

632

ARMANDO DE LIMA FAGUNDES NETO

PL

DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO EM TRÊS SOLOS
REPRESENTATIVOS DA REGIÃO DE MOSSORÓ-RN

Orientador: Prof. Dr. Maurício de
Oliveira

Monografia apresentada a Escola
Superior de Agricultura de
Mossoró para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

MOSSORÓ

R.G. NORTE - BRASIL

MARÇO - 1994

ARMANDO DE LIMA FAGUNDES NETO

DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO EM TRÊS SOLOS REPRESENTATIVOS DA REGIÃO DE MOSSORÓ-RN

Orientador: Prof. Dr. Maurício de
Oliveira

Monografia apresentada a Escola
Superior de Agricultura de
Mossoró para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.



Cuide bem deste livro,
ele é fundamental para seu conhecimento

MOSSORÓ

R.G. NORTE - BRASIL

MARÇO - 1994

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
BIBLIOTECA ORLANDO TEIXEIRA

Escola Superior de Agricultura de Mossoró
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

M.
631.4
F.151d

BOT - UFRSA Campus Mossoró	
Patrimônio Nº	2033007863
Registro Nº	33.550
Data:	26/06/2023
Chamada Nº	633.4



BIBLIOTECA ORLANDO TEIXEIRA Escola Sup. de Agricultura de Mossoró - RN	
33.550	27/05/96
2850	

Ficha catalográfica preparada pelo setor de catalogação e classificação da biblioteca "Zila Mamede" da UFRN.

Fagundes Neto, Armando de Lima	
Disponibilidade de fósforo em três solos representativos da região de Mossoró / RN / Armando de Lima	
Fagundes Neto. - Mossoró (RN): s.n., 1994. 34p. : il.	
Monografia (bacharelado)-	Escola Superior de Agricultura de Mossoró.
1. Solo - Disponibilidade de fósforo - Mossoró (RN) - Monografia. 2. Fertilidade do Solo - Mossoró (RN) - Monografia. I. Título.	
RN / UF / BCZM	CDU 631.4 (813.22) (043.3)

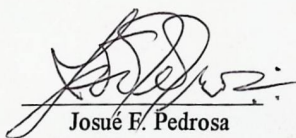
ARMANDO DE LIMA FAGUNDES NETO

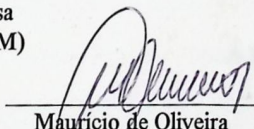
DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO EM TRÊS SOLOS
REPRESENTATIVOS DA REGIÃO DE MOSSORÓ-RN

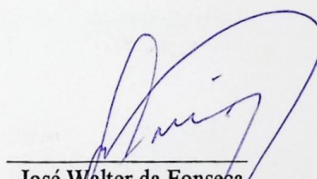
Orientador: Prof. Dr. Maurício de
Oliveira

Monografia apresentada a Escola
Superior de Agricultura de
Mossoró para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

APROVADA EM: ____/____/____


Josué E. Pedrosa
(Prof. Dr. - ESAM)


Maurício de Oliveira
(Prof. Dr. - ESAM)
- Orientador -


José Walter da Fonseca
(Prof. MS. - ESAM)

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Manoel de Oliveira, pela orientação durante todo o trabalho com a qual o mesmo autor não se cansa de agradecer. Agradeço ainda a orientação como professor e constante contribuição de forma relevante na formação de vários dos pesquisadores. Agradeço ainda a todos.

Aos meus pais, Rosângela e Elia. A eles são dedicadas palavras que podem expressar meu agradecimento. Faltam apenas as palavras profundas, curtidas dentro de mim, mas de que devo a eles muito mais do que a todos, dos traços que me formaram a personalidade e de todos, deve a personalidade interior que me forma interiormente todos eles.

Aos meus irmãos, Roberto, Sandro e Ricardo, pelo apoio que me deram durante todo o curso, e pelo carinho e amor sempre com que me receberam, nunca me abandonaram.

Aos meus amigos de 20 anos, especialmente a todos aqueles que me apoiaram. Um agradecimento especial para os meus amigos, especialmente para a minha amiga, Katia Fagundes Garcia, que me ajudou em todos os momentos.

À KATIA FAGUNDES GARCIA

(Em Memória)

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Maurício de Oliveira, pela orientação durante todo o trabalho sem a qual o mesmo não teria sido realizado. Agradeço ainda o exemplo como professor e cientista contribuindo de forma relevante na formação de todos os Engenheiros Agrônomos dessa instituição.

Aos meus pais, Roosevelt e Kátia. A esses não existem palavras que possa expressar meu agradecimento. Existe apenas o sentimento profundo, enraizado dentro de minh'alma de que devo a eles muito além da educação, dos traços que me formam a personalidade e do caráter, devo um patrimônio imenso que me forma inteiro como indivíduo.

Aos meus irmãos, Renato, Sandra e Ricardo pelo apoio que me deram durante todo o curso, e pelo carinho e amor fraterno com que reerguemos nossa maravilhosa família.

Aos meus amigos da 36 que formaram minha segunda casa e minha segunda família. Um agradecimento verdadeiro, pois os momentos que passamos juntos faz parte de um passado que, já saudoso, não me canso de relemburar.

DADOS BIBLIOGRAFICOS DO AUTOR

ARMANDO DE LIMA FAGUNDES NETO, filho de Roosevelt José Meira Garcia e Kátia Fagundes Garcia, nasceu no dia 17 de Junho de 1971, na cidade de Natal, Estado do Rio Grande do Norte.

Cursou o 1º grau no Colégio Salesiano São José e o 2º grau no colégio Maria Auxiliadora, ambos na cidade de Natal. Ingressou na Escola Superior de Agricultura de Mossoró em Março de 1989.

SUMÁRIO

EXTRATO	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODO	6
2.1 Os solos	6
2.2 Os tratamentos	8
2.3 Condução na casa de vegetação	8
2.4 Os extratores químicos	9
2.5 Análises estatísticas e processamento dos dados	9
3. RESULTADO E DISCUSSÃO	11
3.1 Fósforo recuperado pelos extratores	11
3.2 Resposta biológica as doses aplicadas	18
3.3 Correlação entre fósforo recuperado e resposta biológica	21
4. CONCLUSÕES	26
5. RESUMO	27

6. LITERATURA CITADA

28

7. APÊNDICE

32

EXTRATO

FAGUNDES NETO, A.L. Escola Superior de Agricultura de Maracá, março de 1964.

Disponibilidade de flúore em três solos representativos da região de Maracá, PE.

Professor orientador: Mestre de Ciências, Geodestas, Jorge F. Pedrosa e José

Walter da Fonseca.

O trabalho foi realizado em três solos representativos da região de Maracá (PE, C-1, A-14), objetivando avaliar a disponibilidade de flúore pelos extratores Mehlich-1 e Bray-1, além de avaliar a ocorrência de flúore. O trabalho foi realizado no período de agosto a outubro de 1963, no caso da vegetação utilizando planta de milho (*Zea mays*, L.) como indicador de resposta biológica. Observou-se que a capacidade de absorção de flúore por esta indicação e a disponibilidade de flúore para os solos estudados, que no *Capitulum umbellatum* (L.) os extratores Mehlich-1 e Bray-1 revelaram melhor a disponibilidade de flúore do que a análise química e que a análise química de flúore para os extratos em matéria de extração de flúore, depende para a população de solos estudada.

EXTRATO

FAGUNDES NETO, A.L. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, março de 1994.

Disponibilidade de fósforo em três solos representativos da região de Mossoró-RN

Professor orientador: Maurício de Oliveira. Conselheiros: Josué F. Pedrosa e José Walter da Fonseca.

O trabalho foi realizado em três solos representativos da região de Mossoró (PE, Ce e AQd), objetivando testar disponibilidade de fósforo pelos extratores: Mehlich-1, Bray-1, Olsen e resina trocadora de ânions. O trabalho foi realizado no período de agosto a outubro de 1993, em casa de vegetação utilizando planta de milho (*Zea mays*, L.) como indicador de resposta biológica. Observou-se que a capacidade tampão de fósforo no solo influenciou a disponibilidade de fósforo para os solos estudados, que no Cambisol eutrófico (Ce) os extratores Mehlich-1 e Bray-1 explicaram melhor o comportamento de produção de matéria verde e matéria seca e que a resina trocadora de ânions não se mostrou um método de extração de fósforo adequado para a população de solos estudada.

