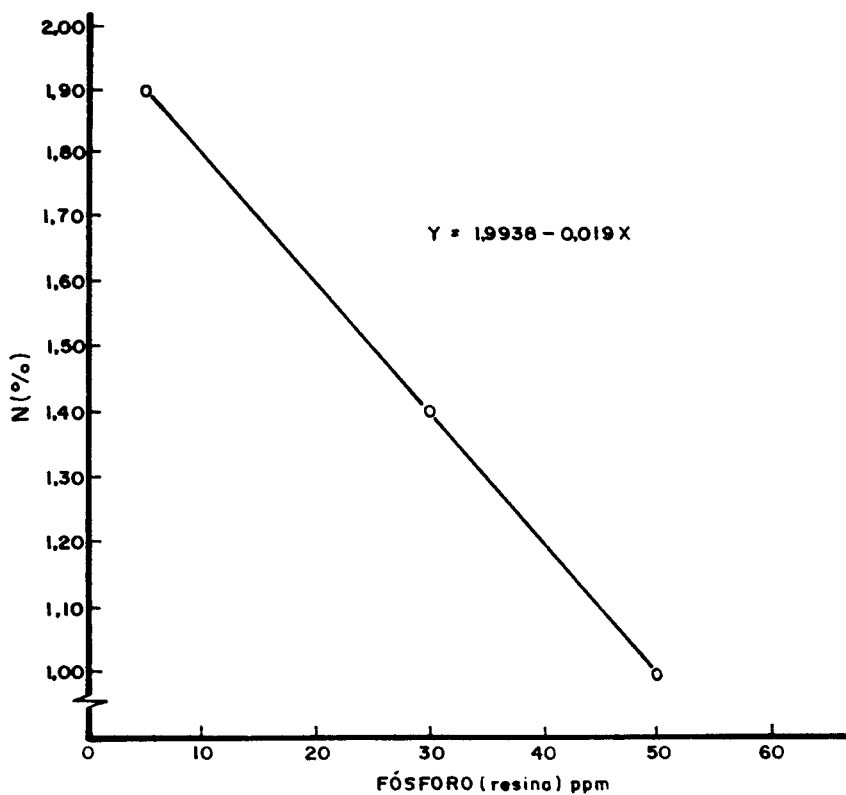


Figura 2 . Concentração de nitrogênio (%) nas folhas, em função dos teores de fósforo (resina - ppm) dos solos

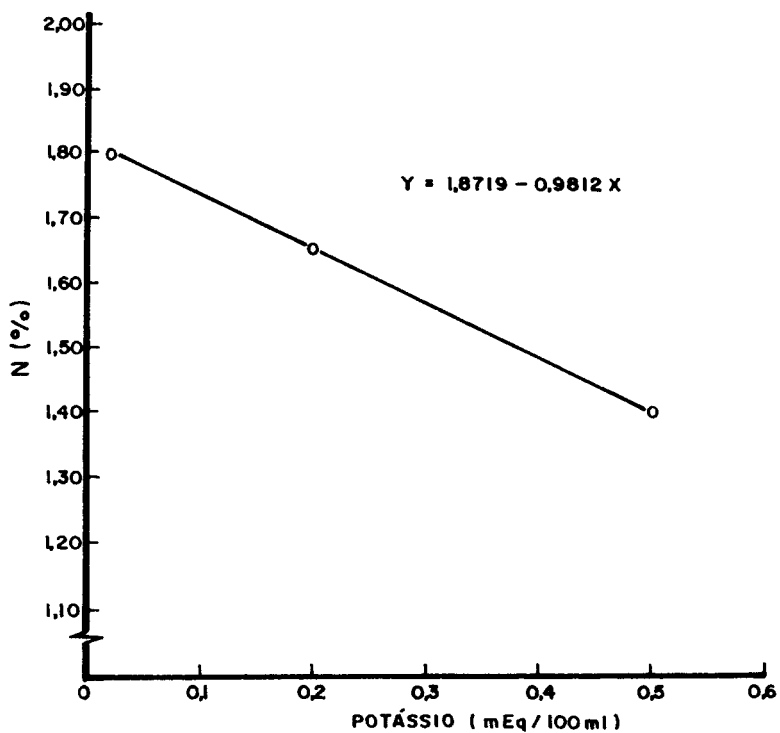


Figura 3. Concentração de nitrogênio (%) nas folhas, em função dos teores de potássio (mEq/100 ml) dos solos

