

**ESTUDOS SOBRE A DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO
PARA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*) EM SOLOS DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO.**

MAURI DOS SANTOS MANHÃES

Engenheiro Agrônomo

PLANALSUCAR

ORIENTADOR : Prof. Dr. Nadir Almeida da Glória

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiróz", da Universi-
dade de São Paulo, para obtenção do Título
de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro, 1978

À minha esposa Ivany,
À meu filho Rodrigo,
À meus pais

DEDICO

A G R A D E C I M E N T O S

- Ao Prof. Dr. Nadir Almeida da Glória, pelo apoio e orientação dispensada durante o desenvolvimento dos trabalhos.
- Ao Dr. José Alberto Gentil de Souza, Coordenador Geral do PLANALSUCAR (Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar) por todo apoio técnico e administrativo concedido.
- Ao Engº Agrº Aldo Alves Peixoto Coordenador Regional Leste do PLANALSUCAR, pelo apoio e estímulo recebidos.
- Ao Dr. Gilberto Miller Azzi ("In memorian"), Superintendente Geral do PLANALSUCAR pela oportunidade e inestimável estímulo em prol da realização do curso.
- Ao Engº Agrº Demétrio Ferreira de Azeredo e ao Técnico Agrícola Aprígio Barcelos Alves, da Seção de Nutrição e Fertilidade da Coordenadoria Regional Leste do PLANALSUCAR, pelas colaborações prestadas na condução dos trabalhos de campo.
- Aos colegas do Centro de Análises da Coordenadoria Regional Sul do PLANALSUCAR pelo auxílio nos trabalhos de laboratório.

.III.

- A todos os funcionários do PLANALSUCAR que direta ou indiretamente auxiliaram na realização do curso e ~~des~~ ta dissertação.

- À Eng.^a Agr.^a Maria Emília Matiazzo, Departamento de Química Analítica da E.S.A "Luiz de Queiróz", pela cooperação nas análises de laboratório.

- As Companhias Usinas Açucareiras Barcelos e Santo Amaro pela contribuição aos trabalhos de campo concedendo as áreas para instalação dos experimentos.

"C U R R I C U L U M V I T A E"

Mauri dos Santos Manhães, nascido em 17 de Outubro de 1948, Engenheiro Agrônomo formado em Dezembro de 1972 pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, iniciou suas atividades profissionais como Extensio- nista Agrícola pela Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Rio de Janeiro (ACAR/RJ) em fevereiro de 1973. Em março do mesmo ano trasferiu-se para o PLA- NALSUCAR (Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de- açúcar) sediado em Campos-Rio de Janeiro, onde iniciou os trabalhos da Seção de Nutrição e Fertilidade. Hoje, além de Responsável pela referida Seção Técnica é ainda Chefe da Divisão Agronômica da Coordenadoria Regional Leste (Campos-RJ) do PLANALSUCAR.

Í N D I C E

	Página
1. RESUMO.....	01
2. INTRODUÇÃO.....	03
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	05
3.1. Estudos das formas de fósforo nos solos.....	05
3.2. Estudos dos extratores do fósforo disponível dos solos.....	09
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	39
5.1. Experimentos de campo.....	39
5.2. Experimento de laboratório.....	42
5.3. Fracionamento do fósforo.....	44
5.4. Avaliação do fósforo disponível.....	48
5.5. Observações gerais.....	49
6. CONCLUSÕES.....	54
7. SUMMARY.....	55
8. LITERATURA CITADA.....	57
TABELAS DE RESULTADOS.....	71

LISTA DAS TABELAS

Tabela	Página
1 - Características químicas e físicas dos solos estudados.....	25
2 - Tratamentos (doses) de fertilizantes em cada solo estudado.....	27
3 - Dados climatológicos obtidos nos locais de dois experimentos no período de julho de 1976 a outubro de 1977.....	28
4 - Resultados dos experimentos de campo com cana-de-açúcar, variedade CB 45-3, nos três Grande Grupos de solos estudados. Dados médios em t/ha.....	72
5 - Produtividade da cana-de-açúcar (t/ha), teores foliares (% P nas folhas +3) e teores (% P) nos internódios (8º a 10º) em diferentes épocas de amostragens, do experimento de campo no solo Tabuleiro (TI). Valores médios de 6 repetições.....	73
6 - Produtividade da cana-de-açúcar (t/ha), teores foliares (% P nas folhas +3) e teores (% P) nos internódios (8º a 10º) em diferentes épocas de amostragens, do experimento de campo no solo Gley Húmico (GH). Valores médios de 6 repetições.....	74
7 - Produtividade da cana-de-açúcar (t/ha), teores foliares (% P nas folhas +3) e teores (% P) nos internódios (8º a 10º) em diferen-	

Tabela

Página

	tes épocas de amostragens, do experimento de campos no solo Aluvial (AL). Valores médios de 6 repetições.....	75
8 -	Teores médios de fósforo extraídos pelas plantas de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.), variedade Batatais e pela cana-de-açúcar (<i>Saccharum spp</i>) variedade CB 45-3, nas parcelas testemunhas das 3 unidades de solo estudadas.....	76
9 -	Formas de ocorrência do fósforo em três solos da região canavieira do Estado do Rio de Janeiro. Dados médios de 4 repetições calculadas em ppm de P.	77
10 -	Formas de ocorrência do fósforo em três solos da região canavieira do Estado do Rio de Janeiro. Dados em percentagem (%) das quantidades (ppm de P) entre os solos estudados...	78
11 -	Formas de ocorrência do fósforo em três solos da região canavieira do Estado do Rio de Janeiro. Dados em percentagem (%) em relação ao P-total.....	79
12 -	Teores médios (% P) nas folhas (+3) e nos internódios (8º; 9º e 10º) das parcelas Testemunhas dos experimentos de campo com cana-de-açúcar, nos três Grandes Grupos de solos estudados, em 5 épocas de amostragens, em confronto com o P-total e com algumas formas de ocorrência do elemento naqueles solos.....	80
13 -	Teores médios de fósforo disponível, avaliados por meio de 5 extratores químicos e fósforo total, nas 3 unidades de solos estudados.....	81

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 - Representação gráfica das quantidades (ppm de P) das formas de fósforo encontradas nos três Grandes Grupos de solos estudados.....	45
2 - Representação gráfica da comparação entre o P-total e o P disponível pelos 5 extratores utilizados, considerando-se os percentuais das quantidades (ppm de P) entre os solos estudados.....	50

1 - RESUMO

O presente trabalho foi conduzido com os objetivos de se tentar avaliar a disponibilidade de fósforo para a cana-de-açúcar nos três tipos de solos mais representativos para a cultura na região Norte do Estado do Rio de Janeiro, ao mesmo tempo que se tentou estabelecer um método químico para medir esta disponibilidade.

Utilizou-se os Grandes Grupos de solos Tabuleiro, Gley Húmico e Aluvial, em áreas de Agro-Indústrias Açucareiras do Município de Campos, Estado do Rio de Janeiro.

Em cada unidade de solo foi instalado um experimento de campo com cana-de-açúcar variedade CB 45-3 em delineamento estatístico de blocos ao acaso com

4 tratamentos e 6 repetições.

Efetuuou-se amostragens de folhas aos 4 e 8 meses de idade, tomando-se os 20 cm centrais, sem a nervura principal da folha + 3 e amostragens de 8º, 9º e 10º internódios aos 5, 8 e 12 meses, separando-se os 4 cm centrais, cortando-se em 8 seções longitudinais.

Com amostras de solos sem qualquer fertilização prévia, instalou-se um experimento de laboratório tipo "Neubauer" modificado utilizando-se como planta teste o arroz (Oryza sativa L.).

Foram feitos ainda, o fracionamento do fósforo nos solos estudados, determinando-se as diversas formas de ocorrência do elemento, além da avaliação do fósforo disponível por meio de cinco extratores químicos.

Os solos estudados apresentam valores percentuais de Fósforo Total, entre si, na ordem de 100% para o Aluvial, 59,77% para o Gley Húmico e 13,80% para o Tabuleiro.

Os internódios (8º a 10º) da cana-de-açúcar, das parcelas testemunhas dos experimentos de campo aos 5 meses de idade, apresentam valores percentuais de Fósforo, entre si, na ordem de 100% para o Aluvial, 62,56% para o Gley Húmico e 26,54% para o Tabuleiro.

O extrator químico que melhor se identificou com estas distribuições percentuais foi o H_2SO_4 0,5N com 100% de P-disponível para o solo Aluvial, 36,36% para o Gley Húmico e 18,18% para o Tabuleiro.

2 - INTRODUÇÃO

Embora se reconheça a importância vital do elemento nutriente fósforo no crescimento de plantas e animais, quando analisamos os solos para verificar a sua fertilidade, constatamos que os teores de fósforo "assimilável" ou "disponível" são bastante baixos, evidenciando que os solos de regiões tropicais e sub-tropicais são carentes neste elemento, não satisfazendo as exigências da maioria das plantas (ORCHARD e DARBY, 1956; JORGE, 1969; JORGE, 1975 e MALAVOLTA, 1976).

Uma das maiores dificuldades encontradas no estudo do fósforo nos solos, é, sem dúvida alguma, a de se obter uma correlação aceitável entre os resultados das determinações químicas e os dados de produção. Não se encontrando resultados correlacionáveis, deduz-se que ou os solos em estudo são realmente pobres em fósforo, ou os extratores utilizados não são adequados.

A cana-de-açúcar é a base fundamental da estrutura econômica e social do Norte do Estado do Rio de Janeiro.

Os solos utilizados pela cultura da cana-de-açúcar tem sua representatividade baseada principalmente na sua proximidade das indústrias açucareiras e na região Norte do Estado do Rio de Janeiro, segundo dados recentes do PLANALSUCAR; nota-se a participação das unidades de solos na referida cultura, onde o Tabuleiro (Terciário) (TI) aparece com 34,54%, o Gley Húmico (GH) com 37,72% e o Aluvial (AL) com 5,00%.

Além da representatividade destes solos para a cultura, o estudo destas três unidades de solos é inteiramente justificada por apresentarem resultados completamente diferentes entre si, em relação ao desenvolvimento da cultura, tendo-se como hipótese provável que estas diferenças causadas pelo diferente comportamento do fósforo em cada solo, pela capacidade da cana-de-açúcar de extrair diferentes formas deste elemento dos solos e mesmo por quantidades diferentes de fósforo disponível para cada unidade de solo estudada.

Tendo em vista, as respostas da cana-de-açúcar as adubações fosfatadas, serem as mais contraditórias, a inexistência de trabalhos científicos a esse respeito na região e, sabendo-se que o conteúdo de fósforo, em suas diversas formas de ocorrência, é bastante variável de solo para solo, nos levou a conduzir o trabalho com os objetivos, de avaliar a disponibilidade de fósforo para cana-de-açúcar nos três tipos de solos mais representativos para a cultura na região Norte do Estado do Rio de Janeiro, ao mesmo tempo que se tentou estabelecer um método químico para medir esta disponibilidade para cana-de-açúcar na região.

3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tendo em vista a complexidade do elemento fósforo no solo, seu estudo deve ser dirigido apenas para o aspecto principal, qual seja, o objetivo do trabalho, sob pena de, na generalização, os autores se confundirem na extensa quantidade de literatura existente.

No presente trabalho, dividiu-se a revisão bibliográfica em dois aspectos: estudos das formas de fósforo nos solos; e estudos dos extratores do fósforo disponível dos solos.

3.1. Estudos das formas de fósforo nos solos

Estes estudos, iniciados há mais de meio século, por alguns estudiosos do assunto como DYER (1894), FRAPS (1906) passaram por diversos outros pesquisadores como FISHER e THOMAS (1935), WILLIAMS (1937), DEAN (1938) GHANI (1943) e WILLIAMS (1950), até o trabalho apresentado por CHANG e JACKSON (1957) considerado ainda hoje um paradigma dos trabalhos à respeito do fracionamento de fósforo no solo

A distinção de formas ligadas a alumínio e ferro é ponto discutido desta metodologia (FIFE, 1963 e SMITH, 1965). Outro aspecto, enfatizado em alguns trabalhos, é que os extratores utilizados no fracionamento, não extraem definidos compostos de fósforo, mas vários tipos de fosfatos (PRATT e GARBER, 1964; PAINE e HANNA, 1965 e FASSBENDER, 1966.a)

CHO e CALDWELL (1959) estudando as formas de fósforo e a fixação em solos, encontraram que os fosfatos de ferro e de alumínio predominam em solos ácidos, enquanto que os fosfatos de cálcio predominam em solos calcários.

Encontraram também que a reação de um solo não dá uma boa indicação de suas formas de fósforo. Isto foi comprovado quando comparavam três solos com pH semelhantes e verificaram que a distribuição de alguns fosfatos inorgânicos era extremamente diferente. Também não encontraram boa correlação entre conteúdo de matéria orgânica nos solos e seus teores de fósforo orgânico.

Já em 1963, SUSUKI et alii fracionando as várias formas de P em 10 solos encontraram que P-Ca tendia a ser maior que P-Al nos solos de pH 6,0 ou maior, enquanto que, em solos com pH 5,6 ou menor o inverso foi encontrado. Mesmo assim, pelo menos uma exceção foi encontrada ou seja, solo com pH 5,5 o teor de P-Ca foi maior que o de P-Al.

FASSBENDER (1966.b.) cita que CHANG e JACKSON (1958) utilizaram o fracionamento para determinar o grau de meteorização dos solos e, segundo eles, em graus mais avançados, aumenta a predominância dos fosfatos de ferro e as formas solúveis em redutor e ocluídas em hidróxidos.

Ao apresentarem, graficamente, as formas de fosfatos com as porcentagens de contribuição ao total dos mesmos, encontraram para solos jovens uma linha exponencial com valores máximos para os P-Ca, e para solos maduros, observaram a tendência contrária, com valores máximos para os fosfatos solúveis em redutor e ocluídos.