1. INTRODUÇÃO

A seleção de um método adequado para extrair fósforo do solo que permita avaliar de maneira razoável a disponibilidade do elemento para as plantas, tem sido uma preocupação constante de pesquisadores (RAIJ et al, 1980).

Existe, no entanto, uma variedade muito grande de métodos de extração de fósforo do solo, o que não deixa de ser um reflexo da complexidade do comportamento do elemento, bem como da falta de concordância sobre qual seria o método mais adequado (RAIJ, 1991).

Condições favoráveis de fósforo no solo para as plantas, implicam em condições favoráveis dos quatro fatores primários indicados por GUNARY & SUTTON citados por RAIJ (1978): quantidade (P-solo), taxa (k_1/k_2), intensidade (P-solução) e mais o fator capacidade que reflete a habilidade do solo em manter o fator intensidade.

GALRÃO & VOLKWEISS, (1981), atribuem a baixa capacidade dos métodos em avaliar a disponibilidade de P para as plantas como causa da não avaliação de alguns parâmetros do solo ligados ao mecanismo de difusão de P até à superfície das raízes.

A utilização de extratores tem sido baseada no conceito proposto por BRAY (1947) citado por BAHIA FILHO et al (1983), que relaciona em determinado momento a quantidade do nutriente removido e o crescimento vegetal. Tal conceito é de natureza estática não fornecendo maiores informações a cerca da reposição pela fase

sólida do solo, do nutriente removido. Em contraste com o empirismo dos extratores, há outros conceitos que objetivam descrever a dinâmica do nutriente no solo. Tais conceitos englobam os fatores intensidade, quantidade e capacidade tampão, e constituem a base físico-química da disponibilidade do nutriente adsorvido a fase sólida do solo (BAHIA FILHO et al, 1983).

GJORUP et al (1993), teoriza que, uma das principais limitações na avaliação da disponibilidade de fósforo do solo é quantificar o fósforo realmente disponível para as plantas e medir a capacidade tampão de fosfato do solo

A polêmica em torno da necessidade da capacidade tampão se estabelece quando RAIJ (1978), expõe claramente a necessidade do fator quantidade, como devendo ser considerado com maior atenção, na análise de fósforo em solos. O autor cita, ainda, que a maioria dos métodos para fósforo baseiam-se em determinações que refletem o fator quantidade ou o fator intensidade. DELAZARI et al, (1983), ressalta, no entanto, a necessidade de informações acerca do fator capacidade, como complemento aos dados de P determinados pelos extratores químicos. GONÇALVES et al, (1989), afirma que, com o aumento da capacidade tampão de P, observou-se menor absorção de P pela planta. Esses autores afirmam ainda que, para uma mesma dose de P aplicada, a redução na produção de matéria seca e P absorvido pela planta, será maior no solo com maior capacidade tampão de P (relação quantidade/intensidade).

BAHIA FILHO et al (1983), quando comparou a sensibilidade de extratores químicos à capacidade tampão de fósforo, constatou que os teores obtidos pelos dois extratores químicos (Mehlich-1 e Bray-1) correlacionaram-se positivamente com o fator quantidade, que explicou cerca de 36% da variação observada nesses teores. A inclusão do fator capacidade, no entanto, ocasionou, nos dois casos, aumentos substanciais no poder preditivo do modelo empregado (de 36% para 89-91%). No mesmo trabalho o autor constata, ainda a sensibilidade dos dois extratores à capacidade tampão de fosfato do solo.

LINS et al,(1989), menciona também, uma sensibilidade do Mehlich aos teores de argila, relacionado tal sensibilidade ao fator capacidade ou poder tampão de fósforo.

Com relação a absorção do elemento pela planta ERNANI & BARBER, (1992) admitem que não só fatores do solo estão envolvidos como também características da planta, CABALA & SANTANA (1983), destacam entre elas, a densidade do sistema radicular, a intensidade de absorção por comprimento de raiz e as mudanças químicas na interface solo-raiz resultante da atividade da própria planta.

Se há polêmica com relação a qual deve ser o fator mais importante para o extrator refletir, há consenso, no entanto, com relação a necessidade de calibração dos métodos existentes para cada região, e realização de ensaios com resposta de plantas, para melhor correlacionar as respostas a produção aos níveis extraídos do elemento no solo. Da revisão apresentada por RAIJ (1978), extrai-se: "Um método de laboratório passa a ser útil para avaliar a disponibilidade de fósforo depois de convenientemente correlacionado com a resposta da planta à aplicação de fosfatos ou ao fosfato existente nos solos".

Com relação aos extratores, PEREIRA & FARIA (1978), avaliando a eficiência de vários extratores em predizer a quantidade de matéria seca, em um vertissolo do médio São Francisco, não encontrou diferença entre os métodos, ressaltando, contudo, a maior eficiência das soluções de Olsen e Bray-1

RAIJ (1978), em sua revisão sobre os métodos de laboratório para avaliar disponibilidade de fósforo em solos, evidencia a superioridade do método de extração com resina em relação aos demais métodos rotineiramente empregados em diversos países. O autor, destaca ainda por sua superioridade e versatilidade em diferentes condições de solos o método de Olsen, colocando o Bray-1 e Mehlich-1 como sendo menos eficientes principalmente em condições de solos alcalinos e calcários. O mesmo autor, porém, em trabalho mais recente (RAIJ, 1980), correlacionando fósforo

extraído por diversos extratores com produção de matéria seca em plantas de milho, não conseguiu evidenciar a superioridade da resina trocadora de ânions, em relação aos demais métodos, mostrando-a apenas comparável.

TANAKA et al, (1981), não conseguiu diferença dos coeficientes entre os extratores, qualquer que fosse o parâmetro da planta nos tratamentos com superfosfato-simples. No entanto, quando a fonte utilizada foi o fosfato patos-de-minas, o extrato Olsen apresentou-se como o menos eficiente em prever a produção de matéria seca e o fósforo acumulado na planta. Ficou evidenciado, ainda, nesse trabalho, o maior poder de extração do Mehlich-1 para fosfato patos-de-minas evidenciando seu poder de solubilizar principalmente o fósforo ligado ao cálcio, no entanto tal fonte de fósforo não apareceu como disponível à planta pois sua correlação com produção não foi significativa. O comportamento do Mehlich-1, no mesmo, demonstra sua ação sobre formas inativas de fósforo, principalmente ligadas ao cálcio, o que não deixa de ser uma limitação do método.

Nos solos do semi-árido do Nordeste brasileiro, pouco se sabe com relação ao comportamento de extratores e suas correlações com produção de matéria seca, embora diversos laboratórios atuem na região, ocorrendo ainda, envio de amostras de solos para laboratórios do sudeste, que empregam métodos diversos de extração. Mais recentemente o volume de análises tem sido aumentado dada a necessidade de atender ao modelo agrícola em expansão na região. Tal modelo corresponde a implantação de grandes projetos de irrigação, da iniciativa privada com incentivos do governo federal, objetivando a produção de frutas para abastecimento interno e externo. Há, portanto, necessidade urgente de geração de conhecimentos advindos da pesquisa para impulsionar tais empreendimentos e imprimir altos padrões de produtividade a níveis economicamente viáveis.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de testar índices de disponibilidade de fósforo em três solos representativos da região de Mossoró, pelos extratores: MEHLICH-1, BRAY-1, OLSEN e RESINA TROCADORA DE ÂNIONS.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em três solos da região de Mossoró-RN, no período de agosto a outubro de 1991. Todos os solos foram coletados em áreas vigiadas, ou em pontos por longo tempo, onde não havia sido praticada agricultura. Durante, coletamos breves informações sobre propriedades dos parâmetros. A caracterização dos solos, amostras dos constituintes, métodos químicos empregados, condução em casa de vegetação e os métodos empregados, são descritos a seguir.

2.1. Os solos

Seguiu-se a caracterização e a classificação de cada um dos solos coletados, detalhes de coleta e a metodologia utilizada para caracterizar os solos no experimento.