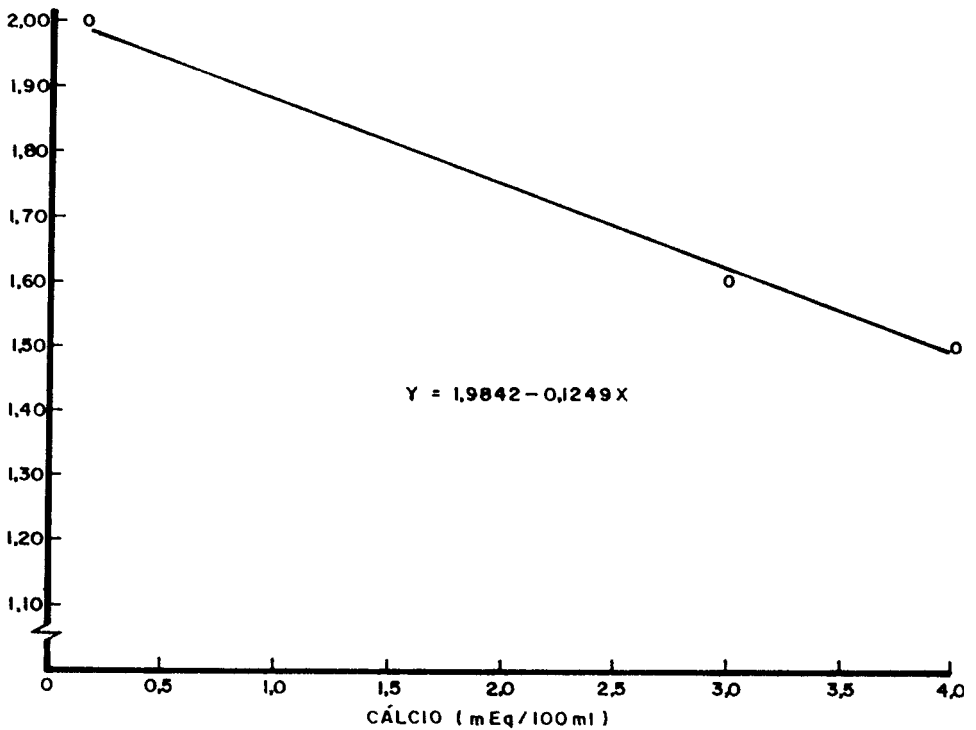


Figura 4. Concentração de nitrogênio (%) nas folhas, em função dos teores de cálcio (mEq/100 ml) dos solos