TAFUR (1969), ao constatar altas porcentagens de P orgânico em relação ao total, em torno de 51,1 a 62,4% em média para solos Colombianos, lembra que, as relações C/P orgânico sendo menores que 200:1 indicam predomínio do fenômeno mineralização do fósforo dos solos e que relações maiores que 300:1 indicam domínio da imobilização. Daí conclui o autor, se observa a importância que tem a fração orgânica no computo geral de provisão de fósforo em solos tropicais por ser, em alguns casos uma das formas de menor estabilidade e maior intercâmbio.

No Brasil em 1968, CATANI e BATAGLIA, revisando diversos outros trabalhos sobre o fracionamento de fósforo em solos do Brasil e de outros países, resolveram estudar as formas de ocorrência do fósforo em diversas amostras de solo Latossólico Roxo do Estado de São Paulo e do Paraná, através de métodos e técnicas mais recentes, ou seja, aplicando modificações que acharam necessárias para obter maior eficiência do método.

Os autores encontraram que os solos estudados apresentaram uma quantidade razoável de fósforo ligado ao cálcio, 45,3 a 162,5 ppm, o que foi explicado pelos teores de cálcio trocável encontrados nas amostras, que variavam de 7,71

a 19,40 emg por 100g de solo, e o pH que variou de 6,30 a 7,50.

Mesmo assim, as formas de fósforo, naqueles solos, que apresentaram maiores quantidades foram as de fósforo ocluído e fósforo orgânico.

JORGE e VALADARES (1969), estudando as formas de fósforo em dez unidades de solos do Estado de São Paulo, de acordo, ainda com o fracionamento preconizado por CHANG e JACKSON (1957), concluíram que, nas amostras estudadas, a maior parte do fósforo existente acha-se ligado ao ferro. As formas de fósforo encontradas foram, em ordem decrescente: P-Fe ocluso, P-Fe, P-Orgânico, P-Ca e P ligado ao alumínio.

Ainda concluindo o trabalho, aqueles autores citam que, embora alguns dos solos estudados apresentem alto teor de P⁻total, a disponibilidade do elemento é pequena para as plantas, pois a forma universal mais facilmente aproveitável isto é, o P-Ca, se encontra em níveis baixos, salvo na Terra Roxa Estruturada.

Constantes esforços continuam sendo feitos tanto no Brasil como no exterior para o melhor conhecimento das formas de fósforo existente nos solos, como os trabalhos de, CABALA e FASSBENDER (1970), FASSBENDER e DIAZ (1970), WENCESLAU et alii (1971), BRAGA e DEFELIPO (1972.a.) e (1972.b.), PINTO (1974), AHMED e ISLAN (1975), BAHIA FILHO e BRAGA (1975), BAKHEIT SAID (1975), WEAVER (1975) e DUTRA e BRAGA (1976), alguns visando enriquecer os conhecimentos da ciência do solo, outros visando determinar as formas preferencialmente ab

sorvidas pelo vegetal e ainda aqueles que visam verificar o relacionamento das formas do fracionamento com os teores da forma disponível obtida por diferentes extratores como é o caso ainda de COSTA (1957) e SMITH (1969).

No Norte Fluminense não existe até o momento qualquer trabalho a respeito do assunto, necessitando portanto de se conhecer as formas de fósforo nos solos mais representativos para a cultura da cana-de-açúcar, principalmente levando-se em conta a completa irregularidade em relação às respostas às adubações fosfatadas.

3.2. Estudos dos extratores do fósforo disponível dos solos.

O conceito de disponibilidade proposto por Bray (1944) relaciona a quantidade de um elemento independente de sua forma, em dado momento, com o crescimento vegetal.

Desde que haja o relacionamento da quantidade de um elemento, obtida pelo uso de um extrator químico, com o crescimento vegetal, pode-se aceitar a substância empregada na extração como um extrator da forma "disponível". Estes extratores, como acentua FASSBENDER (1966.a.) além de apresentarem o inconveniente de alterar as características dos solos, constituem metodologia relativamente empírica, pois o fósforo que extraem não é um composto definido, uma vez que se origina de diferentes fosfatos presentes no solo.

Diversos métodos e técnicas na procura da avaliação da disponibilidade ou do teor disponível do fósforo do solo para as plantas são hoje utilizadas.

CABALA ROSAND (1972), cita que esses métodos pó dem ser grupados em químicos, físico-químicos e biológicos, os quais são muitas vezes consorciados na tentativa de melhor se conhecer a capacidade nutricional dos solos em relação ao ele mento em questão.

A cada dia que passa, mais premente se torna a necessidade de busca de um método de extração química que, com maior confiança, avalie o fósforo disponível do solo, e que , apresente uma maior correlação com a produção vegetal. Para se obter tal confiança é preciso que se façam pesquisas locais, selecionando as soluções extratoras mais adequadas ao tipo de solo, ao mesmo tempo que se associe esse trabalho a ensaios biológicos, sejam de laboratórios ou de campo, tendo-se em vista a inexistência de um método igualmente eficiente para todos os solos e a diferente capacidade extratora de cada planta. CATANI e GARGANTINI (1954); CATANI e NAKAMURA (1971) e CABALA ROSAND (1972).

Uma revisão bibliográfica, a partir da déca da de cinquenta, nos fornece dados suficientes para conhecermos perfeitamente bem o que se tem feito a esse respeito, tanto no Brasil como em outros países.

LARSEN et alii (1958), estudando diversas soluções extratoras quais sejam: Água destilada; NaOAc, pH 4,8; 0,5M NaHCO₃, pH 8,5; 0,75N HCl; 0,002N H₂SO₄ pH 3,0; 0,025 N em HCl e 0,03 N em NH₄F e ainda 0,1 N em HCl em 0,03 N em NH₄F e, usando diferentes relações entre volume de solo:solução ex tratora, em solos orgânicos e minerais da Virgínia (USA), cor relacionaram os resultados com os pesos de matéria seca de

plantas de tomate.

Os autores conseguiram demonstrar que os extratos com água destilada deram as mais acuradas estimativas do fósforo disponível para a planta em uma relação volume de solo: solução extratora igual a 1:20 para os solos orgânicos e de 1:10 para os solos minerais.

PANCORBO e CONDE (1959), em estudos comparativos de doze soluções extradoras de fósforo "assimilável", com 75 amostras de solos da província de Salamanca (Espanha), concluíram que: é, por vezes, extremamente diferente a quantidade de fósforo extraída por cada extrator; na correlação entre os resultados obtidos, o fator regulador mais importante é o pH da solução extratora, além do pH do solo e sua maior ou menor riqueza em fósforo.

HAGIN e HILLINGER (1964), estudando os extratores, solução 0,01 M CaCl_2 , água destilada relação 1:100 e bicarbonato de sódio, em solos irrigados de Israel, conseguiram ótimas correlações entre os teores de fósforo extraídos pela solução de NaHCO_3 e os teores do elemento nas plantas de amendoim usadas para testes em casa de vegetação.

Na América Central, em 1968, BALERDI et alii, comparando os teores de fósforo disponível, em 104 amostras de solos, extraídos com cinco extratores, Olsen (0,5M NaHCO_3 pH 8,5), Bray 1 (0,025 N HCl e 0,03 N NH_4F), Mehlich (0,05N HCl e 0,025 N H_2SO_4), Saunder (NaOH 0,1N) e Egner-Riehm (0,02 N de Lactato de Cálcio pH 3,8), entre si, com as formas de P dos solos, com a produção de matéria seca e a absorção

de P pelas plantas de tomate, usadas como indicadoras, concluíram que: os resultados se correlacionaram com as formas de P dos solos, encontrando-se que a fração solúvel em NH_4Cl correlaciona sobretudo com os métodos de Mehlich ($r = 0,754$) e Egner-Riehm ($r = 0,745$) e os fosfatos de ferro e alumínio com o de Saunder. Os autores explicam o fato pela capacidade de cada extrator solubilizar diferentes fosfatos dos solos.

Encontraram ainda que os métodos de extração ácida (Mehlich, Bray 1 e Egner - Riehm) correlacionaram entre si, assim como o de Olsen com os anteriormente mencionados. O de Saunder não apresentou correlações significativas com os demais.

Com a produção de matéria seca e a absorção de P pelo tomate, houve correlação linear com os métodos estudados, principalmente com os de Egner - Riehm e Olsen, os quais, os autores recomendam para posteriores trabalhos de calibração de métodos nos países da América Central.

TRIPATHI et alii (1970), no distrito de Agra da Índia, relacionando as formas de fósforo inorgânicos nativos com alguns índices de fósforo disponível, determinados por diferentes extratores, concluíram que o extrator e método de Olsen é o mais promissor para determinação das necessidades das plantas cultivadas nos solos da região.

Em Zaragoza, ELEIZALDE e DIEST (1971) testaram cinco extratores para fósforo disponível em solos salinos e não salinos e demonstraram que as quantidades extraídas são pouco influenciadas pela salinidade dos solos e que as quantidades de fósforo absorvido pelo trigo são fortemente afetadas pelo

gráu de salinidade.

PORTO (1972), chama atenção para o fato de, em muitos casos, a análise química dos solos não revelar o aumento de adição de doses de fósforo ao solo, enquanto que estes aumentos são notados no desenvolvimento dos vegetais, pode ser explicado pelo fato de se usarem ácidos diluídos nas soluções extratoras, e parte, pode ser consumida pelas cargas positivas dos hidróxidos de ferro das argilas.

NANDRA (1974), determinando o fósforo disponível em solos da Tanzânia, com dez extratores e correlacionando-os com o total de fósforo absorvido pelas plantas, encontrou ser o método de Bray nº 1 (HCl 0,02 N e NH_4F 0,03 N, com relação solo: solução extratora igual a 1:7) o mais apropriado para estimar o fósforo disponível nos solos daquela região.

GONZALES et alii (1974), estudando os níveis de matéria orgânica e o fósforo disponível, por diversos extratores, em solos dos Andes (Venezuela), concluíram que, dos extratores utilizados, apenas o NaOAc teve a quantidade de P extraída afetada negativamente pelo conteúdo de matéria orgânica dos solos.

Os autores verificaram também que, quando havia alta supremacia orgânica nos solos, se obteve maior resposta ao P e menos P nas plantas de milho, até o ponto de apresentar deficiência deste nutriente nas plantas de alguns experimentos, nos quais havia quantidade medianas a altas de P segundo as análises com todos os extratores.

AHMED e ISLAM (1975), relacionaram diferentes extratores de fosfato disponível com as formas das frações de fosfatos em alguns solos tropicais úmidos de Bangladesh.

O estudo das correlações entre os valores obtidos para cada dois métodos revelou que o coeficiente de correlação era normalmente maior quando ambos os valores testados eram bem correlacionados com uma fração de fosfato inorgânico comun. Isto indicou uma similaridade de métodos na dissolução seletiva de formas específicas de fosfatos. Baseado nisto, os autores classificaram os métodos em três grupos:

- I - Truog (0,002N H_2SO_4 pH 3), Norte Carolina (0,025N H_2SO_4 e 0,05N HCl) e 0,3 N HCl, foram agrupados juntos por extraírem com maior eficiência o P-Ca e satisfatoriamente o P-Al;
- II - Bray nº 1 (0,03N NH_4F em 0,025N HCl), Bray nº 2 (0,03N NH_4F em 0,1N HCl) e 0,02N Na_2 EDTA formando o segundo grupo por suas extrações terem sido preferencialmente o P-Al e moderadamente o P-Ca;
- III - Resina de Troca Aniônica e 0,01M $CaCl_2$ foram agrupados juntos por não apresentarem seletividade para dissolução de uma forma de fosfato.

Em estudo idêntico em amostras superficiais compostas de 20 latossolos do Estado de Minas Gerais, BAHIA FILHO e BRAGA (1975), com 4 extratores de P disponível, concluíram que: as variações observadas nos teores de P disponível, foram devidas, em grande parte, ao fator quantidade;

os extratores Mehlich ($0,025N H_2SO_4$ e $0,05N HCl$) e Olsen ($0,5M NaHCO_3$) extraíram preferencialmente a forma P-Al. O extrator Bray nº 1 ($0,03N NH_4F$ em $0,025N HCl$) além de extrair o P-Al removeu pequena parte do P-Fe.

EKPETE (1975), estudando a evolução dos métodos químicos para a determinação do fósforo disponível em solos alagados, comparou o comportamento de 5 extratores em amostras de solos alagados e solos secos e verificou que todos os métodos utilizados extraíram mais fósforo dos solos encharcados do que dos solos secos. Também verificou que o método de Olsen, foi o mais eficiente na extração de fósforo em ambas as condições de solo.

GONZÁLES e PÉREZ (1976), em solos no vale do rio Yaracuy (Venezuela), estudaram métodos de análises de fósforo e suas correlações com as produções relativas de experimentos de campo de milho. Os métodos utilizados foram: $0,5M NaHCO_3$; $0,025N HCl$ em $0,03N NH_4F$; HAc 3% + NaOAc 10% e $0,25N HCl + 0,05N H_2SO_4$.

Os autores verificaram que em solos de pH menor que 7 e Cálcio extraível inferior a 1000 ppm, o método de melhor coeficiente de correlação, entre as variáveis estudadas, foi o $0,25N HCl + 0,05N H_2SO_4$.

Os teores obtidos pelo uso de extratores de fósforo disponível dependem, entre outros fatores, das quantidades relativas das formas de fósforo no solo, da solubilidade destas formas nos extratores utilizados, além da atividade destas formas (CHANG e JACKSON, 1958; PAYNE e HANNA, 1965). Assim, os trabalhos que relacionam teores de fósforo disponível

e formas de fósforo inorgânico evidenciam a predominância de um destes fatores ou o seu efeito conjugado.