2.1.1. Solo PE

Podzólico Vermelho Amarelo equivalente outódico (PE), litomórfico, textura média, bem drenado, ligeiramente, relevo plano. Pertence à unidade de expansão LVa2 (BRASIL, 1968). Esse solo foi coletado a 75 Km de Estação Regular de Agricultura de Mossoró (ENAM), próximo à fazenda AGRONÓIA, no município de Aracati-RN.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em três solos da região de Mossoró-RN, no período de agosto a outubro de 1993. Todos os solos foram coletados em áreas virgens, ou em pousio por longo tempo, onde só havia sido praticada agricultura itinerante, conforme breve entrevista com proprietários e/ou parceiros. A caracterização dos solos, montagem dos tratamentos, extratores químicos empregados, condução em casa de vegetação e as análises empregadas, são descritas a seguir.

2.1. Os solos

Seguem-se a caracterização e a classificação de cada um dos solos coletados, detalhes da coleta e, a convenção utilizada para caracterizar os solos no experimento:

- Solo PE

Podzólico Vermelho Amarelo equivalente eutrófico (PE), latossólico, textura média, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano. Pertence à unidade de mapeamento LVe2 (BRASIL, 1968). Esse solo foi coletado a 75 Km da Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), próximo a fazenda AGROKNOLL, no município de Assu-RN.

- Solo Ce

Cambisolo eutrófico (Ce), A fraco raso, textura média, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano. Pertence à unidade de mapeamento RZ2 (BRASIL, 1968). Esse solo foi coletado a 40 Km da ESAM, nas margens da rodovia BR-304, margem direita no sentido Mossoró-Natal, nas proximidades da fazenda AGROSOL.

- Solo AQd

Areia Quartzosa distrófica (AQd), fase caatinga hiperxerófila, relevo plano. Pertence à unidade de mapeamento LVe2 (BRASIL, 1968). Esse solo foi coletado a 47 Km da ESAM, passando pela rodovia RN-19, trecho Mossoró-Tibau, 6 Km à partir da entrada principal da fazenda ARISA, na margem direita da estrada vicinal para a sede da Fazenda.

Os solos da unidade de mapeamento LVe2 correspondem a 341.103 ha, (6,4% do território do Rio Grande do Norte); a unidade RZ2 representa cerca de 76.982 ha (1,4% do território do estado), conforme estimativa à partir do mapa de BRASIL, 1968.

Todos os solos foram coletados a profundidade 0-20 cm, em quantidade suficiente para a montagem do experimento. Para caracterização dos solos coletou-se, no perfil amostras nas profundidades: 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

Os solos coletados para a montagem do experimento, foram colocados para secar, homogeneizados, e passados em peneira de 4 mm de malha.

A caracterização física e química dos solos coletados encontram-se sumarizados no Apêndice (Quadro 1A e Quadro 2A). Estas análises foram realizadas segundo metodologia da EMBRAPA (1979).

2.2. Os tratamentos

O material de solo destinado para cultivo foi acondicionado em vasos com volume de 2,0 dm³ de amostra e protegidos internamente com sacos plásticos.

Cada solo recebeu 5 (cinco) níveis de fósforo. A fonte de fósforo empregada foi superfosfato simples nas seguintes doses: 0 (testemunha), 150, 300, 450 e 600 de P₂O₅ (kg/ha). A distribuição do adubo em cada vaso, foi feita de forma homogênea em todo o solo do vaso.

Os tratamentos passaram 35 (trinta e cinco) dias incubados com o fósforo. Durante esse período os vasos foram umedecidos diariamente, com água deionizada, até próximo a capacidade de campo, conforme HANAN et al (1978).

Foram feitas ainda aplicações de nitrogênio a base de sulfato de amônio (PA), na dosagem de 75 de N (kg/ha), para todos os solos e níveis, inclusive a testemunha. Esta aplicação precedeu o plantio em uma semana, período no qual estiveram incubados nos solos os elementos P e N. A colocação do sulfato de amônio foi feita no centro de cada vaso, considerando-se a alta solubilidade da fonte empregada e mobilidade do nitrogênio no solo.

Fim do período de incubação, foram retiradas amostras de 100g de solo de cada vaso, para fins de análise dos teores de fósforo com os extratores empregados na pesquisa. Após esse procedimento os vasos foram levados a casa de vegetação quando procedeu-se ao plantio.

2.3. Condução na casa de vegetação

Dadas as condições da estufa da ESAM, optou-se pelo delineamento em fatorial disposto em blocos casualizados, com três repetições.

A planta teste utilizada foi milho (*Zea mays*, L.), híbrido triplo Cargil C-505. No plantio foram utilizadas 2 (duas) sementes por vaso. A germinação das

sementes ocorreu 3 (três) dias após o plantio, sendo que, o desbaste ocorreu 9 (nove) dias após o plantio, deixando-se uma planta por vaso até o período final do cultivo.

Durante a condução do experimento a umidade foi mantida próxima à capacidade de campo, com o controle feito por diversas pesagens, sendo esta operação realizada diariamente com o uso de água deionizada.

Após 37 dias do plantio, procedeu-se a coleta da parte aérea da planta, da qual obtiveram-se os dados de produção de matéria verde e de matéria seca (material seco em estufa a 70°C, até peso constante o que ocorreu após 72 horas).

2.4. Os extratores químicos

Foram empregados no presente trabalho, os seguintes extratores:

- Mehlich-1 (H_2SO_4 0,025 N + HCl 0,05 N);
- Bray-1 (NH_4F 0,03 N + HCl 0,025 N);
- Olsen & Dean (NaHCO_3 0,5 N a pH 8,5);
- Resina trocadora de ânions (FERREIRA et al, 1990).

Todos os extratores químicos foram utilizados seguindo o mesmo procedimento em todas as etapas, sendo a proporção solo:extrator de 1:10, tempo de agitação de 15 minutos, com repouso de 12 horas e utilizando o método fosfomolibdico com redutor de ácido ascórbico, para a dosagem do fósforo no extrato.

2.5. Análises estatísticas e processamento dos dados

O experimento foi concebido como fatorial 4 x 3, e conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com 3 repetições. Na realização dos estudos do comportamento do fósforo recuperado em função das doses aplicadas, produção de matéria verde e matéria seca, empregou-se o esquema de parcelas subdivididas "split plot" (GOMES, 1985), para isolar o efeito de extratores no erro experimental obtido

para solos e doses. O processamento eletrônico e análises estatísticas foi efetuado com o emprego do software SAEG, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa, MG.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados de fósforo recuperado pelas extratoras empregadas em solos com doses zero e duas, juntamente com as produções de matéria seca por hectare, são apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1. Resultados médios de fósforo recuperado pelas diferentes extratoras, matéria seca produzida por hectare após o período de crescimento e altura da planta.

Extratoras	0-10cm	10-20cm	20-30cm	30-40cm	40-50cm	0-50cm	P. 2
Matéria seca (kg/ha)	0	2	4	6	8	0,00	0,00
0	100	100	100	100	100	0,00	0,00
2	100	100	100	100	100	0,00	0,00
4	100	100	100	100	100	0,00	0,00
6	100	100	100	100	100	0,00	0,00
8	100	100	100	100	100	0,00	0,00
10	100	100	100	100	100	0,00	0,00
12	100	100	100	100	100	0,00	0,00
14	100	100	100	100	100	0,00	0,00
16	100	100	100	100	100	0,00	0,00
18	100	100	100	100	100	0,00	0,00
20	100	100	100	100	100	0,00	0,00
22	100	100	100	100	100	0,00	0,00
24	100	100	100	100	100	0,00	0,00
26	100	100	100	100	100	0,00	0,00
28	100	100	100	100	100	0,00	0,00
30	100	100	100	100	100	0,00	0,00
32	100	100	100	100	100	0,00	0,00
34	100	100	100	100	100	0,00	0,00
36	100	100	100	100	100	0,00	0,00
38	100	100	100	100	100	0,00	0,00
40	100	100	100	100	100	0,00	0,00
42	100	100	100	100	100	0,00	0,00
44	100	100	100	100	100	0,00	0,00
46	100	100	100	100	100	0,00	0,00
48	100	100	100	100	100	0,00	0,00
50	100	100	100	100	100	0,00	0,00

3.1. Fósforo recuperado pelas extratoras

Uma análise de análise de variância para extratoras de fósforo recuperado em solos com doses zero e duas, juntamente com as produções de matéria seca por hectare, são apresentados no Quadro 2.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados de fósforo recuperado pelos extratores empregados na pesquisa para cada solo e dose juntamente com as produções de matéria verde e matéria seca constam no Quadro 1.