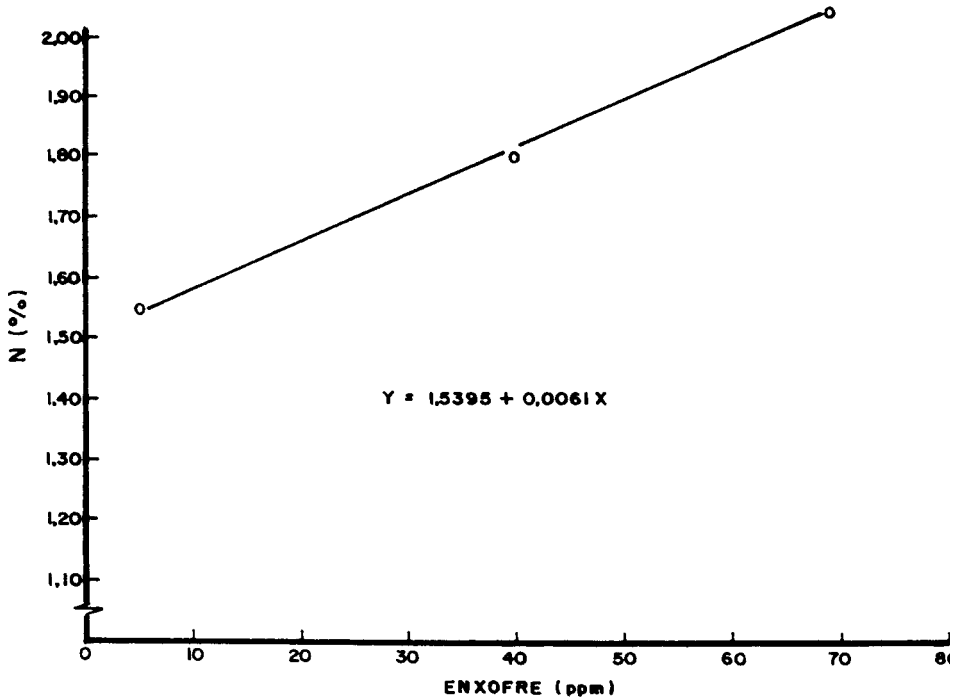


Figura 5. Concentração de nitrogênio (%) nas folhas, em função dos teores de enxofre (ppm) dos solos

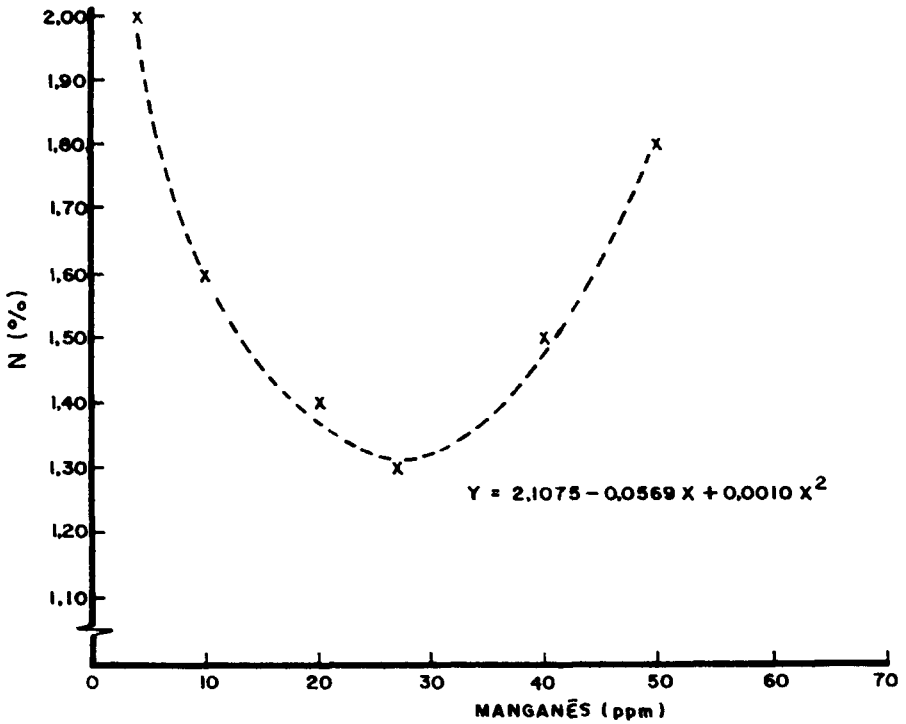


Figura 6. Concentração de nitrogênio (%) nas folhas, em função dos teores de manganês (ppm) dos solos

