



EMATER-ES
VINCULADA À SECRETARIA DE AGRICULTURA

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTEN-
SÃO RURAL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Boletim Técnico Nº 07

EXTRATORES QUÍMICOS DE FÓSFORO E POTÁSSIO E ESTABELECIMENTO DE SEUS NÍVEIS CRÍTICOS PARA ALGUNS SOLOS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

VALDEVINO CARDOSO
BRAZ VITOR DEFELIPO

BOLETIM TÉCNICO é um órgão de divulgação técnico-científica da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Espírito Santo - (EMATER-ES), destinado especialmente a publicar trabalhos de seu corpo técnico no campo das ciências agrárias.

Comissão Editorial:

Waldin Rosa de Lima (Presidente)

Vladimir Melges Walder

João Raphael Guerra

Circulação

Biblioteca da EMATER-ES

NORMAS GERAIS

Os trabalhos deverão ser encaminhados em 2 vias, e datilografados com espaço duplo. Os capítulos e os subcapítulos são numerados com algarismos árabicos. O corpo do trabalho deverá conter, preferencialmente, os seguintes tópicos: INTRODUÇÃO (incluindo-se ai a revisão de literatura), MATERIAIS E MÉTODOS, RESULTADOS e DISCUSSÃO, CONCLUSÕES, SUMMARY e LITERATURA CITADA. Os quadros e figuras deverão ser numerados com algarismos árabicos, em ordem crescente durante o desenvolver do trabalho. A especificação dos quadros deverá ser feita acima do seu conteúdo, enquanto que no caso das figuras, deverá ser abaixo. Os autores citados no texto aparecem com letras maiúsculas e as citações são feitas por algarismos árabicos. Quanto a pormenores e estilo de citação bibliográfica, aconselha-se o exame de números recentes dessa publicação.



EMATER-ES
VINCULADA À SECRETARIA DE AGRICULTURA

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTEN-
SÃO RURAL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Boletim Técnico Nº 07

EXTRATORES QUÍMICOS DE FÓSFORO E POTÁSSIO E ESTABELECIMENTO DE SEUS NÍVEIS CRÍTICOS PARA ALGUNS SOLOS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

VALDEVINO CARDOSO
BRAZ VITOR DEFELIPO

BOLETIM TÉCNICO DA EMATER-ES

Nº 07 JAN. 1977 Vitoria 1977

1 - AGRONOMIA-PERIÓDICOS

630.05 (C.D.B.)

S U M A R I O

1.	INTRODUÇÃO	5
2.	MATERIAIS E MÉTODOS	7
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.	CONCLUSÕES	26
5.	LITERATURA CITADA	28
6.	SUMMARY	30

EXTRATORES QUÍMICOS DE FÓSFORO E POTÁSSIO
E ESTABELECIMENTO DE SEUS NÍVEIS CRÍTICOS
PARA ALGUNS SOLOS DO ESTADO DO ESPÍRITO
SANTO.*

VALDEVINO CARDOSO
BRAZ VITOR DEFELIPO**

1 - INTRODUÇÃO

A maioria dos solos requer a adição de adubos para que as plantas cultivadas possam proporcionar bons rendimentos. As disponibilidades de fósforo ou potássio nativos e as provenientes dos adubos aplicados variam entre os diferentes solos. Torna-se, pois, necessário avaliar essas formas para que se possa recomendar quantidades adequadas de adubos.

* Parte da Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como parte das exigências do curso de mestrado em Fitotecnia, para obtenção do Grau de "Magister Scientiae".

** Respectivamente, Engº Agrº da EMATER-ES e Professor Titular da Universidade Federal de Viçosa.

O fósforo e o potássio, apresentam, no solo, comportamentos bastante complexos, devido ao grande número de fatores que influenciam nas suas disponibilidades às plantas. Esta disponibilidade é comumente avaliada por extratores químicos, cujos resultados servem de base para recomendação de fertilizantes (7, 15). Para se determinar parte da reserva total de nutrientes, usa-se diferentes extractores, esperando-se que estes tenham o mesmo poder de extração das raízes de uma planta.

Devido a carência de pesquisa, as recomendações para uso de fertilizantes são muitas vezes insegu ras, levando, frequentemente, os agricultores a insucessos na adubação, pela aplicação de quantidades exageradas ou insuficientes.

Para se obter melhores resultados nos diferentes métodos de extração existentes e a subsequente recomendação de fertilizantes, é necessário verificar aquele que melhor se correlaciona com o elemento absorvido pela planta.

O nível crítico, sob o ponto de vista teórico, é o limite entre os solos que necessitam de adubação e aqueles que, possuindo bom grau de fertilidade em relação ao nutriente considerado, não necessitam de adubação suplementar do elemento.