QUADRO 1. Resultados médios de fósforo recuperado pelos diferentes extratores, nas doses aplicadas, nos três solos de cultivo após o período de incubação e antes do plantio.

SOLO	DOSE	P-Resina	P-Mehlich	P-Bray	P-Olsen	P.S.	P.V.
	P ₂₀₅ (kg/ha)	mg/kg			g/vaso		
PE	0	5	9	7	4	0,67	6,60
	150	36	35	36	27	2,73	19,63
	300	76	70	71	59	2,62	19,47
	450	114	104	104	90	3,26	21,11
	600	152	136	138	116	2,95	20,43
Ce	0	6	15	8	7	0,56	5,32
	150	42	48	41	35	2,13	16,12
	300	68	67	78	52	2,37	20,84
	450	124	74	83	58	2,16	20,15
	600	183	119	134	118	2,40	22,50
AQd	0	3	5	8	8	0,42	4,61
	150	50	46	42	39	3,04	21,86
	300	82	69	74	68	0,77	14,28
	450	152	103	105	93	2,31	17,41
	600	153	132	144	119	2,15	16,05

3.1. Fósforo recuperado pelos extratores

Uma síntese da análise de variância para os teores de fósforo recuperado em função das doses aplicadas e dos solos constam no Quadro 2.

Verificam-se resultados significativos para extrator, evidenciando diferenças na forma de extração entre eles. Os resultados significativos para dose, já era esperado em função das grandes diferenças existentes nas quantidades de P_2O_5 empregadas (0, 150, 300, 450 e 600 kg/ha).

QUADRO 2. Síntese da análise de variância para os teores de fósforo recuperado pelos diferentes extratores em função da dose aplicada, nos três solos do estudo.

F.V.	G.L.	Q.M.
Bloco	2	1.081,0
Extrator (E)	3	4.299,7 **
Erro-a	6	146,4
Parcelas	(11)	C.V - 1 (%)= 17,1
Dose (D)	4	91.533,5 **
Solo (S)	2	763,0 **
E x D	12	1.027,5 **
E x S	6	180,8 ns
D x S	8	800,8 **
E x D x S	24	210,3 ns
Erro-b	112	262,8
Sub-parcelas	(179)	C.V - 2 (%)= 22,9

** - Significativo ao nível de 0,01 no teste F de Fisher.

ns - Não significativo.

Os teores de fósforo nos solos também apresentaram diferenças significativas mostrando o comportamento diferenciado para cada solo. O efeito significativo da interação Extrator x Dose evidencia uma ampla variação nas doses empregadas o que resultou em quantidades diferentes de fósforo recuperado para cada dose, mostrando que os extratores apresentavam comportamento diferenciado quando se variou os níveis de P no solo. O efeito significativo da interação Dose x Solo pode ser explicado também pelo fato supramencionado, além da possível interação da fração sólida do solo com o adubo empregado.

O Quadro 3 mostra o resultado do teste de médias, para fósforo recuperado pelos extratores em cada solo.

QUADRO 3. Teores médios de fósforo recuperados pelos diferentes extratores em todas as doses aplicadas inclusive a testemunha, após o período de incubação e antes do cultivo, para os solos estudados na região de Mossoró, RN.

Extrator	Solo ¹		
	PE	Ce	AQd
Resina	76,9 a	84,5 a	88,2 a
Mehlich-1	70,8 a b	64,6 b	71,1 b
Bray-1	71,0 a b	68,9 b	74,7 b
Olsen	59,3 b	53,9 b	65,2 b

¹ Letras iguais identificam médias estatisticamente semelhantes pelo teste Tukey 0,05.

Como foi verificado na síntese do quadro de análise de variância (Quadro 2), existem diferenças significativas para os extratores de solo para solo.

No solo PE observa-se diferença significativa apenas entre o Olsen e a resina. O comportamento do Bray-1 e do Mehlich-1 é muito semelhante nesse solo (Figura 1), sendo ambos, estatisticamente iguais a resina e ao Olsen.

No solo Ce, contudo, verifica-se uma diferença significativa entre os três extratores, Mehlich, Bray-1 e Olsen, em comparação com a resina. O comportamento diferenciado para os dois extratores, Mehlich e Bray-1, em relação a resina, fica evidenciado na Figura 2. Observa-se que na testemunha e nas duas primeiras doses todos os extratores recuperaram valores aproximados de P, sendo que, o Mehlich extraiu maiores quantidades de P que os demais métodos na testemunha e na primeira dose. A partir da dose 450 de P₂O₅ (kg/ha) a resina passa a recuperar quantidades de fósforo superior aos demais métodos, demonstrando uma redução na capacidade de recuperação de fósforo dos extratores Mehlich-1 e Bray-1 nesse solo. Tal fato é explicado pela baixa capacidade tampão desses solos favorecendo a resina nas doses mais altas.

O comportamento dos extratores Mehlich-1 e Bray-1 no solo Ce, em relação aos demais solos (Figura 1 e Figura 3), evidencia a ocorrência de exaustão dos extratores por esse solo. BAHIA FILHO et al (1983), obteve valores inferiores de

fósforo disponível, para os extratores Mehlich-1 e Bray-1, e tal resultado foi atribuído à exaustão do extrator pelo solo, sendo esse parâmetro relacionado com a capacidade tampão. GJORUP et al (1993), também relaciona a sensibilidade dos extratores Mehlich-1 e Bray-1, com a exaustão dos mesmos pelo solo, e acrescenta que quanto maior for a capacidade tampão o solo maior será essa exaustão.

No solo AQd, a resina continua solubilizando quantidades superiores de fósforo mostrando-se diferente significativamente do Olsen e do Mehlich-1. O Bray-1 mostrou-se igual estatisticamente a todos os extratores nesse solo, apesar de seus valores absolutos, de fósforo recuperado, estarem mais próximos do Mehlich-1 do que da resina. A diferença entre os valores recuperados do Bray-1 e resina (13,5), ficaram bem próximos da DMS (15,32), e os valores da diferença entre a resina e o Mehlich-1 (17,1), também ultrapassaram em pouco o valor da DMS, diferenciando-se estatisticamente.

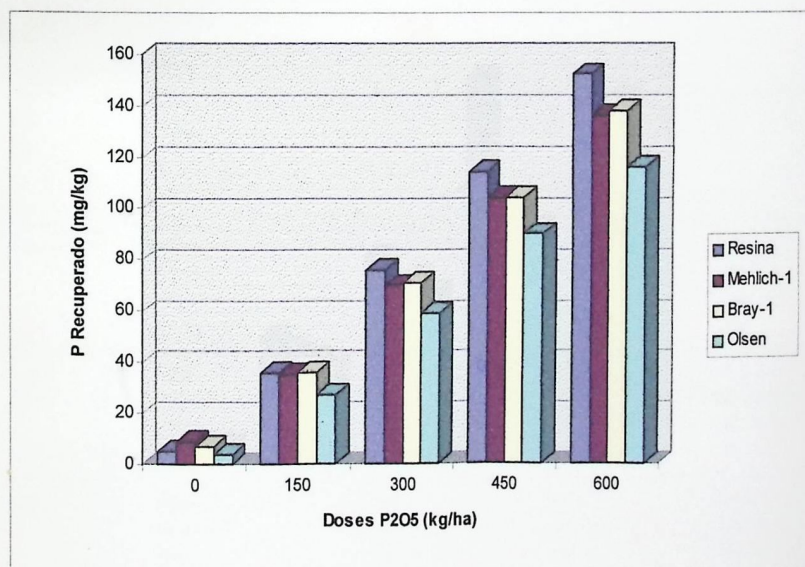


FIGURA 1. Fósforo recuperado pelos extratores químicos em função dos doses aplicadas de Superfosfato Simples no solo PE.