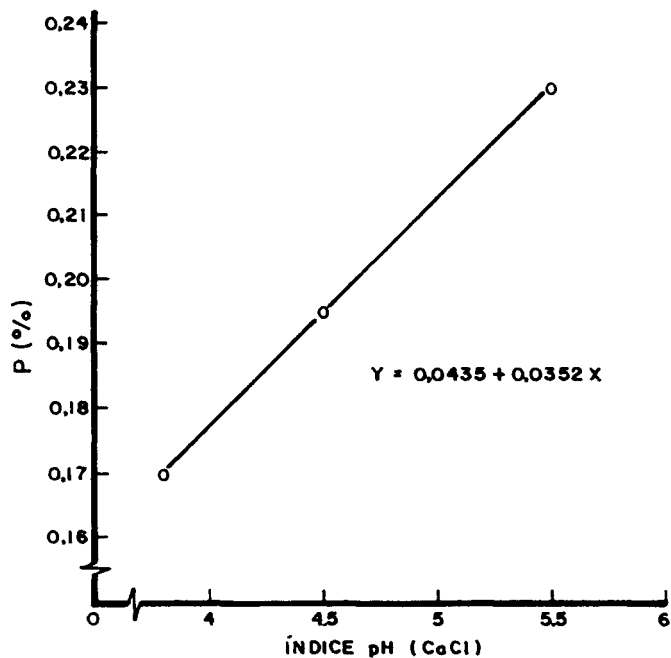


Figura 7. Concentração de fósforo (%) nas folhas, em função dos índices pH (CaCl) dos solos

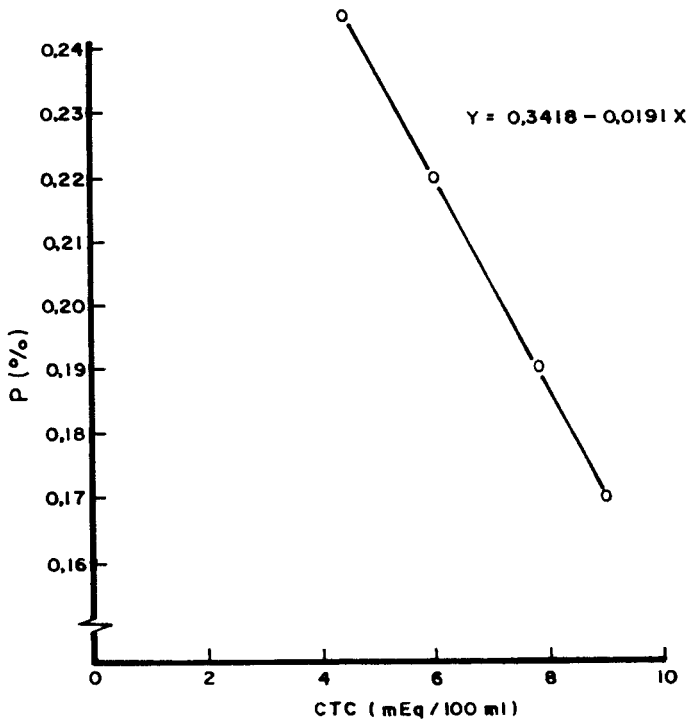


Figura 8 . Concentração de fósforo (%) nas folhas, em função dos teores de CTC (mEq/100 ml) dos solos