O objetivo deste trabalho foi comparar diferentes extractores químicos e sugerir o nível crítico para o fósforo e o potássio no Estado do Espírito Santo.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

Foram estudadas amostras compostas superficiais de 10 diferentes solos do Espírito Santo. As amostras foram coletadas a uma profundidade de 0 - 20 cm, que após secas foram analisadas física e quimicamente. No Quadro 1, é apresentada a classificação dos solos analisados em grande grupo, a área que ocupam no Estado e, nos Quadros 2 e 3 as análises granulométricas e químicas, respectivamente.

QUADRO 1 - Relação dos Solos Estudados, sua Classificação em Grande Grupo e Área que Ocupam no Estado do Espírito Santo.

SOLÔ	GRANDE GRUPO *	ÁREA (km ²)	% ÁREA DO ESTADO
1	Podzólico Vermelho Amarelo (PV ₄)	820	1,79
2	Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico (PVLd ₁)	1210	2,54
3	Latosol Vermelho Escuro Eutrófico (LE ₁)	255	0,56
4	Latosol Vermelho Amarelo Distrófico (Lvd ₁₁)	4545	9,93
5	Solo Aluvial Eutrófico (Ae ₁)	290	0,63
6	Solo Aluvial Distrófico (Ad ₁)	420	0,92
7	Latosol Vermelho Amarelo Distrófico (Lvd ₂)		
8	Terra Roxa Estruturada Similar Eutrófica (TRPe ₂)	1295	2,83
9	Brunizem Avermelhado (BV ₂)	290	0,63
10	Solo Cambisol Distrófico (Cd ₁)	1495	3,67
TOTAL		14780	32,29

* Correspondência em Grande Grupo, de acordo com o mapa de solos do Espírito Santo (9).

QUADRO 2 - Frações Granulométricas dos Solos Estudados, Equivalentes Unidade e Classificação Textural.

SÓL0	GRANDE GRUPO	AREIA GROSSA (%)	AREIA FINA (%)	SILTE (%)	ARGILA (%)	E. U. (%)	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL
1	PV4	77	19	2	2	4	Areia
2	PVLd ₁	78	14	6	2	6	Areia
3	LE ₁	62	12	11	15	12	Franco-arenoso
4	LVd ₁₁	81	9	4	6	6	Areia
5	A ₁	9	1	33	57	40	Argila
6	Ad ₁	5	1	44	50	38	Argila-Siltosa
7	LVd ₂	48	15	10	27	14	Franco-argilo-are- noso
8	TRP ₂	35	23	12	30	18	Franco-argilo-are- noso
9	BV ₂	32	35	16	17	17	Franco-arenoso
10	Cd ₁	46	20	18	16	17	Franco-arenoso

QUADRO 3 - Resultado das Análises dos Solos para pH, Hidrogênio (H^+), Alumínio (Al^{+++}), Cálculo + Magnésio ($Ca^{++} + Mg^{++}$), Potássio (K^+), Sódio (Na^+) Trocáveis. Valores S, T e V e Materia Orgânica (M.O.)

SOLO	GRANDE GRUPO	pH EM ÁGUA 1:2,5	COMPLEXO SORТИVO DO SOLO (EQ. Mg/100 cc SOLO)						V (%)	M. O. (%)
			H ⁺	Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺		
1	PV4	5,8	1,80	0,00	3,5	0,05	0,02	3,57	5,37	66
2	PVLd ₁	6,2	1,70	0,00	5,8	0,22	0,03	6,05	7,75	78
3	LE ₁	6,3	1,80	0,00	6,1	0,27	0,03	6,40	8,20	78
4	LVd ₁	6,5	1,85	0,05	3,0	0,08	0,03	3,11	5,01	62
5	Ae ₁	6,1	2,65	0,10	10,5	0,38	0,22	11,10	13,85	80
6	Ad ₁	4,7	2,70	1,45	1,4	0,45	0,14	1,99	6,14	32
7	LVd ₂	5,0	2,20	0,95	1,1	0,16	0,05	1,31	4,46	29
8	TRP ₂	5,3	2,15	0,05	7,8	0,15	0,06	8,01	10,21	78
9	BV ₂	5,4	2,35	0,05	8,4	0,46	0,05	8,91	11,31	79
10	Cd ₁	5,7	2,65	0,25	1,9	0,07	0,03	2,00	4,90	40

As análises físicas e químicas foram determinadas segundo métodos descritos por VETTORI (13).

O fósforo e o potássio "disponíveis" foram determinados usando-se as técnicas sumariadas no Quadro 4.

Após incubados com calcário, os solos foram secados ao ar destorradados, peneirados (peneiras de 2 mm de abertura) e colocados em vasos plásticos com capacidade para 2000 cc, em casa de vegetação.