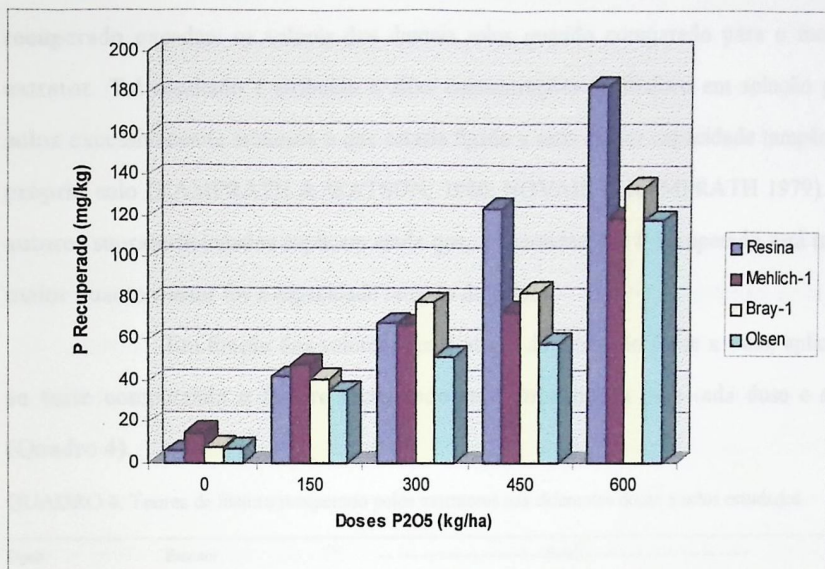


FIGURA 2. Fósforo recuperado pelos extratores químicos em função dos doses aplicadas de Superfosfato Simples no solo Ce.

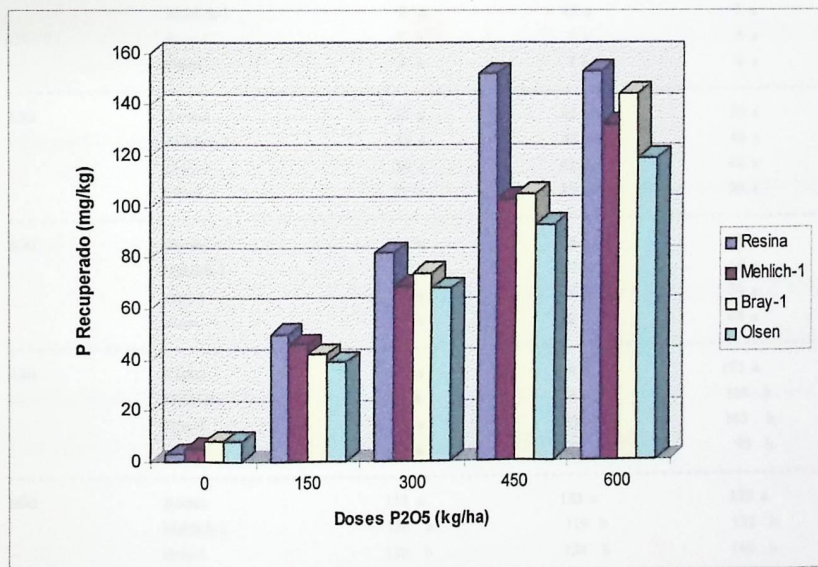


FIGURA 3. Fósforo recuperado pelos extratores químicos em função dos doses aplicadas de Superfosfato Simples no solo AQD.

Observa-se ainda, para o solo AQd, que seus valores de fósforo recuperado excedem os valores dos demais solos quando comparado para o mesmo extrator. Tal resultado é atribuído a altas concentrações de fósforo em solução para solos excessivamente arenosos o que estaria ligado a uma menor capacidade tampão do próprio solo (KAMPRATH & WATSON, 1980; NOVAIS & KAMPRATH 1979). Os autores supramencionados explicam ainda que, a quantidade de P recuperado será tanto maior quanto menor for a capacidade tampão do solo.

Em função dos valores significativos da interação Dose x Solo, aplicou-se teste comparando o fósforo recuperado entre os métodos para cada dose e solo (Quadro 4).

QUADRO 4. Teores de fósforo recuperado pelos extratores nas diferentes doses e solos estudados.

Dose	Extrator	Solo ¹		
		PE	Ce	AQd
0	Resina	5 a	6 a	3 a
	Mehlich-1	9 a	15 a	5 a
	Bray-1	7 a	8 a	8 a
	Olsen	4 a	7 a	8 a
150	Resina	36 a	42 a	50 a
	Mehlich-1	35 a	48 a	46 a
	Bray-1	36 a	41 a	42 a
	Olsen	27 a	35 a	39 a
300	Resina	76 a	68 a	82 a
	Mehlich-1	70 a	67 a	69 a
	Bray-1	71 a	78 a	74 a
	Olsen	59 a	52 a	68 a
450	Resina	114 a	124 a	152 a
	Mehlich-1	104 a	74 a b	103 b
	Bray-1	104 a	83 b	105 b
	Olsen	90 a	58 b	93 b
600	Resina	152 a	183 a	153 a
	Mehlich-1	136 b	119 b	132 b
	Bray-1	138 b	134 b	144 b
	Olsen	116 b	118 b	119 b

¹ Letras iguais indicam médias estatisticamente semelhantes pelo teste Tukey 0,05.

Observa-se que nas duas primeiras doses e na testemunha, os valores de fósforo recuperado pelos diferentes extratores nos diferentes solos não diferiram estatisticamente, sendo que a partir da dose 450 de P_2O_5 (kg/ha) passa a ocorrer diferenciação nos teores de fósforo recuperado nos três extratores Mehlich-1, Bray-1 e Olsen, em relação a resina, exceto na dose 450 para o solo PE.

O extrator Olsen recuperou quantidades comparáveis nos três solos da pesquisa (Quadro 3. e Quadro 4.), o que confere a ele maior estabilidade de extração. Tal estabilidade é referida por RAIJ (1978), como sendo desejável pois atribui versatilidade em diferentes condições de solo. No entanto, as quantidades recuperadas pelo Olsen foram sempre inferiores aos demais extratores caracterizando-o como um extrator de baixo poder de extração. Esse comportamento do Olsen está relacionado com o próprio princípio do método, já que utiliza como solução um sal ($NaHCO_3$) tamponado a pH 8,5.

A resina foi o extrator que mais recuperou fósforo, sendo que seu comportamento não dependeu nem da dose aplicada nem do solo. GJORUP et al (1993), atribui esse comportamento da resina a sua menor sensibilidade à capacidade tampão do solo.

O ajuste dos dados de fósforo recuperado pelos diferentes extratores em função das doses aplicadas, é apresentado no Quadro 5.

Observa-se no Quadro 5, que o comportamento dos valores de fósforo recuperados em função das doses aplicadas é linear, dados os valores alto dos coeficientes de determinação. Resultados semelhantes também foram encontrados por GALRÃO & VOLKWEISS (1981) e BAHIA FILHO et al (1983).

QUADRO 5. Parâmetros da equação de regressão linear ($Y = b_0 + b_1X$) ajustados para explicar a variação dos teores de fósforo recuperado pelos diferentes extratores químicos nos solos PE, Ce e AQd, em função das doses aplicadas.

Extratores		Solos		
		PE	Ce	AQd
Resina	b0	2,27	-2,60	8,07
	b1	0,249 **	0,291 **	0,267 **
	r2	0,9983	0,9741	0,9477
Mehlich-1	b0	6,00	19,53	8,80
	b1	0,215 **	0,150 **	0,208 **
	r2	0,9917	0,8904	0,9936
Bray-1	b0	5,07	11,07	7,53
	b1	0,220 **	0,193 **	0,224
	r2	0,9991	0,9262	0,9984
Olsen	b0	2,20	6,53	10,07
	b1	0,190 **	0,158 *	0,184 **
	r2	0,9974	0,8512	0,9981

** Significativo ao nível 0,01 pelo teste t de Student.

* Significativo ao nível 0,05 pelo teste t de Student.

3.2. Resposta biológica às doses aplicadas

Os resultados da análise de variância para matéria verde e matéria seca em função das doses e solos são apresentado de forma resumida no Quadro 6.