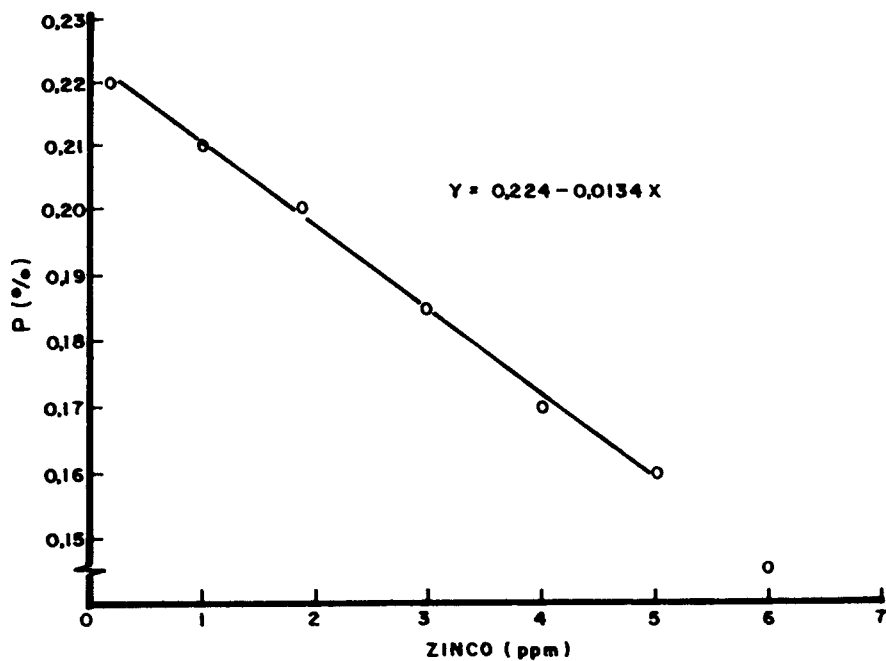


Figura 9. Concentração de fósforo (%) nas folhas, em função dos teores de zinco (ppm) dos solos

Índice pH e matéria orgânica

As concentrações de nitrogênio nas folhas não se correlacionaram com os índices pH dos solos, determinados em água e em solução centimolar de cloreto de cálcio e com os teores de matéria orgânica.

Fósforo

Houve correlações lineares e quadráticas entre os teores de nitrogênio nas folhas e os teores de fósforo dos solos, extraídos tanto pelo extrator de Mehlich como pela resina aniônica. A equação linear apresentou-se negativa, sugerindo que o nitrogênio aplicado não foi suficiente para as plantas responderem ao fósforo disponível.

Potássio e Cálcio:

Observaram-se correlações lineares negativas entre as concentrações de nitrogênio nas folhas e os teores de potássio e cálcio dos solos. A observação relativa ao fósforo pode ser estendida ao potássio e ao cálcio.

Enxofre

Houve correlação linear positiva entre as concentrações de nitrogênio nas folhas e os teores de enxofre nos solos, sendo resultado das adubações nitrogenadas efetuadas com sulfato de amônio. A equação quadrática foi significativa, com coeficientes de correlação superior ao da linear.

Manganês

Observou-se correlação quadrática entre as concentrações de nitrogênio nas folhas e os teores de manganês dos solos.

Magnésio, alumínio, ferro, zinco e boro

As concentrações de nitrogênio nas folhas não se correlacionaram com os teores de magnésio, alumínio, ferro, zinco e boro dos solos.

HASS (1980) observou em citrus, correlações positivas entre os teores de nitrogênio das folhas e os teores de cobre e sódio dos solos. Com o índice pH em água e magnésio, as correlações foram negativas.

Concentração de fósforo nas folhas em função das características químicas dos solos

A tabela 2 apresenta as equações de regressão ajustadas e as figuras 7 a 10 as ilustram.

Índice pH

A concentração de fósforo nas folhas correlacionou-se positivamente com o índice pH determinado em solução centimolar de cloreto de cálcio através de equação de regressão linear. Devido ao levantamento ter sido realizado em solos predominantemente ácidos, com a elevação do índice pH, ocorreu maior disponibilidade de fósforo para as plantas absorverem esse nutriente. Não foi verificada correlação entre os teores foliares de fósforo e o índice pH determinado em água.

Fósforo

Não se verificou correlações entre as concentrações de fósforo nas folhas e seus correspondentes nos solos, tanto para o extrator de Mehlich como pela resina aniônica.