No Brasil, os trabalhos a respeito de extratores praticamente tomaram impulso no início da década de cinquenta.

Com objetivo de apresentar dados preliminares sobre a extração do fósforo de alguns solos do Estado de São Paulo, obtidos pelo método biológico de Neubauer e através de diversos métodos químicos, CATANI e GARGANTINI (1954) obtiveram os resultados apresentados a seguir onde alguns pontos devem ser analisados.

Dados obtidos por CATANI E GARGANTINI (1954).

SOLOS	TRAT. (*)	P ₂ O ₅ extr.p/100 plantas em 100g Solo mg	Dif. de ext. em rel. às provas em branco	mg de P ₂ O ₅ em 100g de solo					
				Água	Ác. Acét.	Ác. Sulf.	Ác. Sulf.	Ác. Sulf.	Ác. Oxál. 0,25N
				Dest.	0,25 N	0,05 N	0,05N e NH ₄ F 0,025N	Pot.	0,75N
Massapé	T	23,0	- 1,5	Tr.	Tr.	0,6	1,4	23,5	
Salmourão	A	31,2	6,7	0,65	2,35	18,25	30,5	73,5	
Terra Roxa	T	21,6	- 2,9	Tr.	Tr.	0,35	0,9	19,4	
Misturada	A	30,4	5,9	0,5	1,1	16,0	28,6	86,7	
Arenito	T	24,5	0,0	0,3	0,6	3,15	5,0	32,2	
Bauru	A	35,4	10,9	3,2	7,5	16,2	20,7	51,8	
Prova em Branco	-	24,5	-	-	-	-	-	-	-

(*) TRAT. - T = Solo natural

- A = Blocos cilíndricos de 45cm de altura por 20cm de diâmetro, adubados com 1,805 g de P₂O₅.

- Foi utilizado como planta teste o arroz (Oriza sativa L.)

Imediatamente chamam a atenção os dois valores negativos das diferenças de extração das plantas em relação às provas em branco, os quais indicam que, nas amostras de terra natural, sem adubação, houve transferência de fosfato (P_2O_5) da planta para o solo. Já, ao receberem adubação fosfatada, as plantas de arroz absorveram fósforo dos três tipos de solos.

Outros pontos importantes no quadro analisado são, sem dúvida alguma, as diferenças observadas tanto entre os extratores para cada tipo de solo, como entre os solos para cada extrator.

Segundo os autores do trabalho, as diferenças entre extratores está principalmente nas formas dos fosfatos dissolvidos por cada um.

Para eles a água destilada remove os íons $H_2PO_4^-$; a solução de ácido acético além dos íons $H_2PO_4^-$ pode solubilizar os fosfatos di-cálcico ($CaHPO_4$) e uma fração do tricálcico ($Ca_3(PO_4)_2$); a solução de Ácido Sulfúrico 0,05N dissolve os íons $H_2PO_4^-$ e todo o fosfato nas formas di e tricálcica; a solução 0,025N de fluoreto de amônio e 0,05N de ácido sulfúrico além das formas de fosfato extraídas pela solução exclusivamente de ácido sulfúrico 0,05N, solubiliza ainda uma parte daquele anion, que está fracamente adsorvido aos óxidos de ferro e alumínio e, por fim, afirmam que a solução 0,25N de ácido oxálico e 0,75N de oxalato de potássio, além das formas solubilizadas pelas soluções anteriores, solubiliza uma grande parte do fósforo que está intimamente ligada ao ferro e alumínio e uma grande parte do fósforo orgânico.

Em estudos da composição química de alguns solos do Estado de São Paulo, VERDADE (1960), comparando os teores de fósforo total, solúvel em H_2SO_4 0,05N e na solução 0,25N de $(COOH)_2$ e 0,75N $(COOK)_2$, verificou que, o fósforo total encontra-se uniformemente distribuído no perfil dos solos, com pequeno acúmulo na superfície e que, o fósforo solúvel em ambos os extratores decresce em profundidade, e o oxalato acompanha melhor que o H_2SO_4 0,05N a sequência do teor total.

CATANI e NAKAMURA (1971), estudando a extração do fósforo nativo e do adicionado ao solo com quatro soluções extratoras em quatro Grandes Grupos de Solos do Estado de São Paulo, concluíram que a extração do ânion fosfato nativo e do adicionado ao solo decresceu pronunciadamente quando a relação peso da amostra: volume da solução extratora variou de 5:100 para 20:100, e que variaram também com os valores de pH e os teores de sesquióxidos dos solos.

BRAGA e DEFELIPO (1972.a.) realizando um trabalho em solo Latossolo Vermelho Escuro, sob vegetação de cerrado, do Triângulo Mineiro, com o objetivo de escolher extratores de fósforo disponível, baseado nas relações entre os teores de fósforo disponível e os teores das frações inorgâ-

nicas do elemento, encontraram que a forma de fósforo disponível, obtida com os extratores Bray nº 1 (NH_4F 0,03N + HCl 0,025N) e Bray nº 2 (NH_4F 0,03N + HCl 0,1N) correlacionaram com a forma inorgânica P-Fe, enquanto o extrator de Norte Carolina (H_2SO_4 0,025N + HCl 0,05N) correlacionou com a forma P-Al.

Os mesmos autores (1972.b.), trabalhando com o mesmo solo e extratores, agora em estufa usando o painço (Setaria italica Beauw) como planta teste, verificaram que, correlacionaram com os teores do fósforo disponível obtidos, os valores do crescimento do painço com extrator Norte Carolina, enquanto que, o fósforo absorvido correlacionou com os teores de fósforo disponível quando se usou os extratores de Bray 1 e o Olsen ($0,5 \text{ M NaHCO}_3$).

MEIRA e SÃ JÚNIOR et alii (1974), avaliando cinco métodos de análises química para fósforo disponível do horizonte superficial de onze unidades de solos da "Zona Litoral-Mata" de Pernambuco, pelo estabelecimento das associações de utilização do fósforo pela planta indicadora (Milho) em casa de vegetação e da disponibilidade de fósforo pelos extratores ($0,05\text{N HCl} + 0,025\text{N H}_2\text{SO}_4$: método de Mehlich; $0,03\text{N NH}_4\text{F}$ em $0,025\text{N HCl}$: método de Bray nº 1; $0,03\text{N NH}_4\text{F}$ em $0,1\text{N HCl}$: método de Bray nº 2; $0,5\text{M NaHCO}_3$: método de Olsen e $0,5\text{N HCl}$: método do Hawaii), evidenciaram estatisticamente, correlação positiva, significativa ao nível de 5% para a solução extratora do método de Hawaii.

BITTENCOURT et alii (1977), determinando o P disponível para cana-de-açúcar em solos tropicais extraído com H_2SO_4 $0,5\text{N}$, concluíram que o P disponível para solos com cana-de-açúcar podem ser caracterizado com relativo sucesso pelo uso da solução extratora. Maiores teores do elemento foram dissolvidos com H_2SO_4 $0,5\text{N}$ do que com H_2SO_4 $0,05\text{N}$, resultando numa melhor classificação dos solos pelos teores de P disponível.

No quadro seguinte, adaptado de trabalho de

BITTENCOURT et alii (1977), confrontou-se, os teores de P disponível (ppm) analisados por diferentes extratores, nos 4 Grandes Grupos de solos estudados, as porcentagens de P nas folhas + 3 aos 8 meses de idade e a produção de cana ton/ha, sendo todos os dados verificados em tratamentos que não receberam adubação.

SOLOS	Extratores - ppm de P							%P Folha +3	cana ton/ha
	H ₂ SO ₄ 0,5 N	H ₂ SO ₄ 0,05N	Mehlich	Bray Nº 2	Truog	Olsen	Olsen Modif.		
LR	72	13,7	11,2	47,2	6,3	7,2	37,5	0,18	97
LE	25	3,2	5,0	41,3	2,4	8,4	30,5	0,11	115
LVa	52	7,2	7,4	45,8	1,7	10,0	55,0	0,13	156
PVls	81	19,0	27,0	91,5	13,5	14,4	29,5	0,21	96

Os dados mostrados, juntamente com os teores de P disponível (H₂SO₄ 0,5N) alcançados nos tratamentos com doses crescente de P₂O₅ levaram os autores a estabelecer um teor de 30 ppm de P para uma produção relativa de 90% e que abaixo disto a produção da cana-de-açúcar será limitada.

Devido a dimensão territorial do Brasil e consequentemente suas inúmeras variações de clima e solo, torna-se praticamente impossível a extrapolação de dados culturais como também de extratores químicos para o fósforo dos solos.

No Norte do Estado do Rio de Janeiro, até o momento tem-se utilizado extratores padronizados para outros solos e locais.

Assim sendo, pretende-se com o presente trabalho apresentar dados que, mesmo não sendo definitivos, possi_____bilitem futuros estudos, para se encontrar um extrator de fósforo que realmente traduza a potencialidade dos solos da região.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

Solos

Utilizaram-se amostras de três Grandes Grupos de solos:

- Tabuleiro (TI) - Fazenda Boa Vista de propriedade da Usina Barcelos S/A, município de Campos, Estado do Rio de Janeiro.
- Gley Húmico (GH) - Fazenda Ilha Grande de propriedade da Usina Santo Amaro S/A, município de Campos, Estado do Rio de Janeiro.
- Aluvial (AL) - Fazenda Floresta de propriedade da Usina Barcelos S/A, município de Campos, Estado do Rio de Janeiro.

A identificação dos três Grandes Grupos de solos, baseou-se nos trabalhos da COMISSÃO DE SOLOS (1958) e da FUNDENOR (1971).

O solo denominado de Tabuleiro foi classificado como "Regolatosol Amarelo (Fase tabuleiro)"pela COMISSÃO DE SOLOS (1958) e como "Solos Indiscriminados sobre terrenos de Idade Terciária (Tabuleiro)"pela FUNDENOR (1971).

O Grande Grupo Gley Húmico, FUNDENOR (1971) , foi classificado pela COMISSÃO DE SOLOS (1958) como Hidromórfico, pois a mesma classificou-o apenas ao nível de Sub-Ordem.

Os solos foram amostrados e submetidos a análises químicas (pH, carbono, potássio, cálcio, magnésio e alumínio trocável), seguindo metodologia descrita por CATANI e JACINTHO(1974). A tabela 1 apresenta as principais características químicas e físicas dos solos estudados.

Experimento de campo

Em cada unidade de solo, foi instalado um experimento com cana-de-açúcar, variedade CB 45-3, em delineamento estatístico de blocos ao acaso com 4 tratamentos e 6 repetições.

Os solos, após o devido preparo, foram sulcados na profundidade aproximadamente 25 cm e no espaçamento de 1,40m. As parcelas eram compostas de 7 sulcos de 10 m de comprimento, sendo que os dois sulcos externos de cada lado funcionaram como bordadura. A área total de cada parcela foi de 98 m² e a útil de 42m². Separando as parcelas, no sentido

Tabela 1 : Características químicas e físicas dos solos estudados.

Características	Tabuleiro (TI)	Gley Húmico (GH)	Aluvial (AL)
pH	4,9	5,2	5,0
Carbono %	0,78	1,29	1,03
Potássio (me K ⁺ /100g solo)	0,10	0,20	0,20
Cálcio (me Ca ²⁺ /100g solo)	1,80	7,00	5,70
Magnésio (me Mg ²⁺ /100g solo)	0,90	4,20	3,40
Alumínio (me Al ³⁺ /100g solo)	0,50	0,20	0,20
Fe ₂ O ₃ (g/100g solo)	1,80	1,40	8,10
Al ₂ O ₃ (g/100g solo)	4,81	3,35	24,44
Argila %	9,6	9,1	47,3
Silte %	6,7	7,6	41,2
Areia fina %	36,4	69,9	9,9
Areia Grossa %	47,3	13,4	1,6
Argila Natural %	3,0	2,6	18,1

Os dados de Granulometria, Fe₂O₃ e Al₂O₃ foram extraídos do Boletim 11 da Comissão de Solos. Valores encontrados para os horizontes superficiais de cada solo.

transversal dos sulcos, foram feitos "caminhamentos" de 2 m de largura.

As mudas, com cerca de 10 a 12 meses de idade foram preparadas em toletes de 3 gemas, selecionadas e tratadas com solução de inseticida-fungicida, utilizados rotineiramente pelas usinas.

As adubações utilizadas basearam-se nas doses usualmente empregadas em cada local. A tabela 2 mostra os tratamentos utilizados, doses e formas de aplicação dos fertilizantes, nos três solos.

O plantio constou de 30 toletes de 3 gemas por 10m de sulco, os quais foram cobertos com uma camada de aproximadamente 5 cm de solo. O ciclo da cultura foi de 14 meses, (agosto de 1976 a outubro de 1977).

Efetou-se amostragens de folhas aos 4 e 8 meses de idade, tomando-se os 20 cm centrais, sem a nervura principal da folha + 3 de acordo com GALLO et alii (1962) e amostragens de 8º, 9º e 10º internódio aos 5, 8 e 12 meses, separando-se os 4 cm centrais, cortando-se em 8 seções longitudinais.

Após os devidos preparos, foi analisado o fôforo dos materiais vegetais, seguindo-se o método proposto por SARRUGE e HAAG (1974).

A tabela 3 nos mostra os dados climatológicos em dois locais próximos aos referidos experimentos, (dados fornecidos pela seção de Agroclimatologia da Coordenadoria

Tabela.2 Tratamentos (Doses) de fertilizantes em cada solo estudado.

Tratamentos	TI - kg/ha			GH - kg/ha			AL - kg/ha		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
A	00	00	00	00	00	00	00	00	00
B	90	00	90	90	00	50	90	00	50
C	90	60	90	90	60	50	90	60	50
D	90	120	90	90	120	50	90	120	50

- N, P₂O₅ e K₂O, aplicados nas formas de Sulfato de amônio (20% N), Superfosfato simples (20% P₂O₅) e cloreto de potássio (60% K₂O)

- As doses de N e K₂O tiveram suas aplicações parceladas sendo, 1/3 aplicado no fundo dos sulcos de plantio e 2/3 cerca de 90 dias após o plantio, em cobertura.