À cada amostra de 2 kg de solo foram adicionados: o fósforo, na forma de $\text{Na H}_2\text{P O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (p.a.) e o potássio, na forma de K Cl (p.a.), nas dosagens respectivas de 0, 100, 200 e 300 Kg de P_2O_5 e 0, 40, 80 e 120 kg de K_2O , por hectare. Os demais nutrientes foram constantes em todos os tratamentos e baseados na solução proposta por WAUGH e FITTS (15).

Os tratamentos, em conjunto, constituíram um arranjo fatorial 10×9 , representando 10 solos e 9 tratamentos com fósforo e potássio ($P_0 K_0$, $P_2 K_0$, $P_2 K_1$, $P_2 K_2$, $P_2 K_3$, $K_2 P_0$, $K_2 P_1$, $K_2 P_2$, $K_2 P_3$) que, com 3 repetições, foram dispostos no delineamento de blocos casualizados.

QUADRO 4 - Relação dos Extratores Utilizados para a Determinação de Fósforo e Potássio "Disponíveis" dos Solos Estudados, sua Composição Química, Relação Solo: Extrator, Tempo de Agitação e Referência Bibliográfica.

EXTRATOR	COMPOSIÇÃO	QUÍMICA	RELAÇÃO SOLO:EXTRATOR	TEMPO AGITAÇÃO (Minutos)	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA
Norte Carolina ou Mehlich	HCl 0,05N + H ₂ SO ₄ 0,025N	H ₂ SO ₄ 0,05N	1:10	5	VETTORI (13)
H ₂ SO ₄ 0,05N	H ₂ SO ₄ 0,05N	H ₂ SO ₄ 0,05N	1:10	15	CATANI et alii (3)
HNO ₃ 0,05N	HNO ₃ 0,05N	HNO ₃ 0,05N	1:10	10	CATANI (3)
BRAY 1	NH ₄ F 0,03N + HCl 0,25N	NH ₄ F 0,03N + HCl 0,25N	1:10	5	BRAGA (2)
BRAY 2	NH ₄ F 0,03N + HCl 0,10N	NH ₄ F 0,03N + HCl 0,10N	1:10	5	BRAGA (2)

Como planta indicadora foi utilizado o sorgo grânifero (Sorghum bicolor (L) Moench), híbrido DK E-57, colocando-se 25 sementes por vaso. Após uma semana foi feito o desbaste, deixando em cada vaso, dezoito plântulas.

Diariamente, durante todo período do experimento, adicionou-se água desmineralizada, objetivando manter o teor de umidade nos vasos a 80 % da capacidade máxima de retenção de água nos solos. Procurou-se manter essa umidade através do peso dos vasos a até 15 dias após a emergência, quando então, passou-se a irrigar até a capacidade máxima de retenção de água.

O ensaio durou trinta e cinco dias, e durante este período foram observados os cuidados recomendados por WAUGH e FITTS (15). Findo o período, o material vegetal foi cortado e secado em estufa a 67°C, com circulação forçada de ar.

Determinou-se, ainda, os teores de fósforo e potássio no material vegetal, valores estes obtidos pelo produto do peso do vegetal pela porcentagem de fósforo ou potássio no material.

O material vegetal, separadamente, parte aérea e raízes, foi analisado estatisticamente. Nas amostras onde houve apenas significância para efeito linear e/ou não houve diferença significativa, foi determinada a produção relativa (P.R.) considerando a expressão P.R. = (Produção do tratamento sem o elemento/Produção máxima observada) x 100. Quando houve significância para efeito linear e quadrático,

CARDOZO, V. & DEFELIPO, B. V. - Extratores Químicos de Fósforo e ...

os dados foram ajustados à equação de Mitscherlich sendo considerado como denominador o valor A.

Os níveis críticos de fósforo e potássio no solo em relação ao crescimento relativo foram estabelecidos para cada extrator usando-se a técnica de CATE e NELSON (4).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Produção de Matéria Seca

As produções médias da matéria seca das plantas, expressa em gramas/vaso são apresentadas no Quadro 5. Com estes dados foi feita uma análise de variância (Quadro 6), com desdobramento da fonte de variação tratamento dentro de cada tipo de solo para distinguir o efeito de cada elemento, desmembrando em efeitos linear, quadrático e cúbico para fósforo e potássio. Verificado o valor significativo dos efeitos linear e quadrático para fósforo nos solos PV₄, PVd₁, LEe₁, LVd₁₁, Ae₁, Ad₁ e TRPe₂ e para potássio no solo PV₄, a equação que melhor se ajustou aos dados foi a de Mitscherlich, segundo GOMES (8), que estão contidas no Quadro 7.