Tabela 2 - Equações de regressão, coeficientes de correlação (r) e coeficientes de determinação (R²) das concentrações de fósforo das folhas (y = P %) em função das características químicas dos solos (x).

Determinações	Equações	r	R ² %
pH CaCl ²	$y = 0,0435 + 0,0352.x$	0,4803**	23,06
Ca a	$y = 0,2396 - 0,0176.x$	0,277*	7,67
CIC a	$y = 0,3418 - 0,0191.x$	0,3417*	11,67
	$y = 0,2015 + 0,0223.x - 0,003.x^2$	0,3515*	12,36
S b	$y = 0,1737 + 0,001.x$	0,3453*	11,92
	$y = 0,1702 + 0,0012.x - 0,00003.x^2$	0,3456*	11,95
Zn b	$y = 0,224 - 0,0134.x$	0,2879*	8,29

* = significativo a 5 % de probabilidade

** = significativo a 1 % de probabilidade

a = mEq/100 ml TFSA

b = ppm

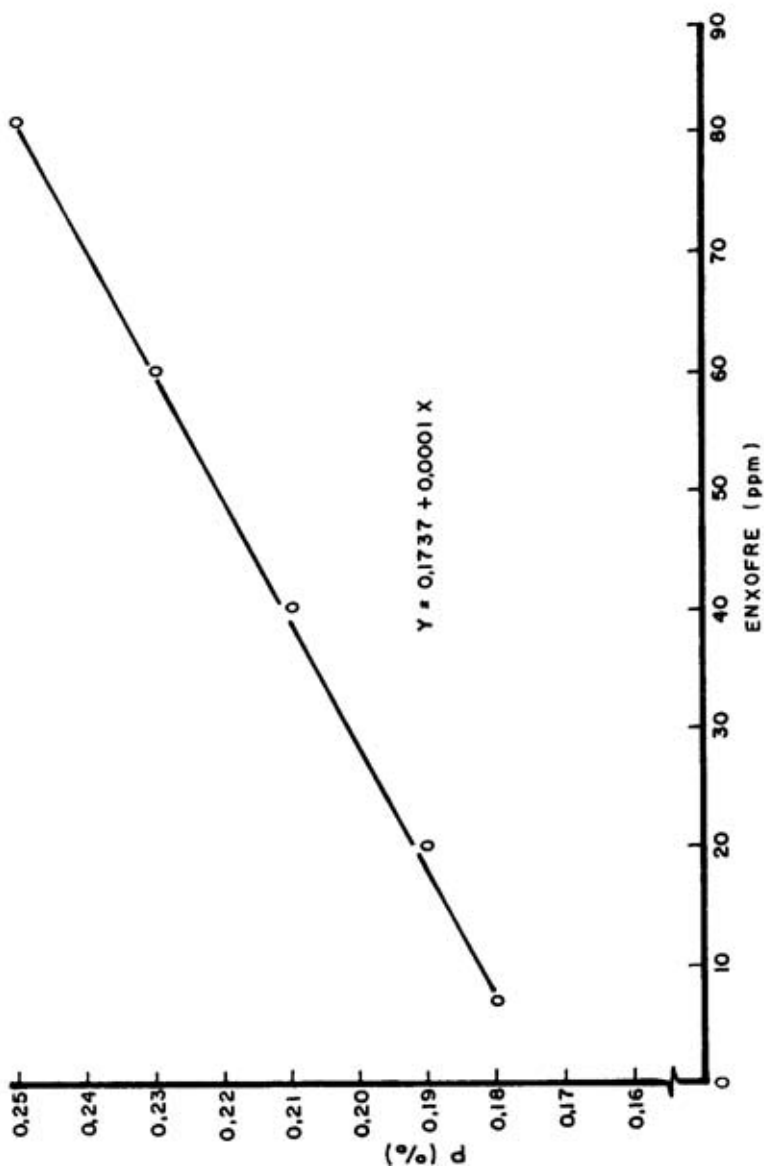


Figura 10. Concentração de fósforo (%) nas folhas, em função dos teores de enxofre (ppm) nos solos

Cálcio e capacidade de troca de cátions

As concentrações de fósforo nas folhas apresentaram correlação linear negativa com os teores de cálcio nos solos. Com as capacidades de troca de cátions dos solos, as concentrações de fósforo nas folhas apresentaram correlações linear negativa e quadrática.