QUADRO 6. Síntese do quadro de análise de variância para os valores de matéria verde e matéria seca.

F.V.	G.L.	Q.M.	
		M. verde	M.seca
Bloco	2	4,126	0,241
Dose (D)	4	338,18 **	6,96 **
Solo (S)	2	28,93 **	1,33 **
D x S	8	19,62 **	0,38 **
Erro	28	6,0133	0,1241
DMS		5,81	0,86
C.V. (%)		15,00	16,75

** Significativo ao nível de probabilidade 0,01, pelo teste F de Fisher.

No Quadro 6. observa-se que tanto dose quanto solo obtiveram valores altamente significativos para matéria verde e matéria seca. Tal resultado é explicado, tendo em vista a larga amplitude das doses empregadas. Verifica-se ainda que a resposta biológica foi diferente entre os solos trabalhados.

A Figura 4. demonstra a resposta biológica avaliada pela produção de matéria verde em função das doses nos três solos trabalhados.

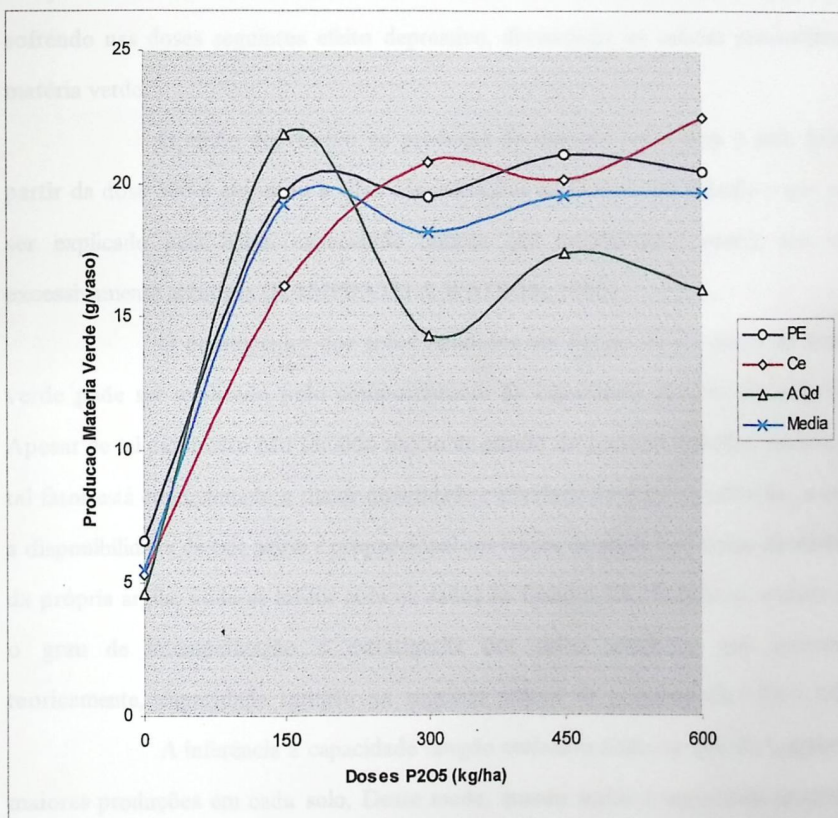


FIGURA 4. Dispersão dos dados de produção de matéria verde em função das doses aplicadas para cada solo (PE, Ce e AQd).

Nos três solos observa-se um alto incremento nas produções de matéria verde da testemunha para a primeira dose (150 de P_2O_5 kg/ha). Tal comportamento evidencia o incremento gerado pelo fósforo na produção. A partir da dose 150 ocorre uma distinção entre o comportamento dos solos. O solo PE obtém sua maior produção na dose 450 sendo que na dose 600 ocorre um leve decréscimo na produção de matéria verde. O solo Ce obtém sua maior produção na dose 600, seguindo até essa dose um comportamento ascendente de produção de matéria verde. Já o solo AQd apresenta um comportamento diferente dos demais, obtendo sua maior produção na dose 150 e sofrendo nas doses seguintes efeito depressivo, diminuindo os valores produzidos de matéria verde.

O efeito depressivo na produção de matéria verde para o solo AQd, a partir da dose 300 é atribuído a altas concentrações de fósforo em solução o que pode ser explicado pela baixa capacidade tampão que normalmente ocorre nos solos excessivamente arenosos (KAMPRATH & WATSON, 1980).

O desempenho dos solos estudados em função da produção de matéria verde pode ser explicado pelo comportamento da capacidade tampão em cada solo. Apesar de tal parâmetro não ter sido objeto de estudo do presente trabalho, sabe-se que tal fator está condicionado a maior quantidade e atividade de sítios de adsorção, e como a disponibilidade de tais sítios é proporcional aos teores de argila bem como da atividade da própria argila, pode-se inferir com os dados do Quadro 1A (Apêndice), e ainda com o grau de intemperização e estratigrafia dos solos estudados que apresentam teoricamente, capacidade tampão na seguinte ordem de grandesa: $Ce > PE > AQd$.

A inferência a capacidade tampão esclarece ainda, no que diz respeito às maiores produções em cada solo. Desse modo, quanto maior a capacidade tampão de um solo, menor a absorção de P por unidade de P aplicado, o que fez com que as maiores produções do solo Ce ocorressem apenas nas doses mais elevadas e, de forma inversa, na AQd, nas doses mais baixas. Como consequência para se promover

determinado aumento na absorção de P pelas plantas, devem-se aplicar maiores quantidades de fósforo nos solos com alta capacidade tampão, que nos solos com baixa capacidade tampão; isso porque, quanto maior a capacidade tampão do solo, menor a proporção de P aplicado que permanece em solução (GALRÃO & VOLKWEISS, 1981). Dessa forma a capacidade tampão é um fator relevante e esclarecedor na avaliação da disponibilidade de fósforo nos solos (NOVAIS & KAMPRATH, 1979; GALRÃO & VOLKWEISS, 1981; BAHIA FILHO et al, 1983; DELAZARI et al, 1983; FABRES et al, 1987; GONÇALVES et al, 1989; LINS et al, 1989 e GJORUP et al, 1993).

3.3. Correlação entre fósforo recuperado e resposta biológica

Os dados dos coeficientes de correlação de Pearson entre produção de matéria verde e de matéria seca em função dos valores de fósforo recuperados são apresentados no Quadro 7.

Os coeficientes de correlação referentes ao solo PE, demonstram uma ampla equivalência entre os métodos em avaliar a produção de matéria verde e matéria seca, nesse solo. Tal comportamento não permite identificar superioridade de nenhum extrator sobre o outro, no solo PE.

QUADRO 7. Coeficientes de correlação de Pearson estimados para os dados de produção de matéria verde e matéria seca em função do fósforo recuperado pelos extratores.

Produção	Extrator	Solo		
		PE	Ce	AQd
M. verde	Resina	0,6911 **	0,7246 **	0,4737 *
	Mehlich-1	0,6714 **	0,8294 **	0,4924 *
	Bray-1	0,6816 **	0,8632 **	0,4296 *
	Olsen	0,6905 **	0,7338 **	0,4667 *
M. seca	Resina	0,7183 **	0,6085 **	0,4678 *
	Mehlich-1	0,6979 **	0,7617 **	0,4858 *
	Bray-1	0,7080 **	0,7748 **	0,4322 *
	Olsen	0,7166 **	0,6594 **	0,4555 *

** Significativo ao nível 0,01 pelo teste F de Fisher.

* Significativo ao nível 0,05 pelo teste F de Fisher.

Para o solo Ce, no entanto, observa-se a superioridade dos métodos de extração Mehlich-1 e Bray-1 em relação aos demais métodos chegando ambos a explicar mais de 80% da produção de matéria verde. Os coeficientes de correlação mais elevados para todos os extratores nesse solo em relação aos demais, principalmente os do solo AQd, podem ser explicados pelo comportamento crescente de produção de matéria verde em função das doses, como demonstra a Figura 4. A resina apresentou os mais baixos coeficientes de correlação entre os extratores nesse solo, explicando aproximadamente 61% da produção de matéria seca, contra 76 e 77% explicados pelo Mehlich-1 e Bray-1, respectivamente.