Os valores de fósforo "disponível" estimados mediante o valor "b" da equação de Mitscherlich (Quadro 7) revelaram que todos os solos apresentavam os valores estimados de "b" maiores que os teores de fósforo "disponível" obtido pelos extratores químicos, o mesmo ocorrendo com o potássio.

QUADRO 5 - Produção Média de Materia Prima Seca (g/vaso).

Tratamentos	Saisas						CaH ₂	
	PV ₄	PMLd ₁₁	LEB ₁₁	Lvd ₁₁	Ae ₁	Lvd ₂	TREB ₁	BV ₂
P ₀ K ₀	2,81	2,83	3,09	3,32	4,65	5,77	2,96	5,41
K ₂ P ₀	3,00	3,95	3,03	3,96	4,37	5,59	2,90	3,09
K ₂ P ₁	12,20	13,15	7,99	9,74	13,25	12,00	4,85	4,72
K ₂ P ₂	15,30	18,58	16,43	11,32	16,59	13,32	6,86	15,60
K ₂ P ₃	15,45	18,68	16,77	11,73	18,47	13,35	9,02	19,96
P ₂ K ₀	8,42	17,62	17,29	10,73	15,28	14,96	6,75	17,65
P ₂ K ₁	16,21	19,02	16,37	10,85	18,74	12,54	6,59	17,09
P ₂ K ₂	18,59	18,02	14,05	12,8	16,82	11,91	6,72	18,09
P ₂ K ₃	17,65	16,19	16,82	12,63	18,56	12,46	6,60	18,31
							15,27	6,31

QUADRO 6 - Resumo da Análise de Variância dos Dados do Peso de Materia Seca com Desdobramento da Fonte de Variância
Tratamento dentro de Cada Tipo de Solo para Distinguir o Efeito de Cada Elemento.

Fonte de Variância	S.L.	Saisos									
		PV ₄	Lvd ₁₁	LE ₁	Lvd ₁₁	Ag ₁	Ad ₁	Lvd ₂	TRP ₁	BV ₂	Cd ₁
Teste V5 K ^a	1	296,80**	438,75**	293,92	131,50**	304,14**	121,01**	32,64**	394,90**	220,72**	70,70**
K vs P	1	84,40 *	101,89**	154,68**	40,61**	97,40**	21,76**	3,49**	168,85**	14,73*	0,00ns
P ^b	1	245,73**	369,32**	369,90**	82,05**	288,27***	90,75**	62,22**	452,75**	501,45**	171,96**
P ^c	1	61,25**	62,11**	16,02*	25,03**	30,72**	30,54**	0,03ns	10,92**	1,08ns	5,15ns
P ^d	1	1,50ns	0,36ns	20,10*	0,96ns	1,80ns	2,16ns	0,001ns	2,25ns	0,04ns	0,09ns
K ^e	1	135,30**	4,20ns	2,04ns	7,47*	9,39ns	9,90ns	0,15ns	1,32ns	0,30ns	0,01ns
K ^f	1	57,0**	7,82ns	10,32ns	0,00ns	2,22ns	6,63ns	0,001ns	0,00ns	0,00ns	1,12ns
K ^g	1	0,66ns	0,37ns	6,18ns	0,87ns	12,24ns	0,05ns	0,04ns	1,26ns	3,75ns	0,51ns
Tratamento	8	882,71	984,82	873,16	289,35	746,18	283,24	98,57	1030,01	742,07	239,52

* Significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 7 - Equações de Mitscherlich ou Lineares Ajustadas com Produção de Materia Seca (Y) em Função de Bases de Fósforo e Potaissio Aplicados (x). Coeficientes de Determinação e Produção Relativa para os Solos Estudados.

Solos	Equação		Produção relativa (%)	Produção relativa (%)
	R ²	Potássio		
CV ₄	Y = 15,97 1-10 ^{-0,0065(x + 16)}	0,988	Y = 18,23 1-10 ^{-0,0073(x + 37)}	0,988
PVd ₁₁	Y = 20,58 1-10 ^{-0,0039(x + 20)}	0,987		
LE ₁	Y = 22,90 1-10 ^{-0,0016(x + 48)}	0,925		
Lvd ₁₁	Y = 11,45 1-10 ^{-0,0066(x + 28)}	0,997	Y = 11,62 + 0,36x	0,895
AE ₁	Y = 19,66 1-10 ^{-0,0035(x + 36)}	0,999		
Ad ₁	Y = 13,48 1-10 ^{-0,0074(x + 31)}	0,998		
Lvd ₂	Y = 5,90 + 1,02x	0,999		
TRP ₁	Y = 27,65 1-10 ^{-0,0016(x + 33)}	0,996		
BV ₂	Y = 13,71 + 2,89x	0,997		
Cd ₁	Y = 6,68 + 1,69x	0,970		

3.2 - Fósforo e Potássio "Disponíveis" Obtidos com os Diferentes Extratores

Os teores de fósforo e potássio "disponíveis" obtidos (Quadros 8 e 9) variaram em função dos extratores e dos solos utilizados. O extrator Bray 2 acusou os maiores teores de fósforo no solo, enquanto Bray 1, Mehlich, ácido sulfúrico 0,05 N e Olsen, não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey a 5%. Já para potássio, os extratores que acusaram os maiores teores no solo foram o Bray 2 e o $\text{NH}_4 \text{OAc}$ 1 N.