Zinco

Houve correlação linear e negativa entre as concentrações nas folhas de fósforo e os teores de zinco nos solos. Sendo a disponibilidade do zinco maior nos solos mais ácidos.

Enxofre

Com os teores de enxofre dos solos, as correlações com as concentrações de fósforo nas folhas foram positivas. Este resultado pode ser atribuído às adubações efetuadas com superfosfato simples e sulfato de amônio, contendo fósforo e enxofre.

HASS (1980) observou que as concentrações de fósforo nas folhas de citrus correlacionaram-se positivamente com os teores de fósforo (Mehlich), potássio e sódio dos solos e negativamente com o índice pH (em água) e magnésio.

CONCLUSÃO

- Resultados de análise de folhas e de solo devem ser interpretados independentemente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.C.M.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R. e GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agronômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico nº 78).
- BRASIL, IBGE - Enciclopédia dos Municípios Brasileiros. Rio de Janeiro, 1957. v.29, p.297-304.
- MITIDIARI, J. Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais. São Paulo, Nobel, 1983. 198p.
- MUNSON, R.D. & NELSON, W.L. Principles and practices in plant analysis. In: WALSH, L. M. e BEATON, J.D. ed. Soil Testing and plant Analysis. Madison, Soil Science Society of America, 1974. p.223-48.
- OLIVEIRA, J.B.; ALFONSI, R.R.; PEDRO JUNIOR, M.J. Regimes hídricos e térmicos dos solos do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 15. Campinas, 1975. p.359-62.
- OLIVEIRA, J.B.; MENK, J.R.J.; ROTTA, C.L. Levantamento semi-detalhado dos solos do Estado de São Paulo - Quadrícula de Campinas. Rio de Janeiro, SUPREN/IBGE, 1979. 169p. (Recursos Naturais e o Meio Ambiente, 5).
- OSISAME, O.A.; SCHULTE, E.E.; COREY, R.B. Soil tests for available copper and zinc in soils of Western Nigeria. Journal of Science of Food and Agriculture, London, 24:1341-9, 1973.
- QUAGGIO, J.A. Critérios para calagem em solos do Estado de São Paulo. Piracicaba, 1983. 76p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- QUAGGIO, J.A. & RAIJ, B. van. Comparação de métodos rápidos para a determinação da matéria orgânica em solos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 3:184-7, 1979.
- RAIJ, B. van & QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solos para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico, 1983, 38p. (Boletim Técnico, 81).
- RAIJ, B. van & ZULLO, M.A.T. Métodos de análise de solos. Campinas, Instituto Agronômico, 1977, 16p. (Circular, 63).
- SETZER, J. Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo. São Paulo, Escola de Professores Salesianos, 1956. 239p.
- SHOEMAKER, H.E.; McLEAN, E.O.; PRATT, P.E. Buffer methods for determining lime requirement of soils with appreciable amount of exchangeable aluminium. Proceedings of the Soil Science Society of America, Madison, Madison, 25:274-7, 1961.
- SILLANPA, M. Micronutrients and the nutrient status of soils: a global study. Roma, FAO, 1982. 558p. (FAO Soils Bulletin, 48).
- ULRICH, A. Plant analysis as a diagnostic procedure. Soil Science, New Jersey, 55: 101-12, 1948.
- VITTI, G.C. & SUZUKI, J. A determinação de S-SO₄ do solo pelo método turbidimétrico. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrômicas e Veterinárias/UNESP, 1978. 13p.