Tabela 3 : Dados climatológicos obtidos nos locais de dois experimentos no período de julho de 1976 a outubro de 1977.

Meses	Precipitação em mm	
	Gley Húmico (GH)	Aluvial (AL)
Julho/1976	150,3	92,8
Agosto	91,2	76,5
Setembro	130,0	211,2
Outubro	122,2	134,4
Novembro	98,7	158,4
Dezembro	98,7	178,7
Janeiro/1977	47,8	39,1
Fevereiro	0,0	9,7
Março	15,9	15,5
Abril	227,4	198,1
Maio	58,1	38,4
Junho	21,8	13,4
Julho	7,2	4,8
Agosto	15,8	12,2
Setembro	77,4	78,7
Outubro	41,8	31,7
Total (mm de chuva)	1.204,3	1.293,6
Média Mensal (mm)	75,3	80,8
Temperatura média (°C)	22,8	23,9
Umidade Relativa média %	86	82

Regional Leste do PLANALSUCAR). Para o terceiro local não foi possível a obtenção dos dados. Segundo comunicação pessoal do Eng^o Agr^o Edson Eiti, Gerente Agrícola da Usina Barcelos S/A, na área em questão, as precipitações pluviométricas foram bastante inferiores às das outras duas.

Produção e Análises Tecnológicas

Após o corte dos ensaios, as parcelas foram pesadas e os dados extrapolados para toneladas por hectare.

De cada parcela tomou-se ao acaso, 20 colmos, para as determinações do Pol da cana que, multiplicado pela produtividade (Ton/ha) nos forneceu a quantidade de Pol/ha.

Experimento de Laboratório

Por ocasião das amostragens dos solos, nos locais dos experimentos de campo, para análises químicas, foram separados aproximadamente 2 kg de terra que, após os devidos preparos e análises, foram acondicionados em sacos plásticos que foram usados em experimento de avaliação do fósforo disponível (Tipo Neubauer).

O arroz (Oryza sativa, L.) variedade BATATAIS foi utilizado como planta teste. As sementes utilizadas foram obtidas no Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz".

Em delineamento estatístico de blocos inteiramente casualizados instalou-se, 4 tratamentos (3 solos + 1 areia lavada) com 5 repetições.

Devido as limitações desse método no estudo da extração de fósforo, já salientadas também por CATANI e GARGANTINI (1954), utilizou-se menores quantidades de solo, de acordo com o preconizado por CATANI e BERGAMIN Fº (1961) e procedeu-se a três plantios e colheitas consecutivas, visando-se um esgotamento das reservas de P dos solos.

Para isto, os cristalizadores receberam de início, 25 sementes de arroz e após a germinação, adubação com nitrogênio e potássio na base de 20 kg de N e 20 kg de K_2O /ha. Como fontes dos nutrientes usou-se o sulfato de amônio e o cloreto de potássio.

Dezoito dias após a germinação, colheu-se a parte aérea das plantas. Mais 25 sementes foram plantadas, recebendo novamente a adubação anterior e sendo colhida a parte aérea das plantas dezoito dias após a germinação.

Pela terceira vez foram plantadas 25 sementes de arroz por cristalizador, recebendo a mesma adubação NK. Após o ciclo de 18 dias foram colhidos a parte aérea e as raízes das plantas.

Fracionamento do Fósforo

A determinação das diversas formas de ocorrência do fósforo nos solos, foi feita segundo o preconizado por CATANI e BATAGLIA (1968) com algumas alterações sugeridas por estudos prévios, Os métodos empregados foram os seguintes.

I - Extração I Extração e determinação do

fósforo solúvel em solução normal de $\text{NH}_4 \text{Cl}$, que fornece o fósforo solúvel em água e outras formas fracamente ligadas ao solo. O método empregado seguiu o proposto por CATANI e BATAGLIA (1968).

II - Extração II : Extração e determinação do fósforo solúvel em solução de NH_4F 0,5 N com pH 8,5, que fornece o fósforo ligado ao alumínio.

O método empregado seguiu o proposto por CATANI e BATAGLIA (1968), devendo-se ressaltar a necessidade da adição de 5 ml de ácido bórico 0,8 M para a complexação do fluoreto que impede a formação da cor.

III - Extração III : Extração e determinação do fósforo solúvel em solução de NaOH 0,1 N, que fornece o fósforo ligado ao ferro.

Obtenção da curva padrão

1 - Foram transferidos 0,25; 0,5; 1,0; 3,0; e 4,0 ml de solução 0,001N de KH_2PO_4 (solução padrão), para balões volumétricos de 50 ml.

2 - Adicionou-se 10 ml de solução de NaOH 0,1N sendo neutralizada com solução de H_2SO_4 5 N até descorar a fenolftaleína.

3 - Adicionou-se 10 ml de solução sulfo-bismuto-mclíbdica e 1 ml de ácido ascórbico 3%, agitando-se após cada adição. Completou-se o volume e homogeneizou-se. Foi feita a leitura após 10 minutos da adição do último reativo usando-se o fotocolorímetro Klett Sumerson com filtro de 640-650 milimicrons de comprimento de onda.

Método:

1 - O solo contido no tubo da centrífuga foi tratado após a extração II (fósforo solúvel em solução 0,5 N de NH_4F pH 8,5) por 2 vezes consecutivas, com 25 ml de solução saturada de NaCl, removendo e rejeitando-se o líquido sobrenadante após cada agitação (10 min) seguida de centrifugação (5 min.).

2 - Tratou-se o solo do tubo com 50 ml de solução de Na OH 0,1 N agitando-o durante 3 horas.

3 - A suspensão foi centrifugada durante 15 minutos a 2.500 - 3000 rpm e recentrifugada, quando necessário, separando e conservando-se o sobrenadante.

4 - Procedeu-se a uma segunda extração com solução de NaOH 0,1 N, sendo o solo reservado para a extração IV.

5 - Foram transferidos 10 ml do sobrenadante obtido em 3 ou em 4 para outro tubo de centrífuga, tratados com 1 ml de solução de H_2SO_4 2N gotejando-se a mesma solução de H_2SO_4 até que os colóides orgânicos começassem a precipitar.

6 - A suspensão foi centrifugada durante 5-10 min. até a deposição do material sólido. A marcha analítica daqui por diante dependeu da cor do líquido sobrenadante.

Quando o mesmo não se apresentava muito colorido devido à matéria orgânica, prosseguiu-se conforme item 7 e seguintes. Caso contrário, o líquido era transferido para um copo de 100 ml, reduzindo-se o volume a 5 ml e tratando com 3 ml de HNO_3 mais 9 ml de HCl, deixando secar até

sair fumaça de SO_3 do copo aquecido em chama, retomando-se com 20 ml de solução 0,2 N de H_2SO_4 e prosseguindo conforme item 7 e seguintes.

7 - Quando, após a centrifugação, o líquido, não se apresentou colorido, transferiu-se para balão volumétrico de 50 ml neutralizando com solução de Na OH 5N até virar a fenolftaleína ou início de precipitação. Foram adicionados 10 ml de solução sulfo-bismuto-milíbdica e 1 ml de ácido ascórbico a 3% agitando após adição de cada reativo. Completou-se o volume e homogeneizou-se

8 - Após 10 minutos da adição do último reativo, foi feita a leitura contra uma prova em branco em fotocorímetro Klett Sumerson com filtro de 640-650 milimicrons de comprimento de onda.

9 - Foi calculada a concentração do fósforo em ppm de P no solo através de equação de regressão somando-se os resultados obtidos com as duas extrações com Na OH 0,1N.

IV - Extração IV : Extração e determinação do fósforo solúvel em solução de H_2SO_4 0,5 N que fornece o fósforo ligado ao cálcio.

Obtenção da curva padrão

1 - Foram transferidos 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 ml da solução 0,001 N de $\text{K H}_2\text{PO}_4$ (solução padrão) para balões volumétricos de 50 ml.

2 - Adicionou-se 25 ml de solução de H_2SO_4 0,5N a cada um dos balões neutralizando-se com Na OH 5N em

presença de fenolftaleína.

3 - Foram adicionados 10 ml do reativo sulfobismuto molíbdico, 1 ml de ácido ascórbico a 3% agitando-se após a adição de cada reativo. Completou-se o volume homogeneizando. Foi feita a leitura após 10 minutos da adição do último reativo usando-se o fotocolorímetro Klett Sumerson com filtro de 640-650 milimicrons de comprimento de onda.

Método :

1 - O solo contido no tubo da centrífuga, após a extração III, foi tratado por duas vezes consecutivas, com 25 ml de solução saturada de Na Cl, removendo e rejeitando o líquido sobrenadante após cada agitação (10 minutos) seguida de centrifugação (5 minutos a 2500-3000 rpm).

2 - Adicionou-se ao solo contido no tubo, 50 ml de solução 0,5 N H_2SO_4 , agitando-se durante uma hora (1 h).

3 - A suspensão foi centrifugada durante 5 minutos ou até o líquido sobrenadante ficar claro, isto é, livre de material em suspensão, separando e conservando-se o sobrenadante.

4 - Procedeu-se a uma segunda extração com solução de H_2SO_4 0,5 N reservando-se o solo para a extração V.

5 - Daí em diante procedeu-se como no item 3 da obtenção da curva padrão em IV calculando-se a concentração de fósforo em ppm de P no solo, através da equação de regressão, somando-se os resultados das duas extrações com H_2SO_4 0,5 N.

V - Extração V : Extração e determinação do fósforo ocluído na forma de fosfatos de ferro e alumínio, por ataque energético do material residual, após as extrações anteriores.

Obtenção da curva padrão

1 - Foram transferidas 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 e 3,0 ml de solução 0,001 N de KH_2PO_4 (solução padrão) para balões volumétricos de 50 ml.

2 - Adicionou-se água destilada até volume de 20-30 ml, neutralizando-se com NaOH 5 N em presença de fenolftaleína.

3 - Foram adicionados 10 ml do reativo sulfo bismuto molíbdico, 1 ml de solução de ácido ascórbico a 3%, agitando-se após a adição de cada reativo. Completou-se o volume com água destilada homogeneizando. Fez-se a leitura, contra uma prova em branco, em fotocolorímetro Klett Sumer-son com filtro de 640-650 milimicrons de comprimento de onda.

Método

1 - O solo contido no tubo de centrífuga, após a extração IV, foi transferido para balão Kjeldahl de 100 ml.

2 - Adicionou-se 10 ml de HCl, 3 ml de HNO_3 e 5 ml de H_2SO_4 .

3 - Aqueceu-se em digestor elétrico até o desenvolvimento de fumos brancos, aquecendo-se por mais 5 minutos.

4 - Após esfriar a solução, adicionou-se 20-30 ml de água destilada, agitando e filtrando para balão volumétrico de 100 ml, lavando o Kjeldahl e o filtro. Completou-se o volume depois de frio.

5 - Foi transferida uma alíquota conveniente (5 ml) da solução para balão volumétrico de 50 ml, neutralizando com Na OH 5 N em presença de fenolftaleína procedendo-se como ítem 3 da obtenção da curva padrão em V e calculou-se a concentração em ppm de P no solo através de equações de regressão.

VI - Extração VI - Extração e determinação do fósforo orgânico - O fósforo orgânico foi determinado por diferença entre teor extraído com solução de H_2SO_4 0,5N de amostra de solo submetida à ação da temperatura de 550°C durante uma hora e o teor extraído pela mesma solução de H_2SO_4 0,5 N de amostra de solo sem calcinar.

Método

1 - Foi transferido 1,00g de terra fina seca ao ar e passada em peneira de 1 mm, para uma cápsula de porcelana e queimada a 550°C durante uma hora.

2 - O solo calcinado foi transferido para um tubo de centrífuga de 100 ml, adicionando-se 50 ml de solução de H_2SO_4 0,5N, arrolhando e agitando-se durante 1 hora.

3 - Centrifugou-se a 2000 rpm durante 5 minutos, transferiu-se 10 ml do líquido sobrenadante para balão volumétrico de 50 ml, neutralizando com NaOH 5N em presença de fenolftaleína e procedeu-se conforme ítem 3 de IV (fósforo solúvel em solução 0,5 N de H_2SO_4).

4 - O resto do líquido sobrenadante foi retirado adicionando-se outros 50 ml de solução de H_2SO_4 0,5N e procedeu-se a uma segunda extração, determinando o fósforo pelo método já descrito.

5 - A concentração de fósforo na amostra calcinada foi calculada somando-se os valores obtidos nas duas extrações sucessivas com solução de H_2SO_4 0,5 N.

6 - Numa amostra de 1,00 g de terra fina seca ao ar sem calcinação procedeu-se da mesma forma, transferindo-se, dessa vez, 25 ml do sobrenadante para balão volumétrico de 50 ml.

7 - O teor de fósforo orgânico do solo foi calculado por diferença entre o teor de fósforo orgânico encontrado na amostra calcinada e o teor de fósforo encontrado na amostra sem calcinar.

VII - Extração VII - Extração e determinação do fósforo total.

O procedimento foi o mesmo descrito em V (extração e determinação do fósforo ocluso). A determinação foi feita sobre uma amostra de 0,500 g de terra triturada.

Avaliação do fósforo disponível:

Foram selecionados cinco métodos de avaliação do fósforo disponível dos solos:

- I - Extrator de Mehlich: HCl 0,05N + H₂SO₄ 0,025N
- II - Extrator de Bray nº 2: NH₄F 0,03N em HCl 0,1N
- III - Extrator de Truog: H₂SO₄ 0,05N
- IV - Extrator de Olsen: NaHCO₃ 0,5M pH 8,5 neutralizado com 5,0 ml de H₂SO₄ 5N
- V - Extrator H₂SO₄ 0,5N

Para todos os extratores usou-se a relação solo: Solução extratora igual a 1:20 ou seja, 5,0 g de solo para 100 ml da solução.