Pode-se inferir que as variações das quantidades de fósforo ou potássio "disponível" dependeram das características de cada extrator, diante das formas dos elementos prevalentes nos solos estudados.

3.3 - Relação entre os Vários Extratores Estudados

Feita a análise de correlação entre os teores de fósforo e potássio "disponível" obtidos pelos extractores químicos (Quadros 10 e 11), verificou-se que, quando se compararam os diferentes extractores químicos para fósforo entre si, encontrou-se correlação positiva e significativa para todos os métodos, a exceção do Olsen com o ácido sulfúrico 0,05 N, que não foi significativa. Este resultado pode ter ocorrido em razão da extração preferencial de uma determinada forma de fósforo. Já para potássio os valores obtidos entre os diferentes extractores mostraram-se altamente correlacionados entre si. Para fósforo, os resultados são concordantes com BALERDI et alii (1), enquanto que para potássio, estão coerentes com os resultados encontrados por BRAGA (2) e DEFELIPO (6).

QUADRO 8 - Teores Médios de Fósforo (ppm) para os Extratores Mehlich, Ácido Sulfúrico 0,05N, Bray 1, Bray 2 e Olsen

SOLOS	MEHLICH	H ₂ SO ₄ 0,05N	BRAY 1	BRAY 2	OLESEN
PV ₄	2,66	2,00	2,15	7,29	1,54
LVd ₁₁	12,53	11,55	8,34	17,57	2,31
LE ₈₁	5,97	6,40	4,97	11,71	3,90
LVd ₁₁	3,24	2,76	4,42	11,71	4,69
A ₈₁	2,95	2,98	2,65	7,98	4,69
Ad ₁	17,06	13,98	22,18	55,96	9,71
LVd ₂	8,68	5,86	8,42	24,49	6,33
TRP ₈₁	2,38	1,84	2,54	5,97	3,09
BV ₂	6,62	7,34	5,50	13,37	5,51
Cd ₁	1,84	2,34	2,32	7,29	2,31
\bar{X}	6,39 a	5,71 a	6,35 a	16,33 b	4,41 a

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

QUADRO 9 - Teores Médios de Potássio (ppm) para os Extratores Mehlich, Ácido Sulfúrico 0,05N, Ácido Nítrico 0,05N, Bray 1, Bray 2 e Ac. amônia 1N, pH 7.

SÓLOS	MEHLICH H ₂ SO ₄ 0,05 N	HNO ₃ 0,05N	BRAY 1	BRAY 2	AC. AMÔNIA (pH 7)
PV ₄	14,5	16,0	16,0	17,0	23,5
Lvd ₁₁	133,0	146,0	153,0	152,0	144,0
LE ₈₁	77,0	83,0	83,5	82,0	86,0
Lvd ₁₁	28,0	31,0	32,5	30,0	39,5
Ae ₁	112,0	111,0	117,0	107,0	134,5
Ad ₁	159,0	152,0	170,0	152,0	176,5
Lvd ₂	42,0	41,0	43,5	48,0	56,5
TRP ₁	51,5	50,0	51,5	51,0	64,0
BV ₂	135,0	136,0	139,0	142,5	168,5
Cd ₁	18,0	16,0	19,0	25,0	28,0
\bar{x}	77,0 a	78,2 a	82,5 a	80,7 a	92,1 b
					85,8 b

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

Estas correlações positivas e significativas demonstram a viabilidade do uso de qualquer um desses extratores para os solos do Espírito Santo, em análises de rotina, destinadas ao atendimento das práticas de fertilização. Na escolha, contudo, outras variáveis devem ser consideradas, como metodologia, número de reagentes e amplitude de valores fornecidos para um mesmo grupo de solos.

3.4 - Relação entre os Extratores e a Planta Indicadora

As produções máximas dos tratamentos de fósforo e potássio foram comparadas com a produção do tratamento testemunha, permitindo assim que se calculasse a produção relativa. Amostras de material vegetal do tratamento testemunha foram analisadas para obtenção do fósforo e potássio absorvidos pelas plantas.

Os coeficientes de correlação calculados entre os diferentes extratores estudados e a produção relativa, da matéria seca e do potássio no tratamento testemunha encontram-se nos Quadros 10 e 11.