No solo AQd foram obtidos os mais baixos coeficientes de correlação de todos os solos estudados tanto para produção de matéria verde quanto para produção de matéria seca. Explica-se tal comportamento, pela ocorrência de efeito depressivo na produção de matéria verde e seca com a elevação das doses (Figura 4), comportamento já explicado na Secção 3.2 do presente trabalho. Nesse solo, os coeficientes de correlação mais elevados tanto para produção de matéria verde quanto para produção de matéria seca foram conseguidos pelo Mehlich-1.

Os teores de fósforo extraídos pelo Olsen apresentou menores valores em relação aos demais extratores (Quadro 3), e não apresentou boa correlação com os dados de respostas biológicas posto que apresentou coeficientes de correlação inferiores aos demais métodos principalmente no solo Ce. Dessa forma, 'a primeira vista não se corrobora a hipótese levantada por RAIJ (1978), que elege o Olsen como sendo um extrator versátil em diferentes condições de solo. Tal resultado pode estar relacionado com a utilização de uma fonte solúvel de fósforo, ao fato dos solos não possuírem fósforo residual, e ainda, ao fato do extrator Olsen ser tamponado a pH 8,5 um pouco acima do pH original dos solos PE e Ce e muito superior ao pH do solo AQd.

A resina foi o extrator que mais extraiu fósforo em todos os solos (Quadro 3), porém não foram obtidos os maiores coeficientes de correlação para esse

extrator que demonstrassem que tais quantidades solubilizadas de P estavam realmente disponíveis para as plantas, principalmente com relação ao solo Ce (Quadro 7). Tais resultados diferem dos relatados por RAIJ (1978), que atribuiu a resina superioridade a todos os métodos de extração química. No entanto, em trabalho mais recente RAIJ (1980), não conseguiu evidenciar a superioridade da resina, quando se usa solos com alta variabilidade de sua mineralogia. O autor ressalta apenas resultados comparáveis da resina em relação aos outros métodos. Segundo RAIJ (1984), um dos inconvenientes da resina como método de extração de fósforo é que a mesma se constitui num método trabalhoso e de custo relativamente alto.

O Mehlich-1 comportou-se de forma semelhante ao Bray-1, principalmente para os solos PE e Ce, sendo que no solo AQd o Mehlich-1 explicou melhor tanto os resultados de produção de matéria verde quanto de matéria seca. Comportamento semelhante entre os dois extratores também foi encontrado por DELAZARI et al (1983). O Mehlich-1 é um extrator amplamente usado para análise de fósforo, principalmente pelo fácil manuseio e baixo custo, tal fato se torna relevante quando obtém-se dados comparáveis e até superiores dos coeficientes de correlação.

CABALA & SANTANA (1983), em uma revisão de literatura ressaltam o relativo sucesso dos métodos de análises de fósforo, principalmente, em condições de fertilidade natural do solo ou quando são empregados fosfatos solúveis. A limitação principalmente dos extratores ácidos, ocorre quando são empregados fosfatos naturais ou quando são encontrados no solo resíduos de adubação fosfatada. Em tais solos esses extratores acusam altos teores de fósforo, muitas vezes em condições de extrema deficiência (RAIJ, 1978 e CABALA & SANTANA, 1983).

Os dados de fósforo recuperado pelos extratores com os valores de produção de matéria verde e matéria seca foram ajustados por diversos modelos estatísticos.

QUADRO 8. Parâmetros do modelo estatístico $\log Y = b_0 + b_1 X^{-1}$, ajustado para a produção de matéria verde em função dos teores de fósforo recuperado pelos extratores.

Extrator	Parâmetro	Solos		
		PE	Ce	AQd
Resina	b0	1,343	1,348	1,256
	b1	-2,776 ** ¹	-3,970 **	-1,962 **
	r ²	0,9963	0,9863	0,9198
Mehlich-1	b0	1,375	1,458	1,274
	b1	-4,901 **	-11,242 **	-3,017 **
	r ²	0,9750	0,9970	0,9111
Bray-1	b0	1,358	1,374	1,297
	b1	-3,734 **	-5,443 **	-4,916 **
	r ²	0,8879	0,9943	0,8750
Olsen	b0	1,344	1,386	1,304
	b1	-2,263 **	-4,875 **	-4,965 **
	r ²	0,9920	0,9919	0,8701

** Significativo ao nível 0,01 pelo teste t de Student.

Observa-se no Quadro 8 e no Quadro 9 que o modelo estatístico proposto explica o comportamento das produções de matéria verde e matéria seca, pois tanto os coeficientes de determinação apresentaram altos valores quanto o parâmetro recíproco (b1) apresentou valores altamente significativo. Essas evidências enfatizam o comportamento diferenciado de solo para solo para a resposta biológica, em decorrência da, já discutida, capacidade tampão dos solos estudados.

QUADRO 9. Parâmetros do modelo estatístico $\log Y = b_0 + b_1 X^{-1}$, ajustado para produção de matéria seca em função do fósforo recuperado pelos extratores.

Extrator	Parâmetro	Solos		
		PE	Ce	AQd
Resina	b0	0,507	0,407	0,384
	b1	-3,624 **	-4,136 **	-2,533 **
	r2	0,9870	0,9908	0,9247
Mehlich-1	b0	0,553	0,519	0,407
	b1	-6,410 **	-11,613 **	-3,900 **
	r2	0,9738	0,9846	0,9170
Bray-1	b0	0,530	0,433	0,437
	b1	-4,879 **	-5,654 **	-6,354 **
	r2	0,9838	0,9932	0,8832
Olsen	b0	0,513	0,446	0,445
	b1	-2,954 **	-5,073 **	-6,423 **
	r2	0,9863	0,9945	0,8784

** Significativo ao nível 0,01 pelo teste t de Student.

4. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos nas condições experimentais empregadas, se pode concluir que:

i) A disponibilidade de fósforo, para as plantas, nos solos estudados, variou com a capacidade tampão dos mesmos, sendo a maior disponibilidade para o solo de menor capacidade tampão;

ii) No Cambisolo eutrófico os extratores Mehlich-1 e Bray-1 explicaram melhor o comportamento da produção de matéria verde e matéria seca, do que os demais extratores usados (resina trocadora de íons e Olsen & Dean);

iii) A resina trocadora de ânions não se mostrou um método de extração de fósforo adequado para a população de solos estudada.

5. RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido na Escola Superior de Agricultura de Mossoró utilizando três solos representativos da micro-região salineira norteriograndense (PE, Ce e AQd), objetivando testar disponibilidade de fósforo pelos extratores: Mehlich-1, Bray-1, Olsen e resina trocadora de ânions. A fonte de fósforo utilizada foi superfosfato simples e os solos pertenciam a áreas virgens, em pousio por um longo período ou onde praticava-se apenas agricultura itinerante. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação utilizando milho (*Zea mays*, L.) como indicador de resposta biológica. Observou-se influência da capacidade tampão dos solos sobre a disponibilidade do elemento para a planta, a superioridade dos extratores Mehlich-1 e Bray-1, em predizer a disponibilidade de fósforo no solo Cambisol eutrófico (Ce) e ainda que a resina trocadora de ânions não se mostrou um método de extração de fósforo adequado para a população de solos estudada.

6. LITERATURA CITADA

- BAHIA FILHO, A. F. L.; BRAGA, J. M.; RIBEIRO, A. C. & NOVAIS, R. F. Sensibilidade de extratores químicos capacidade tampão de fósforo. R. bras. Ci. Solo, Campinas, V. 7, n. 3, p. 243-249, set/dez. 1983.
- CABALA, R. P. & SANTANA, M. B. M. Disponibilidade e diagnose de fósforo pela análise química do solo com referência ao Brasil. R. bras. Ci Solo, Campinas, V. 7, n. 2, p. 109-118, maio/agosto. 1983.
- DELAZARI, P. C.; BRAGA, J. M. & NOVAIS, R. F. Parâmetros de fósforo em função de características químicas e físicas de solos. R. bras. Ci Solo, Campinas, V. 7, n. 1, p. 55-60, 1983.
- EMBRAPA. S. N. L. C. S. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro 1979.