O procedimento analítico seguiu o preconizado por CATANI e JACINTHO (1974) variando apenas as alíquotas dos extratos obtidos. Para os extratores: HCl 0,05N + H₂SO₄ 0,025N e H₂SO₄ 0,05N pegou-se alíquota de 40 ml; para o NH₄F 0,03N em HCl 0,1N e o NaHCO₃ 0,5M pH 8,5 pegou-se 20 ml e para o H₂SO₄ 0,5N pegou-se alíquota de 5,0 ml do extrato.

Com o desenvolvimento da cor azul (azul de molibdênio) utilizou-se o fotocolorímetro Klett Sumerson, com filtro de 640-650 milimicrons de comprimento de onda, para a leitura.

5.. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Experimentos de Campo

Os resultados dos experimentos de campo com cana-de-açúcar, expressos em t/ha, nos três Grandes Grupos de solos estudados, mostrados na Tabela 4, ressaltam as diferenças nas produtividades encontradas entre os solos.

Deve-se esclarecer que, embora fossem esperadas, tais diferenças foram acentuadas pela produtividades excessivamente baixa do experimento do solo Tabuleiro(TI) causada pela excasses de chuvas na área e outros fatores pertinentes. O tratamento sem adubo (Testemunha) possivelmente expressa a realidade, enquanto que os demais com nutrientes adicionais, principalmente os que receberam P_2O_5 , não corresponderam

ao previsto e obtidos rotineiramente naquele solo, que seria, aumentos progressivos relacionados com as doses de P_2O_5 aplicadas.

Para os solos Gley Húmico (GH) e Aluvial (AL), notam-se aumentos significativos de produtividade, dos tratamentos sem adubos (Testemunha) para os que receberam nutrientes.

Salienta-se porém que, para estes dois solos, aqueles aumentos foram ditados principalmente pela presença dos nutrientes N e K_2O , sendo que, a presença de P_2O_5 no Solo Gley Húmico (GH) provocou decréscimo da produtividade, enquanto que no Solo Aluvial (AL) causou ligeiros aumentos.

Ao se colocar em confronto os valores médios dos tratamentos, considerando-se as produtividades da cana-de-açúcar (t/ha), os teores foliares (% P nas folhas + 3) aos 4 e 8 meses, os teores nos internódios (% P nos 8º a 10º internódios) aos 5, 8 e 12 meses de idade, para solo Tabuleiro (TI), (Tabela 5), observa-se um comportamento irregular nos resultados das análises efetuadas.

Para a folha + 3 observa-se que, aos 4 meses de idade da cultura, houve um aumento progressivo da % P da parcela sem qualquer fertilizante (Testemunha) para a que recebeu adubação NK e as com N P K com 60 e 120 kg/ha de P_2O_5 respectivamente.

Vale salientar que, este aumento, signi-

ficativo ao nível de 5% de probabilidade não refletiu em aumento de produção e que apenas o tratamento N-P₂O₅ e K₂O = 90-120 e 90 kg/ha respectivamente diferiu da Testemunha, não diferindo dos demais.

Uma situação idêntica foi observada nos teores foliares aos 8 meses sendo que desta feita a diferença mínima entre os tratamentos não foi significativa.

Para as % de P nos internódios (8º a 10º) da cana-de-açúcar pode-se notar que, aos 5 meses, houve um decréscimo no teor do elemento, quando a cultura recebeu a adubação NK, o que vem confirmar o trabalho de BURR (1955) que descreveu o fato afirmando que o fertilizante nitrogenado causava na planta um intenso desenvolvimento vegetativo não acompanhado pelo sistema radicular, daí a dependência da cultura pela disponibilidade do fósforo do solo.

Esta última afirmação também pode ser comprovada quando adicionou-se fósforo às parcelas, os teores absorvidos, ou encontrados nos internódios, tenderam a aumentar novamente.

Este fato além de ser observado neste solo (Tabuleiro, TI) também nas demais épocas de amostragens e análises (8 e 12 meses), o foi ainda nos dois outros solos estudados Gley Húmico (GH) e Aluvial (AL), Tabelas 6 e 7 respectivamente.

Ao se observar em conjunto, as Tabelas 5, 6 e 7, verificou-se que as análises de nenhum dos

tecidos vegetais nas épocas estudadas traduziu a realidade nutricional da cultura, haja visto que, para os 3 solos estudados os teores de fósforo nas fôlhas ou nos internódios não acompanharam o desempenho da cultura, traduzido em forma de produtividade (Ton/ha.).

Ao não se considerar os teores obtidos para fôlhas e internódios, da parcela Testemunha, nota-se que, de modo geral, existe um aumento de teor de P naquelas partes da planta entre os níveis de P_2O_5 aplicados, quais sejam 00; 60; 120 kg/ha, nas parcelas com níveis constantes de N e K_2O .

Nota-se ainda que apenas para o solo Tabuleiro (TI), os teores de fósforo nos tecidos da cana das parcelas que receberam doses de P_2O_5 , conseguiram sobrepujar aos encontrados nas parcelas testemunha. Isto evidencia ainda mais que realmente o nutriente aplicado foi absorvido e que por outros fatores adversos não foi transformado em produção.

5.2. Experimento de laboratório

Os teores médios de fósforo (mg de P), extraídos pelas plantas de arroz (Oryza sativa L.) em experimento de laboratório tipo NEUBAUER modificado, mostrados na Tabela 8 indicam que realmente existem diferenças significativas entre os teores de fósforo dos solos estudados.

Para os teores médios de fósforo (mg de P),

oriundos da soma das 3 extrações, encontrados na parte aérea das plantas, verificou-se que os solos Aluvial (AL) e Gley Húmico (GH) não diferem estatisticamente entre si mas diferem do Tabuleiro (TI).

Para os teores médios de fósforo (mg de P) encontrados na soma dos teores da parte aérea (3 extrações) com os das raízes totais, verificou-se que os valores obtidos para o solo Aluvial (AL) difere estatisticamente dos do solo Gley Húmico (GH) que por sua vez também difere dos valores encontrados para o solo Tabuleiro (TI).

Para fins de comparação, foram colocados na mesma Tabela 8 os resultados das análises dos internódios da cana-de-açúcar, das parcelas Testemunhas dos experimentos de campo das três unidades de solo estudadas.

Pela análise estatística verificou-se que, as porcentagens de P encontradas nos internódios da cana aos 5 e 8 meses de idade, acompanham os resultados encontrados para a soma dos teores foliares mais os das raízes totais do experimento tipo "NEUBAUER" com arroz, ou seja, os valores (% de P) encontrados, diferem os três solos entre si na ordem decrescente do Aluvial para o Gley Húmico e deste para o Tabuleiro.

Os valores percentuais calculados servem para mostrar a ordem decrescente dos teores de fósforo entre os solos, como também evidenciam a maior precisão dos dados obtidos nos internódios da cana em relação aos do arroz.

5.3. Fracionamento do Fósforo

Partindo-se de amostras dos solos coletadas antes das instalações dos experimentos, portanto das terras sem adubação, determinou-se as formas de ocorrência do fósforo nos três Grandes Grupos estudados e os valores encontrados aparecem na Tabela 9.

Inicialmente pode-se notar a diferença existente entre os três solos estudados, para todas as formas de fósforo analisadas, com exceção do fósforo Solúvel em Cloreto de Amônio onde todos os solos apresentaram valores calculados inferiores a 4,41 ppm.

Deve-se salientar a grande diferença entre os solos para os teores de P-Total onde o Tabuleiro (TI) aparece com $136,08 \pm 2,58$ ppm, o Gley Húmico (GH) com $589,28 \pm 11,42$ ppm e o Aluvial (AL) com $985,83 \pm 4,93$ ppm.

Nota-se também a maior quantidade de fósforo na soma dos teores de P-inorgânico + P-orgânico em relação ao P-total extraído diretamente. Isto porque, nas extrações do P-ocluso por ácidos concentrados e do P-ferro por NaOH 0,1N, são extraídos quantidades variáveis de P-orgânico, além do caráter precário imposto pelo cálculo, por diferença, para o P-orgânico (CATANI e BATAGLIA, 1968).

A figura 1 ilustra muito bem as diferenças encontradas para os teores de fósforo nos três Grandes Grupos de Solos estudados, mostrando inclusive que, apenas o P- ligado ao cálcio para o solo de Tabuleiro

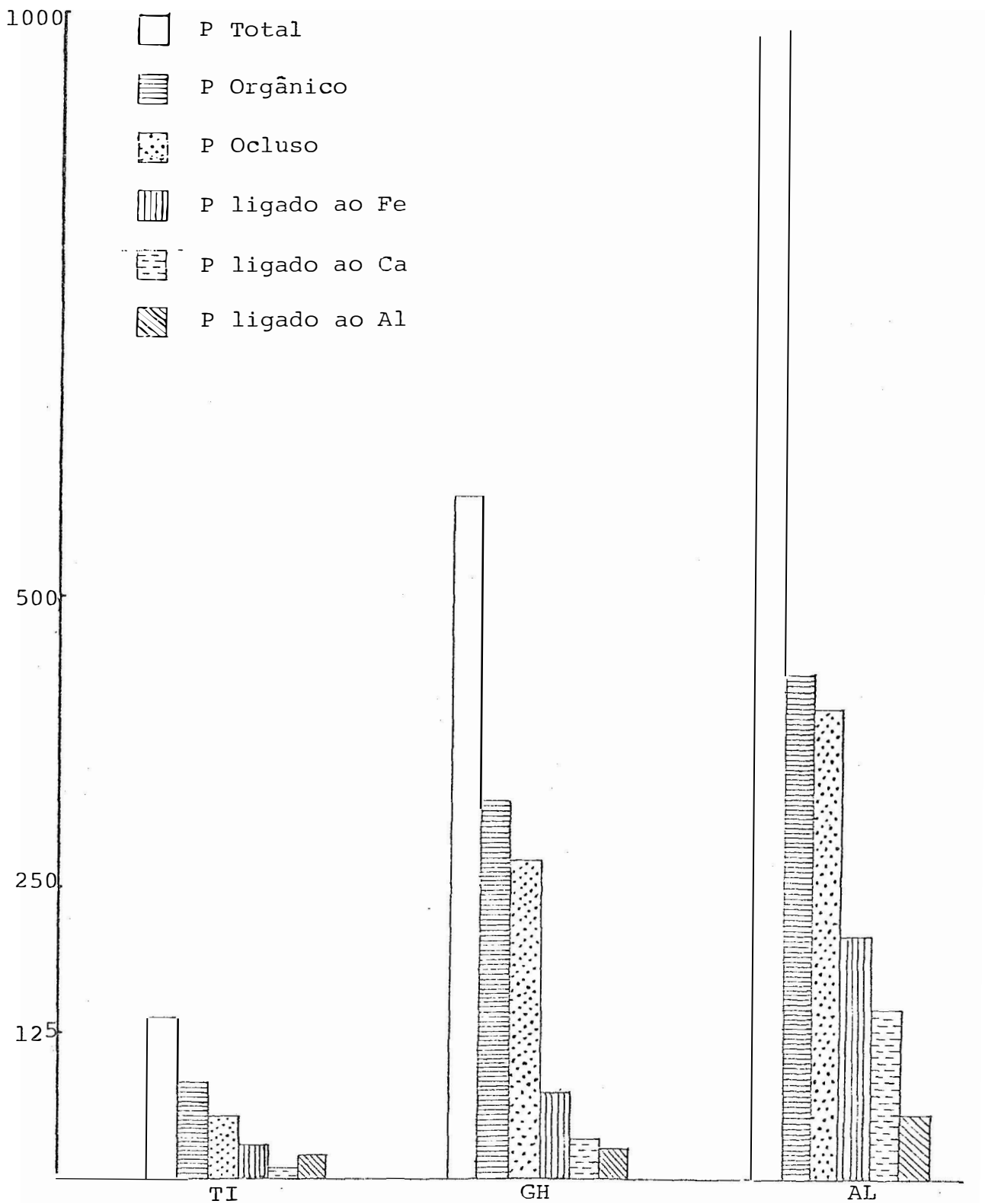


FIGURA 1: Representação gráfica das quantidades (ppm de P) das formas de fósforo encontradas nos três Grandes Grupos de Solos estudados.

divergiu na escala decrescente das formas de fósforo encontradas para cada solo, quando apresentou teor inferior ao encontrado para o P-ligado ao alumínio.

Ao verificarmos as formas de ocorrência do fósforo nos três solos estudados, expressos em percentagens (%) das quantidades (ppm de P), entre eles, Tabela 10, é que se nota realmente as diferenças existentes para os teores de fósforo entre os solos.

Alguns pontos principais nos chamam a atenção, principalmente quando verificarmos que o teor de P-total no solo Tabuleiro equivale a apenas 13,80% do existente no Aluvial, enquanto que o do Gley Húmico equivale a 59,77%. Relações idênticas são notadas para os teores de P-inorgânico e P-ocluído.

Para o fósforo ligado ao cálcio nota-se um decréscimo percentual muito grande, partindo-se de 100% do Aluvial para 22,24% do Gley Húmico e 7,48% do Tabuleiro.

Verificando-se os dados em percentagens (%) do P-total encontrado, para os três solos estudados, Tabela 11, nota-se que as formas de fósforo predominantes nos três solos são as de fósforo orgânico e fósforo ocluído e as de menor percentual são as de P-cálcio para o Tabuleiro e P-alumínio para o Gley Húmico e Aluvial, excluindo-se evidentemente as formas de fósforo solúveis em NH_4Cl .

A Tabela 11 salienta ainda os elevados percentuais de fósforo existentes nas formas de P-ferro e

P-alumínio no Solo Tabuleiro e P-ferro, principalmente, no Solo Aluvial.