Considerando-se que a quantidade do elemento que é absorvido pela testemunha reflete a disponibilidade desse elemento no solo, o melhor critério de avaliação dos resultados é apresentado pela observação dos coeficientes de correlação entre os valores encontrados com os métodos e a absorção de fósforo e potássio pelas plantas.

QUADRO 10 - Coeficientes de Correlação Linear entre os Valores de Fósforo Extraído por Diferentes Extratores, Produção Relativa, Materia Seca e Absorção de Fósforo pelas Plantas nos Tratamentos Testemunha.

DISCUTIMINAÇÃO	MEHLICH	H ₂ SO ₄		BRAY 1	BRAY 2	OLSEN
		0,05 N	0,927**			
Olsen	0,656*	0,596ns	0,806**	0,838**		
Bray 2	0,900**	0,827**	0,992**			
Bray 1	0,934**	0,879**				
H ₂ SO ₄ 0,05N	0,975***					
Produção relativa	0,726**	0,646*	0,843**	0,871**	0,729***	
Materia Seca 1/	0,414ns	0,462ns	0,490ns	0,481ns	0,704*	
Absorção P 1/	0,664*	0,675*	0,796**	0,788**	0,858**	

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.
ns não significativo.

1/ Do tratamento sem fertilização fosfatada.

QUADRO 11 - Coeficientes de Correlação Linear entre os Valores de Potássio Extraído por Diferentes Extratores, Produção Relativa, Materia Seca e Absorção de Potássio das Plantas nos Tratamentos Testemunha.

DISCRIMINAÇÃO	MEHLICH	H ₂ SO ₄ 0,05N	HNO ₃ 0,05N	BRAY 1	BRAY 2	NH ₄ OAc 1N
NH ₄ OAc 1N	0,996** 0,994**	0,986** 0,985**	0,988** 0,985**	0,979** 0,982**	0,995** 0,994**	0,995** 0,994**
Bray 2	0,990**	0,996**	0,997**	0,994**		
Bray 1	0,997**	0,995**				
HNO ₃ 0,05N						
H ₂ SO ₄ 0,05N						
Prod. relativa	0,618ns 0,270ns	0,596ns 0,251ns	0,609ns 0,248ns	0,598ns 0,209ns	0,600ns 0,297ns	0,638ns 0,297ns
Materia Seca 1/ Absorção K 1/	0,795** 0,754*	0,764** 0,756*	0,764* 0,817**	0,764* 0,817**	0,764* 0,817**	0,764* 0,818**

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

ns Não significativo.

1/ Do tratamento sem fertilização potássica.

Considerando-se todos os solos estudados, obtém-se a seguinte ordem decrescente de significância com os coeficientes de correlação: Para fósforo - Olsen - Bray 1 - Bray 2 - ácido sulfúrico 0,05 N - Mehlich. Para potássio - NH₄ OAC - Bray 2 - Mehlich - ácido nítrico 0,05 N - Bray 1 - ácido sulfúrico 0,05 N.

Sem dúvida alguma, a interpretação dos resultados deve ser muito cautelosa, pois foram estudados apenas 10 tipos de solos. Os resultados, entretanto, permitem concluir que o extrator mais adequado para avaliar o fósforo "disponível" em solos do Espírito Santo é o Olsen, seguido do Bray 1, enquanto para potássio são o NH₄ OAC e o Bray 2.

O método Olsen tem sido proposto por Bascones, Cano, Morilo e outros citados por BALERDI et alii (1), como o mais adequado para a determinação de fósforo em estudos realizados na América Latina.

3.5 - Níveis Críticos de Fósforo e Potássio

A análise química de solo continua sendo o meio mais prático para se determinar o estado de fertilidade de um solo, e estimar a necessidade de adubação. A possibilidade de se obter uma boa recomendação de adubação depende, entre outros fatores, de quanto o método de análise usado se correlaciona com a absorção do nutriente pela cultura que está sendo considerada, o que requer informações de pesquisas conduzidas em laboratório, casa de vegetação e campo (5).

Com a determinação do nível crítico, pretende-se garantir uma alta probabilidade de resposta à adição de fertilizantes. Assim é que, quando o teor do nutriente disponível no solo for superior ao nível crítico, a probabilidade de resposta na produção vegetal à adição de fertilizantes é pequena. Ao contrário, isto é o teor de nutriente disponível sendo inferior ao nível crítico, a probabilidade de resposta na produção vegetal à adição de fertilizantes é grande.

Para a determinação do nível crítico, foi usada a técnica preconizada por CATE e NELSON (4).