ERNANI, P. R. & BARBER, S. A. Uso de um modelo mecanístico para prever a disponibilidade de fósforo do solo afetada pela aplicação de sais de cálcio. R. bras. Ci. Solo. Campinas, V.16, n. 1, p. 89-93, jan/abr. 1992.

FABRES, A.S.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J. C. L. ; BARROS, N. F. & CORDEIRO, A. T. Níveis críticos de diferentes frações de fósforo em plantas de alface cultivadas em diferentes solos. R. bras. Ci Solo, Campinas, V. 11, n. 1, p. 51-57, jan/abr. 1987.

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. & REIRA Jr., M.E. Avaliação da fertilidade empregando o sistema I. A. C. de análise de solo. Jaboticabal: FICAV/UNESP, 1990. 94p.

GALRÃO, E. Z. & OLKWEISS, S. J. Disponibilidade de fósforo do solo para as plantas. R. bras. Ci Solo Campinas, V. 5, n. 2, p. 114-118, maio/ago. 1981.

GJORUP, G. B. ; NOVAIS, R. F. ;BARROS, N. F. & NEVES, J. C. L. Avaliação do método do papel aniônico como extrator de fósforo disponível do solo. R. bras. Ci Solo, Campinas, V. 17, n. 1, p.417-422, set/dez. 1993.

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 6a. ed. Piracicaba, São Paulo: Nobel, 1976.

GONÇALVES J.L.M. ; NOVAIS, R. F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. & RIBEIRO, A.C. Cinética de transformação de fósforo-lábil em não-lábil, em solos de cerrado. R. bras. Ci Solo, Campinas, V. 13 , n. 1, p. 13-24, jan/abr. 1989.

HANNA et alii Greenhouse Management. N. York: Springer-verlag, 1978. 530p.

KAMPRATH, E.J. & WATSON, M.E Conventional soils and tissue tests for assessing the phosphorus status of soils. In : KHASAWNEH, F. C. ; SAMPLE, E. C. ; KAMPRATH, E. J. , e.d. The role of phosphorus in agriculture . Marison, American Society of Agronomy, 1980. p. 433-469.

LINS, I.D.G.; COX, F. R. & SOUZA, D. M. G. Teste de um modelo matemático para otimizar a adubação fosfatada na cultura de soja em solos sob cerrado com diferentes teores e tipo de argila. R. bras. Ci. Solo. Campinas, V. 13, n. 1, p. 65-73, 1989.

NOVAIS, R.F. & KAMPRATH, E J. Parâmetros das isoterms de adsorção de fósforo como critério de recomendação de adubação fosfatada. R. bras. Ci Solo, Campinas, V. 3, n. 1, p. 37-41, jan/abr. 1979.

PEREIRA, J. R. & FARIA, C. M. B . Disponibilidade de fósforo aplicado em um vertissolo do médio São Francisco, avaliada por métodos químicos. R. bras. Ci. Solo, Campinas, V. 2, n. 2, p. 125-128, maio/ago. 1978.

RAIJ, B.V. Seleção de métodos de laboratório para avaliar a disponibilidade de fósforo em solos. R. bras. Ci Solo, Campinas, V. 2, n. 1, p. 1-9, jan/abr. 1978.

RAIJ, B.V. & FEITOSA, C.T. Correlação entre o fósforo extraído de solos por diversos extratores químicos o absorvido pelo milho. Bragantia, Campinas, V. 39:51 -57, 1980.

RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Ceres, Potafos, 1991. 343 p.

TANAKA, R. T.; BAHIA, V. G. ; COELHO, A. M. & FREIRE, J. C. Seleção de extratores de fósforo do solo em função das respostas das plantas de milho (*Zea mays*, L.) e da adubação com fosfato patos-de-minas em condições de casa de vegetação. R. bras. Ci. Solo, Campinas, V. 5, n. 1, p. 38-42, jan/abr. 1981.

CHAPITRE 14. Développement de la loi de la gravitation universelle et de la loi de la conservation de l'énergie.

14.1. La gravitation universelle. 14.2. La loi de la gravitation universelle. 14.3. La loi de la conservation de l'énergie.

14.1.1. La gravitation universelle.	47	47	47	47	47	47
14.1.2. La loi de la gravitation universelle.	47	47	47	47	47	47
14.1.3. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47

APÊNDICE

14.1.1. La gravitation universelle.	47	47	47	47	47	47
14.1.2. La loi de la gravitation universelle.	47	47	47	47	47	47
14.1.3. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.4. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.5. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.6. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.7. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.8. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.9. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.10. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.11. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.12. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.13. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.14. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.15. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.16. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.17. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.18. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.19. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47
14.1.20. La loi de la conservation de l'énergie.	47	47	47	47	47	47

Appendice 14.1.

Appendice 14.2.

QUADRO 1A. Granulometria e retenção de água nos pedo materiais coletados para aplicação dos tratamentos (0-20) e na trincheira com 60 cm de profundidade.

Solo	A.grossa	A.fina	Silte	Argila	Classe	C.C. ¹	P.M.P. ²
%					g*g-l		
PE (0-20)	47	41	8	3	areia	6,24	1,26
Ce (0-20)	49	36	7	8	areia franca	8,97	2,81
AQd (0-20)	58	38	3	2	areia	2,81	1,27

PE (0-5)	48	41	9	2	areia	7,82	1,35
PE (5-10)	51	39	7	3	areia	5,58	1,33
PE (10-20)	53	37	6	4	areia	5,50	1,52
PE (20-40)	55	31	2	12	a. franca	10,32	3,54
PE (40-60)	48	28	5	19	f. arenoso	9,86	5,21
Ce (0-5)	46	40	11	3	areia	9,82	3,5
Ce (5-10)	47	39	11	3	areia	10,53	3,36
Ce (10-20)	45	40	12	3	areia	10,33	3,48
Ce (20-40)	51	33	12	4	a. franca	11,16	3,52
Ce (40-60)	49	33	12	6	a.franca	13,71	3,90
AQd (0-5)	58	37	3	2	areia	3,40	2,25
AQd (5-10)	57	39	2	2	areia	3,13	1,53
AQd (10-20)	58	38	1	3	areia	2,59	1,24
AQd (20-40)	58	38	1	3	areia	2,80	1,27
AQd (40-60)	55	39	1	5	areia	4,45	4,45

¹ Água retida a 0,03 MPa.

² Água retida a 1,50 MPa.

QUADRO 2A. Índices de fertilidade do solo nos pedo-materiais coletados para aplicação dos tratamentos (0-20) e na trincheira com 60 cm de profundidade.

Solo	pH	Ca	Mg	K	Na	Al	P
	(1:2,5)	cmolc/kg					(mg/kg)
PE (0-20)	6,6	1,3	0,3	0,13	0,00	0,05	3
Ce (0-20)	7,6	3,4	0,7	0,24	0,01	0,00	2
AQd (0-20)	6,0	1,2	0,3	0,08	0,02	0,05	1
Ca + Mg							
PE (0-5)	6,7	1,8	0,16	0,01	0,00	4	
PE (5-10)	6,7	1,2	0,12	0,01	0,00	2	
PE (10-20)	6,5	1,2	0,08	0,01	0,00	3	
PE (20-40)	5,3	1,6	0,11	0,01	0,05	2	
PE (40-60)	5,3	1,8	0,15	0,01	0,10	2	
Ce (0-5)	7,8	4,8	0,28	0,01	0,00	1	
Ce (5-10)	7,5	4,0	0,21	0,01	0,00	1	
Ce (10-20)	7,3	3,5	0,18	0,01	0,00	1	
Ce (20-40)	7,2	2,9	0,17	0,01	0,00	1	
Ce (40-60)	7,2	3,0	0,16	0,01	0,05	1	
AQd (0-5)	5,9	1,9	0,09	0,03	0,05	1	
AQd (5-10)	5,9	1,9	0,09	0,03	0,05	1	
AQd (10-20)	6,0	0,8	0,05	0,02	0,05	1	
AQd (20-40)	5,7	0,8	0,03	0,02	0,0	2	
AQd (40-60)	5,6	0,8	0,03	0,02	0,1	2	

UFERSA SIGAA - BIBLIOTECAS



SIGAA

2013007861