Ao se confrontar, as porcentagens de fósforo foram encontradas nas folhas (+3) e nos internódios (8% a 10%) da cana-de-açúcar das parcelas Testemunhas dos experimentos de campo nos três Grandes Grupos de Solos estudados, com o P-Total e com algumas formas de ocorrência do elemento naqueles solos, e seguindo-se uma linha de raciocínio, baseada nos percentuais dos teores entre os solos, seria de se esperar que os resultados das análises dos tecidos vegetais acompanhassem esses percentuais.

A Tabela 12 mostra que realmente existe uma certa relação, principalmente para as % P encontradas nos internódios aos 5 e 8 meses de idade da cana.

Considerando que, o P-Total apresenta uma relação percentual entre os Solos de 100% para o Aluvial, 59,77% para o Gley Húmico e 13,80% para o Tabuleiro, que as formas P-Cálcio, P-Ferro e P-Alumínio seguem uma distribuição até certo ponto equivalente àquela, e que, a distribuição percentual de fósforo nos internódios da cana-de-açúcar apresenta aos 5 meses de 100% para o Aluvial, 62,56% para o Gley Húmico e 26,54% para o Tabuleiro e, aos 8 meses de 100% para o Aluvial, 79,47% para o Gley Húmico e 25,79%, deduz-se a grosso modo que este é o tecido da cana-de-açúcar mais indicado para um diagnóstico das possibilidades dos solos em fornecer o elemento para a planta.

Pode-se notar, por outro lado que as fô-

lhas (+3) aos 4 e 8 meses e os internódios aos 12 meses de idade da cana, apresentaram teores de fósforo percentuais entre os solos, totalmente incoerentes com os teores nos Solos.

5.4. Avaliação do Fósforo Disponível

Os teores médios de fósforo disponível, avaliados por meio de 5 extratores químicos, nas três unidades de solos estudadas, são apresentados na Table la 13.

Verifica-se que os maiores teores de P-disponível, para os três solos estudados, foram obtidos pelos extratores de Bray nº 2 (NH_4F 0,03N em HCl 0,1N) e pelo H_2SO_4 0,5N, com maior ênfase para es te último.

Ao se determinar os percentuais das quantidades obtidas (ppm de P) entre os solos e compa rã-los com os do P-Total, verificou-se que apenas aqueles dois extratores conseguiram diferenciar os três solos estudados, baseando-se em suas quantidades de P-disponível.

Notou-se ainda que o extrator NH_4F 0,03N em HCl 0,1N conseguiu diferenciar bem o solo Aluvial do Gley Húmico, não sendo muito preciso porém, quando com parou-se o Gley Húmico com o Tabuleiro.

Já o H_2SO_4 0,5N conseguiu manter as quantidades de P-disponível relativamente equivalente à encontrada para o P-Total entre as três unidades de s olo.

A figura 2 ilustra graficamente a comparação entre o P-Total e o P-disponível pelos 5 extratores utilizados, considerando-se os percentuais das quantidades (ppm de P) entre os solos estudados, mostrando que realmente com o uso do extrator H_2SO_4 0,5N conseguiu-se uma certa equivalência entre ãquelas duas formas de fósforo nos três Grandes Grupos de solos estudados

5.5. Observações gerais

a - Para os solos estudados notaram-se evidentes aumentos de produtividades da cana-de-açúcar do solo Tabuleiro para o Gley Húmico e para o Aluvial.

a.1- Para os solos Gley Húmico e Aluvial observaram-se aumentos significativos de produtividades, dos tratamentos sem adubos (Testemunha) para os que reberam nutrientes, principalmente nitrogenados e potássicos.

a.2- Em relação ao nutriente fosfatado, este provocou decréscimos não significativos, nas produtividades da cana para os solos Tabuleiro e Gley Húmico, enquanto que no solo Aluvial causou ligeiros aumentos.

a.3- As análises dos tecidos vegetais da ca

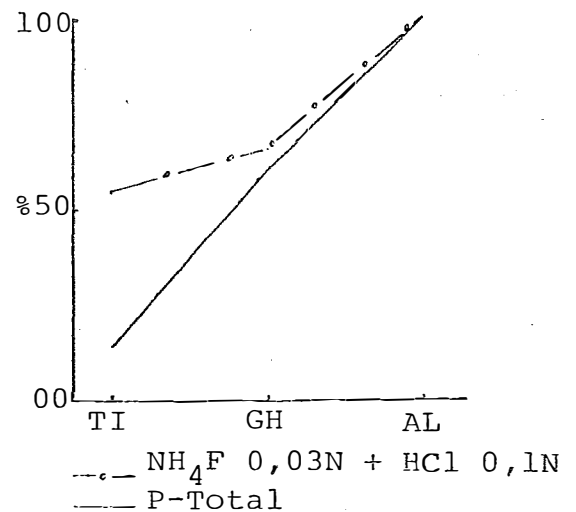
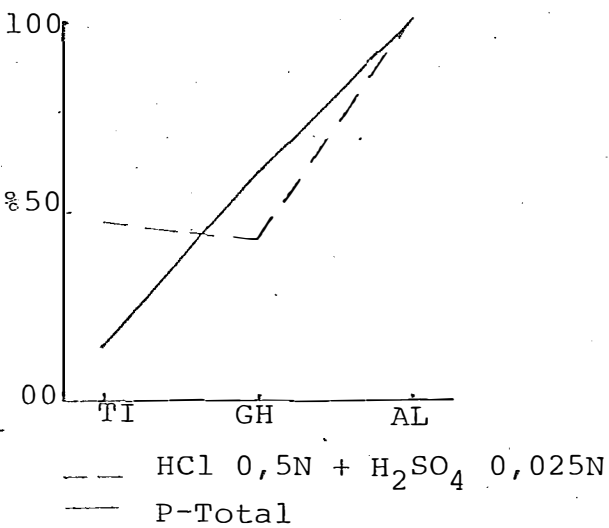
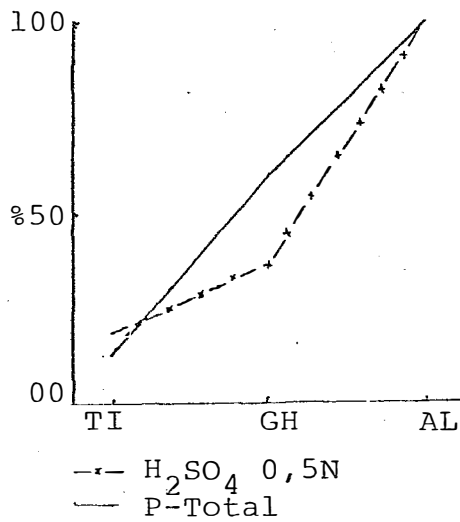
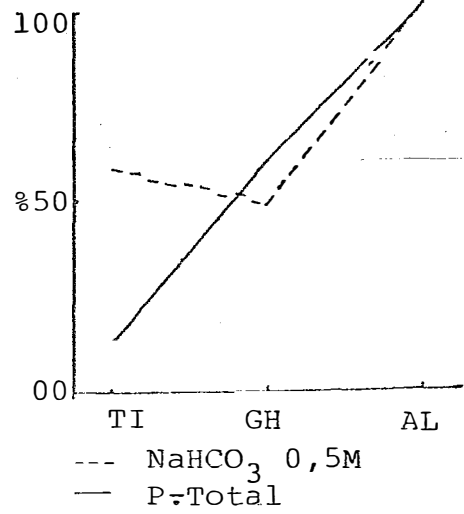
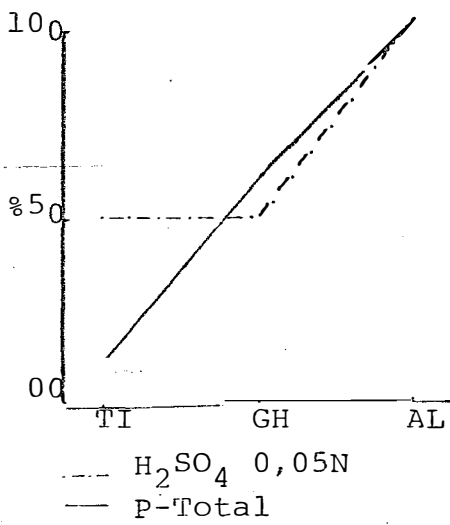


FIGURA 2: Representação gráfica da comparação entre o P-total e o P-disponível pelos 5 extratores utilizados, considerando-se os percentuais das quantidades (ppm de P) entre os solos estudados.

na-de-açúcar do experimento do solo Tabuleiro, mostraram que realmente houve uma maior absorção do elemento fósforo pela cultura, quando se adicionou P_2O_5 ao solo.

Estes aumentos dos teores foram notados nas fôlhas (+3) aos 4 e 8 meses e nos internódios aos 5, 8 e 12 meses de idade da cultura.

Tendo como causa mais provável de baixa produtividade da cana neste solo, a baixa pluviosidade na área e tendo-se que, os maiores teores de fósforo nos tecidos vegetais não refletiram em aumento de produtividade conclui-se que se deve prosseguir com as pesquisas e experimentações naquele solo para confirmação dos resultados.

a.4- Notou-se um decréscimo dos teores de fósforo nas fôlhas e internódios com a adição de fertilizante nitrogenados e potássicos, principalmente nos solos Gley Húmico e Aluvial.

b - O experimento de laboratório tipo "Neubauer", da maneira que foi desenvolvido, mostrou que realmente existem diferenças significativas entre os teores de fósforo dos solos estudados.

Da mesma forma, as porcentagens de P encontradas nos internódios (8% a 10%) da cana-de-açúcar aos 5 e 8 meses de idade nas parcelas testemunhas, diferenciam os três solos.

c - O fracionamento das formas de fósforo dos solos evidenciou a diferença entre os três solos estudados.

c.1- Para P-total foram encontrados os valores de $136,08 \pm 2,58$ ppm para o Tabuleiro, $589,28 \pm 11,42$ para o Gley Húmico e $985,83 \pm 4,93$ ppm para o Aluvial.

Considerando-se como 100% a quantidade de P-total encontrada para o solo Aluvial, temos para o Gley Húmico 59,77% e para o Tabuleiro 13,80%.

c.2- Para o P-ligado ao cálcio verificou-se um decréscimo percentual acentuado, partindo-se de 100% do Aluvial ($140,28 \pm 5,80$ ppm) para 22,24% do Gley Húmico ($31,20 \pm 0,57$ ppm) e 7,48% ($10,50 \pm 1,20$ ppm) do Tabuleiro.

Este fato, aliado ao de que as percentagens de P-Ca relativas ao P-total para cada solo são, 14,23% para o Aluvial, 5,29% para o Gley Húmico e 7,72% para o Tabuleiro, mostram que realmente deverá existir diferenças entre os teores de fósforo absorvido pelo vegetal e, teoricamente, conseqüentes diferenças na produtividade.

d - Considerando-se que a distribuição percentual de fósforo nos internódios da cana-de-açúcar apresentou aos 5 meses de idade, 100% para o Aluvial, 62,56% para o Gley Húmico e 26,54% para o Tabuleiro, conclui-se, dependendo evidentemente de mais estudos, que estes são, o tecido e a época, mais indicados para o diagnóstico das possibilidades destes solos em fornecer fósforo para a planta.

e - Dos cinco extratores de fósforo disponi

vel dos solos estudados, os que melhor acompanharam as escalas de tecres obtidas no fracionamento e nas análises dos internódios da cana aos 5 meses, foram os de Bray nº 2 (NH_4F 0,03N em HCl 0,1N) e o H_2SO_4 0,5N com maior eficiência para este último.

e.1- O extrator H_2SO_4 0,5N apresentou entre os três solos estudados um percentual da ordem de 100% de P-disponível para o Aluvial, 36,36% para o Gley Húmico e 18,18% para o Tabuleiro.

6 - CONCLUSÕES

Os dados obtidos nas condições do trabalho, após as análises e discussões permitiram as seguintes conclusões:

- O fracionamento das formas de fósforo dos três solos evidenciou a diferença entre eles, pois todas as formas obtidas seguem a ordem decrescente das quantidades do Aluvial para o Gley Húmico e para o Tabuleiro.

- Os internódios (8º a 10º) e os 5 meses de idade são, a parte da planta e a época, mais indicadas para a diagnose do fósforo na cana-de-açúcar.

- O extrator que melhor refletiu a disponibilidade de fósforo nos solos estudados foi o H_2SO_4 0,5 N.

7. SUMMARY

This work was done in order to reach some aims such as to try to estimate the phosphorus disposibility to the sugar-cane in the three most representative kinds of soils of the culture in the North region of the Rio de Janeiro State. At the same it was tried to settle a chemical method to measure this disposibility.

The Great Groups of soils "Tabuleiro" type, "Gley Húmico" and "Aluvial", were used in sugar basin-agro industrial areas of Campos, Rio de Janeiro State.

In each unit of soil it was installed a field experiment with the sugar-cane variety CB 45-3 in statistical block limit at random with 4 treatments and 6 repetitions.

Four and eight months old samples of leaves were taken at central 20cm, without the main nervure of the leaf + 3 and also the 8th, 9th and 10th internodes at 5,8,12 months, disconnecting the 4 central cm, cutting in 8 longitudinal sections.

A laboratory experiment, as modified "Neubauer", was performed with samples of soils, without any previous fertilization, using rice (Oryza Sativa L.) as test plant.

It was also made the phosphorus fragmentation in the studied soils, determining the several forms of the element, including the evaluation of the disposable phosphorus by means of five chemical extractors.

The studied soils present percentual values of Phosphorus Total among themselves, ranking from 100% for the "Aluvial", 59,77% for "Gley Húmico" and 13,80% for the "Tabuleiro" type.