Os níveis críticos estabelecidos para os solos estudados, utilizando-se diferentes extratores, são apresentados no Quadro 12. Estes níveis para fósforo, coincidem ou estão bem próximos aos encontrados por ROSAND e SANTANA (12), no Sul da Bahia e VIDOR (14), com solos do Rio Grande do Sul, enquanto para potássio, os resultados são discordantes dos encontrados por BRAGA (2), com solos de Minas Gerais e DEFELIPO (6), com solos de Piracicaba e muito próximos dos encontrados por PAVAGEU (10) e Catani e Jacinto, citados por DEFELIPO (6), como sendo de 42 ppm e 40 ppm, respectivamente.

QUADRO 12 - Níveis Críticos de Fósforo e Potássio para os Solos Estudados do Espírito Santo 1/

EXTRATOR	NÍVEL CRÍTICO	
	P (ppm)	K (ppm)
Norte Carolina	9	40
H ₂ SO ₄ 0,05 N	8	40
HNO ₃		40
Bray 1	10	40
Bray 2	20	50
Olsen	8	-
NH ₄ OAc 1N	-	40

1/ Dados obtidos pelo método CATE e NELSON (4)

Os resultados, como podem ser observados são concordantes com um grande número de pesquisadores e discordantes com outros tantos, ressaltando assim a necessidade de se regionalizar as pesquisas em função de particularidades próprias de cada região e, também, do aspecto dinâmico dos Solos.

Por outro lado, os resultados obtidos estão bem próximos dos níveis críticos em uso atualmente (10, 11, 12).

4 - CONCLUSÕES

Em 10 solos do Estado do Espírito Santo, com características físicas e químicas diferentes, realizou-se a avaliação do fósforo e potássio "disponíveis" pelos extratores Mehlich, Ácido sulfúrico 0,05N, Ácido nítrico 0,05N (K), Bray 1, Bray 2, NH₄ OAc 1N (k) e Olsen (P), com a finalidade de estudar a disponibilidade de fósforo e potássio no solo e a relação entre extratores químicos.

Paralelamente, foi conduzido, em casa de vegetação e com os mesmos solos, ensaio biológico segundo o esquema fatorial 10 x 9, representando dez solos e nove tratamentos com fósforo e potássio (P₀K₀, P₂K₀, P₂K₁, P₂K₂, P₂K₃, K₂P₀, K₂P₁, K₂P₂, K₂P₃), que com 3 repetições foram dispostos no delineamento em blocos casualizados. Os tratamentos constaram, respectivamente, da aplicação de 0, 100, 200 e 300 Kg P₂O₅/ha e 0, 40, 80 e 120 Kg K₂O/ha. Utilizou-se como planta indicadora o sorgo granífero (Sorghum bicolor (L.) Moench), híbrido DK E - 57, cujas partes aérea e radicular foram colhidas 35 dias após a semeadura, para cômputo da massa seca a 70° C. O material vegetal, após secado e pesado foi submetido a análise dos elementos em estudo.

Os teores de fósforo e potássio extraído pelos extractores foram relacionados entre si, com o fósforo e potássio absorvido pelas plantas e com a produção relativa.

Com os resultados de produção de matéria seca, determinou-se a produção relativa. Relacionando a produção relativa com o fósforo e potássio extraído por diferentes extractores, estabeleceram-se os níveis críticos.

Tendo por base os resultados encontrados neste trabalho, pode-se formular as seguintes conclusões:

1. Dos extratores estudados, o mais enérgico na retirada de fósforo foi o Bray 2, enquanto para potássio a extração foi semelhante para os extratores Bray 2 e acetato de amônia 1N, pH 7.

2. Os teores de fósforo e potássio "disponíveis" extraídos por diferentes extratores químicos, correlacionaram-se entre si, a excessão do Olsen com ácido sulfúrico 0,05N para fósforo.

3. A absorção de fósforo e potássio pela planta indicadora de sorgo do tratamento sem fertilização fosfatada ou potássica, correlacionou-se com os extratores estudados, cujos coeficientes de correlação seguem a seguinte ordem: para fósforo - Olsen - Bray 1 - Bray 2 - Ácido sulfúrico 0,05N - Mehlich. Para potássio - NH₄ OAc - Bray 2 - Mehlich - ácido nítrico 0,05N - Bray 1 ácido sulfúrico 0,05N.

4. A resposta na produção de matéria seca das plantas à aplicação de potássio, foi verificada apenas nos solos PV₄ e LVd₁₁, enquanto a adição de fósforo, além de confirmar a deficiência generalizada desse elemento, evidenciou requerimentos específicos para cada tipo de solo.

5. Os níveis críticos de respostas para fósforo podem ser considerados, 8 ppm para o extrator Olsen, 10 ppm para Bray 1, 9 ppm para Mehlich, 8 ppm para ácido sulfúrico 0,05N e 20 ppm para Bray 2, enquanto para potássio os níveis críticos são: 40 ppm para os extratores Mehlich, ácido sulfúrico 0,05N, ácido nítrico 0,05N, Bray 1 e NH₄ OAc, enquanto para Bray 2, o nível crítico é de 50 ppm.