The sugar-cane internodes (8th to 10th) of the parcels which prove experiments in the field at five months old, present percentual values of Phosphorus, among themselves: 100% to the "Aluvial", 62,56% to the "Gley Húmico" and 26,54% to the "Tabuleiro" type.

The chemical extractor which better identified with these percentual distributions was H_2SO_4 0,5N with 100% of P-available for the "Aluvial" Soil, 36,36% for "Gley Húmico" and 18,18% for the "Tabuleiro" type.

8 - LITERATURA CITADA

- AHMED, B. e A. ISLAM, 1975. Extractable Phosphate in relation to the forms of phosphate fractions in some humid tropical soils. Trop. Agric. (Trinidad), 52 (2) : 113-118.

- BAHIA Fº, A. F. C., 1974. Fósforo em Latossolo do Estado de Minas Gerais : Intensidade, Capacidade Tampão e Quantidade de Fósforo, Fósforo "Disponível" e Crescimento Vegetal. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 69 p. (Tese de "Magister Scientiae").

- BAHIA Fº, A. F. C. e J. M. BRAGA, 1975. Fósforo em Latossolo do Estado de Minas Gerais : II. Quantidade de Fósforo e Fósforo "Disponível". Rev. Ceres, 22 (119) : 50-61.

- BAKEIT SAID, M., 1975. Distribution of phosphorus in the Sudan Gezira Soils. Trop. Agric.(Trinidad), 52 (3) : 269-274.

- BALERDI, F. ; L. MULLER e H. W. FASBENDER, 1968. Estudio del fósforo en Suelos de América Central. III. Comparación de cinco métodos químicos de análisis de Fósforo Disponible. Costa Rica, Turrialba : 18 (4) : 348-360.

- BITTENCOURT, V. C.; J. ORLANDO Fº e E. ZAMBELLO JUNIOR, 1978. Determination of Available P for Sugarcane in tropical soils by extraction with H_2SO_4 0,5N. Intern. Soc. of Sugar Cane Techn. Proc. XVI Congress. Sept., 1977. São Paulo, Brazil. Vol. 2 : 1.175-1.186.

- BRAGA, J. M. e B. V. DEFELIPO, 1972 a. Relações entre formas de fósforo inorgânico, fósforo disponível e material vegetal em solos sob vegetação de cerrado : I. trabalhos de laboratório. Rev. Ceres, 19 (102) : 124-136.

- BRAGA, J. M. e B. V. DEFELIPO, 1972 b. Relações entre formas de fósforo disponível e material vegetal em solos sob vegetação de cerrado. : II. Trabalhos em estufa. Rev. Ceres, 19 (104) : 248-260.
- BRAY, R. H., 1944. Soil plant relations : I. the Quantitative relation of exchangeable potassium crop yields and to crop response to potash additions Soil Sci., Baltimore, 58 (4) : 305-24.
- BURR, G. O., 1955. Plant analysis as Indexes of Nutrient Availability and Adequacy. Hawaiian Planters' Record. 55 (1) : 103-112.
- CABALA ROSAND, P. e H. W. FASBENDER, 1970. Formas del Fósforo em Suelos de la region cacaotera de Bahia, Brasil. Costa Rica, Turrialba, 20 (4) : 439-444.
- CABALA ROSAND, P., 1972. A Disponibilidade do Fósforo e o uso de Extratores Químicos no Brasil. VII. Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo. Salvador, Bahia, Brasil (Mimeag), 47 pp.
- CATANI, R. A. e H. GARGANTINI, 1954. Extração do Fósforo do Solo pelo Método de NEUBAUER e por Métodos Químicos. Bragantia, 13 (4) : 55-62.

- CATANI, R. A., J. R. GALLO e H GARGANTINI, 1955. Amostragem de Solo, Método de Análise, Interpretação e Indicações Gerais para fins de Fertilidade. Boletim nº 69 do Instituto Agronômico, Campinas, São Paulo, Brasil.

- CATANI, R. A. e H. BERGAMIN FILHO, 1959. A Fixação do Fósforo pela Terra Roxa Misturada, estudada pelo Método "NEUBAUER" e com o auxílio do Fósforo Radioativo P32. Rev. Agricultura : 161-172.

- CATANI, R. A. e D. PELLEGRINO, 1960. Avaliação da Capacidade de Fixação do Fósforo pelo Solo. Anais da E.S.A. "LUIZ DE QUEIRÓZ". 17 : 19-28.

- CATANI, R. A. e H. BERGAMIN FILHO, 1961. Sobre uma Modificação no Método de NEUBAUER. Anais da E.S.A. "LUIZ DE QUEIRÓZ". 18 : 287-300.

- CATANI R. A. e N. A. da GLÓRIA, 1961. A Disponibilidade do Fósforo de diversos Fosfatos estudada por meio do Método de "NEUBAUER". Anais da E.S.A. "LUIZ DE QUEIRÓZ". 18 : 193-204.

- CATANI, R. A. e O. C. BATAGLIA, 1968. Formas de ocorrência do Fósforo no solo Latossólico Roxo. Anais da E.S.A. "LUIZ DE QUEIRÓZ". 25 : 99-119.

- CATANI, R. A. e P. N. NAKAMURA, 1971. Extração do Fósforo Nativo e do adicionado ao Solo com várias soluções. Anais da E.S.A. "LUIZ DE QUEIRÓZ" . 28 : 297-312.
- CATANI, R. A. e A. O. JACINTHO, 1974. Avaliação da Fertilidade do Solo - Métodos de Análise. Ed. Ceres - São Paulo, 61 p.
- CAVALCANTI, F. J. DE A., 1974. Alguns aspectos da Fixação do Fósforo por Solos da Região de Piracicaba. Dissertação de Mestrado, E.S.A. "LUIZ DE QUEIRÓZ", Piracicaba, São Paulo, 62 p.
- CHANG, S. C. e M. L. JACKSON, 1957. Fractionation of Soil Phosphorus. Soil Sci. 84 : 133-144.
- CHANG, S. C. e M. L. JACKSON, 1958. Soil Phosphorus Fractions in some representative soils. Journal of Soil Science. 9 (1) : 109-119.
- CHO, C. M. e A. C. CALDWELL, 1959. Forms of Phosphorus and Fixation in Soils. Soil Sci. Soc. of Amer. Proc. 23 (6) : 458-460.
- COMISSÃO DE SOLOS - S. N. P. A., 1958. Levantamento de reconhecimento dos Solos do Estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, Brasil. Boletim nº 11. 351 p.

- COSTA, J. V. B., 1957. Avaliação do "Fósforo assimilável" em Solos Tropicais. GARCIA de ORTA, Lisboa, 5 : 147-151.

- DEAN, L. A., 1938. An Attempted Fractionation of Soil Phosphorus, J. Agri. Sci. 28 : 234-246.

- DUTRA, L. G. e J. M. BRAGA, 1976. Formas de Fósforo em Solos de uma Toposequência de Viçosa, Zona da Mata, Minas Gerais. Revista Ceres, 23 (126) : 99-108.

- DYER, B., 1894. On the Analytical Determination of Probably Available Mineral Plant Food in Soils. J. Chem. Soc. (Trans), 65 : 115-167.

- EKPETE, D. M., 1975. Evolução de Métodos Químicos para a Determinação de Fósforo Disponível em Solos Aluviais. U. S. A., Soil Science, 121 (4) : 217-221.

- ELEIZALDE, B. e A. VAN DIEST, 1971. Disponibilidade de Fósforo em Solos Salinos e Não Salinos. Anales de la Est. Exp. de Aula Dei, Zaragoza, 11 (1-2) : 14-34.

- FASSBENDER, H. W., 1966 (a) Descripción Físico-Química del Sistema Fertilizante Fosfato-Suelo-Planta. Turrialba, Costa Rica, 16 (3) : 237-46.

- FASSBENDER, H. W., 1966 (b). Formas de los Fosfatos em algunos Suelos de la Zona-Oriental de la Meseta Central y de las Llamuras Atlanticas de Costa Rica. Fitotecnia Latino Americana, 3 (1-2) : 187-202.
- FASSBENDER, H. W. e N. DIAZ, 1970. Contenido y Formas de Fósforo de algunos Suelos de la Region Amazônica del Estado de Maranhão, Brasil. Turrialba, 20 (3) : 372-374.
- FERREIRA, M. E., 1973. Estudos sobre a fixação de Fosfatos nos Latossolos Roxo e Vermelho Escuro - Fase arenosa de Jaboticabal. Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal, São Paulo, 165 p.
- FIFE, C. V., 1963. An Evaluation of Ammonium Phluoride as a Selective Extractand for Aluminium - Bound Soil Phosphate .IV. Detaileal Studies on Selected Soils (2). Soil Sci., Baltimore, 96 (2) : 112-20 .
- FISHER, R. e R. P. THOMAZ, 1935. The Determination of Inorganic Phosphorus in Soils. J. Amer Soc. Agron. 27 : 863-873.
- FONSECA, R., A. C. DIAS, A. PINTO, E. PIRES, E. MIRANDA P. CABALA e C. SANTANA, 1968. Correlação dos Teores de Fósforo nos Solos com Respostas de Micro-Parcelas de Milho na Zona Cacaueira da Bahia. Pesq. Agropec. Bras. 3 : 235-242.

- FRAPS, G. S., 1906. Availability of Phosphoric Acid of the Soil. J. Amer. Soc. Agron. 28 : 823-834.

- FUNDAÇÃO NORTE FLUMINENSE DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL-FUNDENOR, 1971. Desenvolvimento Agro-Pecuário da Região Norte Fluminense - Inventário de Solos da Região, Campos, Rio de Janeiro, Vol. 3 . 79 p.

- GALLO, J. R., R. HIROCE e R. ALVARES, 1962. Amostras de cana-de-açúcar para fins de Análise Foliar. Bragantia, 21. (54) : 899-921.

- GHANI, M. O., 1943. Fractionation of Soil Phosphorus : I. India, J. Agri. Sci. 13 : 29-45.

- GOEDERT, W. J. ; J. F. PATELLA e J. F. V. MORAES, 1971. Formas de Fósforo num Planossolo do Rio Grande do Sul e sua disponibilidade para a cultura de arroz irrigado. Pesq. Agropec. Bras. Sér. Agron. 6 : 39-43.

- GONZÁLES. T. R. ; R. PEREZ S. ; A. V. CHIRINOS e C. B. Mc CANTS, 1974. El nível de Matéria Orgânica y el Fósforo disponible de algunos Suelos de los Andes estudiados en invernadero. Maracay, Venezuela. Agronomia Tropical, 24 (4) : 317-334.

- GONZÁLES, T. R. e R. PEREZ S., 1976. Métodos de Análises del Fósforo de Suelos de Yaracuy estudiados com experimentos de campo. Maracay, Venezuela, Agronomia Tropical, 26 (1) : 15-29.

- HAGIN, J. e J. HILLINGER, 1964. Methods for determination of available Phosphorus for Peanuts. 8th Intern. Congress of Soil Science, Bucharest, Romania, (IV) : 5-14.

- JORGE, J. A., 1969. Solo, Manejo e Adubação. São Paulo, Edição Melhoramento. 225 p. (Biblioteca Agronômica Melhoramento).

- JORGE, J. A. e J. VALADARES, 1969. Formas de Fósforo em solos do Estado de São Paulo. Bragantia, 28 (2) : 24-30.

- JORGE, J. A., 1975. Fósforo. In : MONIZ, A. C., (Coord) Elementos de Pedologia. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 459 p.

- LARSEN, J. E., G. F. WARREN e R. LANGSTON, 1958. Studies of Phosphorus Availability in Organic Soils. Soil Sci. Soc. of Amer. Proc., 22 (4) 336-339.

- MALAVOLTA, E., 1976. Manual de Química Agrícola. Nutrição de Plantas e Fertilidade do Solo. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, (1) : 528 p.

- MEIRA e SÁ JUNIOR J. P. ; M. C. SEVERINO DE ARAÚJO; S. J. GALVÃO, A. L. VASCONCELOS e E.S.C. de OLIVEIRA, 1974. Avaliação de Métodos de Análise Química para Fósforo disponível em Solos da "Zona Litoral Mata" de Pernambuco. Pesq. Agropec. Bras. Sér. Agron., 9 : 27-33.

- MEYER, J. H., 1975. Advances in the interpretation of Foliar Analysis of Sugarcane in the South African Sugar Industry. Proc. of the South Afr. Sugar Technologists' Assoc. Jun/Jul : 121-136.

- NANDRA, S. S., 1974. Evaluation of Soil Test Methods for the estimation of Available Phosphorus in some Tanzanian Soils - A Greenhouse Study. East African Agricultural and Forestry Journal, 40 (1) : 24-30.

- OLSEN, S. R. e L. A. DEAN, 1965. Phosphorus. In: Methods of Soil Analysis. Part. 2 : Chemical and Microbiological Properties. Editado por C. A. BLACK e outros . Am. Soc. of Agron., Inc. Madison, Wisconsin, U.S.A. 9 : 1035-1049.

- ORCHARD, E. R. e G. D. DARBY, 1956. Problema de Fertilidade dos Solos Lateríticos. Congr. Int. de Ciência do Solo. Paris, França. In : Fertilité, 1 : 3-8.

- PAINE, H. e HANNA, W. S., 1965. Correlation among Soil Phosphorus fractions, Extractable Phosphorus and Plant content of Phosphorus. J. agric. food chem. Washington, 13 (4) : 322-6.

- PANCORBO, A. M. DE e F. L. CONDE, 1959. Determination y formas del Fósforo en los Suelos de la Provincia de Salamanca. Nota I: Estudio comparativo de doce soluciones extratoras de fósforo "assimilável". Anales de Edafologia y Fisiologia Vegetal. Conselho Superior de Investigaciones Científicas, Madrid (Espanhã), 18 : 81-95.