5 - LITERATURA CITADA

1. BALERDI, F.; MULLER, L. & FASSBENDER, H. W. Estudio del fósforo en suelos da América Central. III. Comparacion de 5 métodos químicos de análisis de fósforo disponible. Turrialba, Costa Rica, 18(4):348-60, oct/dic, 1968.
2. BRAGA, José Mário. Formas de potássio e estabelecimento de nível crítico para alguns solos do Estado de Minas Gerais. Piracicaba, ESALQ, 1972, 143p. (Tese de Doutorado).
3. CATANI; GALO, J. R. & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico, 1955. 28p. (Bol. Tec. 69).
4. CATE, Robert B. & NELSON, Lany A. Um método rápido para correlação de análise de solo com ensaio de adubação. B. Inst. Soil Test. Carolina do Norte. Nº 1. 1965.
5. COREY, R. B. Soil Testing; theory and practice. Madison, Department of Soil Science. University of Wisconsin, 1971, 158p.
6. DEFELIPO, B. V. Teores de potássio em solos de Piracicaba e estabelecimento de seu nível crítico. Piracicaba, ESALQ. 1974. (Tese de Doutorado).
7. GRIMME, H.; NEMETH, K. & BRAUNSCHWEIG, L. C. Las necesidades de K de los cultivos de alto rendimiento; algunos aspectos que presenta la disponibilidad del potássio y su absorcion. Rev. de la Potassa, Berna, (16):1 - 6. Jun. 1971.

- CARDOZO, V. & DEFELIPO, B. V. - Extratores Químicos de Fósforo e ...
8. GOMES, Frederico Pimentel. Curso de estatística experimental, 2^a ed. Piracicaba, Nobel, 1963 , 348p.
9. MAPA DE RECONHECIMENTO DOS SOLOS DO ESPÍRITO SANTO-DNPA. Divisão de Pesquisa Pedológica, 1971.
10. PAVAGEU, Moacyr. Adubação econômica com base na análise de terra. Rev. FIR. São Paulo, 11(6):3-8, Fev. 1969.
11. PROGRAMA INTEGRADO DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS DE MINAS GERAIS - PIPAEMG. Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais. 2^a tentativa. Belo Horizonte. 1972. 88p.
12. ROSAND, F. P. C. e SANTANA, M. B. M. Comparação de extratores químicos de fósforo em solos do Sul da Bahia. Turrialba, 22(1):19-26. Jan./Mar. 1972.
13. VIDOR, Caio & FREIRE, J. R. Jardin. Calibração de análises de solo para cultura da soja. Agron. Sulriograndense, 2(2):63-72. 1971.
14. WAUGH, D. L. & FITTS, J. W. Estudos para interpretação de solo; de laboratório e em vasos. Inst. Soil Test. nº 3. Carolina do Norte. 1960.

SUMMARY

CARDOZO, V. & DEFELIPO, B. V. Extratores químicos de fósforo e potássio e estabelecimento de seus níveis críticos para alguns solos do Estado do Espírito Santo. Vitória, EMATER, 1977. 32 p. (Boletim Técnico da EMATER-ES, nº 7).

A majority of the soils need a supplement of fertilizers enabling the crops cultivated to provide high yields.

Using 10 soils of the state of Espírito Santo was attempted to investigate the following aspects: The soil's response to phosphate - and potash fertilization; phosphorus and potassium available in the soils making use of different extractors; compare the extractors to each others, and establish the critic level of phosphorus and potassium for each of the extractors used.

The investigation was carried out in green-house utilizing Sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench) as indicator plant.

Fertilizers applied: 0, 100, 200 and 300 kg/ha of P₂O₅, and 0, 40, 80 and 120 kg/ha of K₂O. A significant effect of phosphate fertilization on the dry matter production of Sorghum was determined. With respect to potash fertilization, significant responses were only observed in the soils PV₄ and LVd₁₁.

The extractors evidenced different extraction capacities.

When correlating the phosphorus and potassium contents of the treatment with the quantities of these elements, extracted by the different extractors, positive and significant correlations were found for all of them.

The critic level of phosphorus and potassium was determined for each extractor used.

PEDE-SE PERMUTA DE PUBLICAÇÕES
WE ASK FOR PUBLICATION EXCHANGE
ON DEMANDE L'ÉCHANGE DES PUBLICATIONS
MAN BITTET UM PUBLIKATIONAUSTAUSCH

Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do
Estado do Espírito Santo - EMATER-ES
Caixa Postal, 644
29.000 - Vitória - Espírito Santo - Brasil

IMPRESSO NA EMATER-ES