- PASQUAL, A., 1973. Efeito de doses elevadas de Fósforo na produção do milho (Zea. mays L.) e nas principais formas de ocorrência deste elemento em dois Solos do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Faculd. de Ciência Médicas e Biológicas de Botucatú, São Paulo, 73 p.

- PELLEGRINO, D., 1960. A determinação do Fósforo pelo Método do Ácido Vanadomolibdico. Tese E.S.A. "LUIZ DE QUEIRÓZ". Piracicaba, São Paulo, 58 pp.

- PINTO, R., 1974. Forms of Soil Phosphate and their availability to plants. Trop. Agric. (Trinidad) 51 (2) : 179-188.
- PLANALSUCAR - Programa Nacional de Melhoramento da cana-de-açúcar. Coordenadoria Regional Leste, Campos, Rio de Janeiro. Informação pessoal.
- PRATT, P. F. e M. J. GARBER, 1964. Correlation of Phosphorus availability by Chemical Tests with Inorganic Phosphorus Fractions. Soil Sci. Soc. of Amer. Proc., 28 (1) : 23-26.
- PORTO, R. P., 1972. Disponibilidade de fósforo em solo Ciríaco. Agronomia Sulriograndense, 8 (1) : 69-71.
- SMITH, A. N., 1965. Distinction between Iron and Aluminium Phosphate in CHANG and JACKSON'S procedure for fractionations inorganic Soil Phosphorus. Agrochimica, Pisa, 9 (2) : 162-8.
- SMITH, A. N. 1969. Fractionations of inorganic Phosphorus in soils. The CHANG and JACKSON fractionations procedure: Its limitation and uses. Agri Digest, Bélgica, 17 : 10-19.

- SUSUKI, A ; K. LAWTON e E. C. DOLL, 1963. Phosphorus uptake and soil tests as related to forms of Phosphorus in some Michigan Soils. Soil Sci. of Amer. Proc., 27 (4) : 401-403.

- TAFUR, T. V., 1969. Fraccionamento del fósforo em algunos suelos del Valle del Sinu - Córdoba. Rev. Instituto Colombiano Agropecuario. 4 (2) : 59-71.

- TRIPHATI, B. R. ; H. L. S. TANDON e E. H. TYNER, 1970. Native inorganic phosphorus forms and their relation to some chemical indices of Phosphate Availability for soils of Agra district, India. U.S. A., Soil Science, 109 (2) : 93-101.

- TRUOG, E., 1930. The Determination of the readily Available Phosphorus of soils - Journal of the Amer. Soc. of Agron., 22 (1) : 874-882.

- VERDADE, F. C., 1960. Composição Química de alguns solos do Estado de São Paulo. II - Fósforo e Manganês. Bragantia, 19 (35) : 567-577.

- WEAVER, R M. ; R. H. FOX e M. DROSDOFF, 1975. Inorganic and Organic Phosphorus occurrence in some highly Weathered Soils of Puerto Rico. Trop. Agric. (Trinidad), 52 (2) . 119-130.

- WILLIAMS, R., 1937. The solubility of soil Phosphorus and other Phosphorus compounds in Sodium Hydroxide Solution. J. Agri. Sci. 27 : 260-270.

- WILLIAMS, C. H., 1950. Studies on soil Phosphorus : I. J. Agri. Sci. 40 : 233-242.

TABELAS DE RESULTADOS

TABELA 4 Resultados dos experimentos de campo com cana-de-açúcar, variedade CB 45-3, nos três grandes grupos de solos estudados. Dados médios em t / ha.

N	TRATAMENTOS		SOLOS - t / ha		
	P ₂ O ₅	K ₂ O ⁽¹⁾	Tabuleiro (TI)	Gley Húmico (GH)	Aluvial (AL)
00	00	00	36,53	50,32	78,37
90	00	50	37,06	68,96	105,91
90	60	50	30,63	61,47	111,73
90	120	50	35,32	68,57	107,53
F			2,30 NS	6,57**	11,25**
D. M. S. (Tukey a 5%)			--	15,63**	18,48
C. V. (%)			15,7	9,4	11,0

** - Valor F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

NS - Não significativo

(1) - As quantidades (kg/ha) de K₂O utilizadas no experimento de solo tabuleiro foram: 00; 90; 90; 90

TABELA 5

Produtividade da cana-de-açúcar (t/ha), teores foliares (% P na folha + 3) e teores (% P) nos internódios (8 e a 10) em diferentes épocas de amostragens, do experimento de campo no solo Tabuleiro (T I). Valores médios de 6 repetições.

TRATAMENTOS	SOLO Tabuleiro (T I)									
	kg / ha		Cana t / ha	Folhas + 3 - (% P)			8 e, 9 e 10 Internódios (% P)			12 meses
	P ₂ O ₅	K ₂ O		4 meses	8 meses	5 meses	8 meses	12 meses		
00	00	00	38,53	0,202	0,1545	0,056	0,049	0,029		
90	00	90	37,06	0,205	0,1810	0,049	0,050	0,032		
90	60	90	30,63	0,222	0,1883	0,071	0,051	0,036		
90	120	90	35,32	0,239	0,1968	0,070	0,058	0,031		
F			2,30 NS	3,38*	3,10	2,16	0,58	2,35		
D. M. S. (Tukey a 5%)			-	0,036		-				
C. V. (%)			15,7	9,9	14,1	28,9	24,8	15,0		

TABELA 6 Produtividade da cana-de-açúcar (t/ha), tecres foliares (% P nas folhas + 3) e teores (% P) nos internódios (89 a 109) em diferentes épocas de amostragens, do experimento de campo no solo Gley Húmico (G H). Valores médios de 6 repetições.

TRATAMENTOS	kg / ha		t cana/ha	SOLO		Gley Húmico		(GH)		
	N	P ₂ O ₅		Folha + 3 (% P)		89, 99 e 109 Internódios (% P)				
				4 meses	8 meses	5 meses	8 meses	12 meses		
00	00	00	50,32	0,240	0,132	0,132	0,151	0,132	0,151	0,133
90	00	50	68,96	0,213	0,132	0,070	0,097	0,097	0,097	0,092
90	60	50	61,47	0,235	0,127	0,095	0,122	0,095	0,122	0,122
90	120	50	68,57	0,235	0,130	0,108	0,108	0,108	0,108	0,112
F			6,57**	1,84	0,13	8,70**	2,31	2,31	2,31	2,52
D. M. S. (Tukey a 5 %)			16,63	-	-	0,036	-	-	-	-
C. V. (%)			9,4	9,5	11,6	21,2	31,5	31,5	31,5	23,6

TABELA 7 Produtividade da cana-de-açúcar (t/ha), teores foliares (% P nas folhas + 3) e teores (% P) nos internódios (8º a 10º) em diferentes épocas de amostragens, do experimento de campo no solo Aluvial (AL). Valores médios de 6 repetições.

TRATAMENTOS	SOLO - Aluvial (AL)								
	Cana t/ha	Folhas + 3 (% P) 4 meses	8º, 9º e 10º Internódios (% P) 5 meses	8 meses	12 meses				
N	kg / ha	P ₂ O ₅	K ₂ O						
00	00	00	00	78,37	0,225	0,187	0,211	0,190	0,130
90	00	00	50	105,91	0,204	0,155	0,093	0,120	0,124
90	60	60	50	111,73	0,222	0,150	0,102	0,127	0,097
90	120	120	50	107,53	0,202	0,164	0,111	0,156	0,110
F				11,25**	3,25	12,12**	28,15**	7,22**	4,19*
D. M. S. (Tukey a 5%)				18,48	-	0,019	0,042	0,049	0,029
C. V. (%)				11,00	7,57	6,98	19,69	19,75	15,23

TABELA 8 Teores médios de fósforos, extraídos pelas plantas de arroz (Oryza sativa L.), variedade Batatais e pela cana-de-açúcar (Saccharum spp) variedade CB 45-3, nas parcelas testemunhas das 3 unidades de solo estudadas.

S O L O S	E X T R A T O S B I O L Ó G I C O S							
	Arroz - NEUBAUER			Interródios da Cana-de-Açúcar (1)				
	mg P (*)	%	mg P (**)	%	% P 5 meses	% P 8 meses		
Tabuleiro (TI)	4,32	87,80	5,59	38,59	0,056	26,54	0,049	25,79
Gley Húmico (GH)	4,73	96,14	5,86	92,87	0,132	62,56	0,151	79,47
Aluvial (AL)	4,92	100	6,31	100	0,211	100	0,190	100
F	14,73**		32,88		75,24**		39,22**	
D. M. S. (Tukey a 5%)	0,31		0,25		0,018		0,023	
C. V. (%)	3,7		2,2		16,25		19,14	

(*) - Teores médios de fósforo, criundos da soma de 3 extrações, encontrados na parte aérea das plantas de arroz do experimento tipo "NEUBAUER" modificado.

(**) - Teores médios de fósforo, encontrados na soma dos teores da parte aérea (3 extrações) com os das raízes totais das plantas de arroz do experimento tipo "NEUBAUER" modificado.

(1) - Amostras originárias das parcelas sem adubação (Testemunhas), dos experimentos de campo.

TABELA 9

Formas de ocorrência do fósforo em três solos da região canavieira do Estado do Rio de Janeiro.
 Dados médios de quatro repetições calculadas em ppm de P.

S O L O S	P-Sol. em NH ₄ Cl	FORMAS DE FÓSFORO (ppm de P.)						P - Inorg. +	
		P - Al	P - Fe	P - Ca	P-Ocluso	P - Inorg.	P - Org.	P - Total	P - Org.
TABULEIRO (TI)	Tr.* 19,30 ^{+1,32}	29,15 ^{+2,68}	10,50 ^{+1,20}	51,80 ^{+3,68}	110,75	78,75 ^{+1,99}	136,08 ^{+2,58}	189,50	
GLEU HÚMICO (GH)	Tr.* 25,48 ^{+2,54}	76,60 ^{+1,40}	31,20 ^{+0,57}	275,40 ^{+9,49}	408,68	325,70 ^{+1,11}	589,28 ^{+11,42}	734,38	
ALUVIAL (AL)	Tr.* 54,05 ^{+1,14}	206,58 ^{+4,79}	140,28 ^{+5,80}	402,50 ^{+5,36}	802,41	430,55 ^{+2,82}	985,83 ^{+4,93}	1.232,96	

* Tr. (TRAÇO) Significa valores inferiores a 4,41 ppm de P.

TABELA 10 Formas de ocorrência do fósforo em três solos da região canavieira do Estado do Rio de Janeiro. Dados em percentagem (%) das quantidades (ppm de P) entre os solos estudados.

S O L O S	FORMAS DE FÓSFORO (%)							
	P - Al	P - Fe	P - Ca	P-Ocluso	P-Inorg	P - Org	P-Total	P-Inorg + P-Org.
TABULEIRO (TI)	35,71	14,11	7,48	12,90	13,80	18,29	13,80	15,37
GLECY HÚMICO (GH)	47,14	37,08	22,24	68,59	50,93	75,65	59,77	59,56
ALUVIAL (AL)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

TABELA 11 Formas de ocorrência do fósforo em três solos da região canavieira do Estado do Rio de Janeiro. Dados em percentagem (%) em relação ao P - total.

S O L O S	Formas de Fósforo - % do P - Total					
	P-sol. em NH ₄ Cl	P - Al	P - Fe	P - Ca	P-Ocluso	P - Org.
Tabuleiro (TI)	≈ 3,24	14,18	21,42	7,72	38,07	57,87
Gley Húmico (GH)	≈ 0,75	4,32	13,00	5,29	46,73	55,27
Aluvial (AL)	≈ 0,45	5,48	20,95	14,23	40,73	43,67

TABELA 12 Teores médios (± de P) nas folhas (+ 3) e nos internódios (9?; 9? e 10?) das parcelas testemunhas dos experimentos de campo com cana-de-açúcar, nos três Grandes Grupos de solos estudados, em 5 épocas de amostragens, em confronto com o P - Total e com algumas formas de ocorrência do elemento naqueles solos.

4 meses	FOLHAS					INTERNÓDIOS					P - TOTAL						
	8 meses	5 meses	8 meses	8 meses	12 meses	P - Ca	P - Fe	P - Al	P - TOTAL								
g	g	g	g	g	g	ppm	g	ppm	g	g	ppm	g					
0,202	89,77	0,155	82,89	0,056	26,54	0,049	25,79	0,029	22,31	10,50 ± 1,20	7,48	29,15 ± 2,68	14,11	19,30 ± 1,32	35,71	136,08 ± 2,58	13,80
0,243	106,67	0,132	70,59	0,132	62,56	0,151	79,47	0,133	102,30	31,20 ± 0,57	22,24	76,60 ± 1,40	37,08	25,48 ± 2,54	47,14	589,28 ± 11,42	59,77
0,225	100	0,187	100	0,211	100	0,190	100	0,130	100	140,28 ± 5,80	100	206,58 ± 4,79	100	140,28 ± 5,80	100	985,83 ± 4,93	107

TABELA 13 : Teores médios de fósforo disponível, avaliados por meio de cinco (5) extratores químicos e fósforo total, nas três (3) unidades de solos estudadas.

EXTRATORES QUÍMICOS	S O L O S					
	Tabuleiro (TI)		Gley Húmico (GH)		Aluvial (AL)	
	ppm P	%	ppm P	%	ppm P	%
H ₂ SO ₄ 0,05 N	7	46,67	7	46,67	15	100
NaHCO ₃ 0,5 M pH 8,5	7	58,33	6	50,00	12	100
HCL 0,05 N + H ₂ SO ₄ 0,025 N	10	47,62	9	42,86	21	100
NH ₄ F 0,03 N + HCL 0,1 N	16	55,17	19	65,52	29	100
H ₂ SO ₄ 0,5 N	14	18,18	28	36,36	77	100
P - TOTAL	136,08 [±] 2,58	13,80	589,28 [±] 11,42	59,77	985,83 [±] 4,93	100