

AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DE SOLOS DE VIÇOSA, MINAS GERAIS; USO DE MICROPARCELAS

José Mário Braga*

1. INTRODUÇÃO

Desde o estabelecimento dos primeiros ensaios de campo, realizados por Jean Baptiste Boussingault, em 1834, com a finalidade de estudar a nutrição vegetal, têm sido estudados vários métodos com a finalidade de obter informações que indiquem o comportamento de vegetais face à aplicação de fertilizantes ou, em outras palavras, métodos usados para estimar o grau de fertilidade do solo.

Os métodos de avaliação da fertilidade serão bons ou maus se mostrarem com maior ou menor relêvo o real desajuste entre o vegetal e o meio, mesmo os realizados em estufa. Entre outras qualificações deve o método apresentar as seguintes: a) reprodutividade de resultados; b) rapidez nas respostas; c) menor erro experimental; d) universalidade de aplicação em solos e ambientes; e) extrapolação dos resultados obtidos, para outros vegetais que não aquele que foi ou está sendo testado e f) base teórica de aplicação.

É bem vasta e variada a lista dos métodos usados na avaliação da fertilidade do solo. Em 1944, foi proposto por HOLMES, segundo HARDY (2), o uso de micro-parcelas de milho. Esse método foi estudado por HARDY, em Turrialba,

Recebido para publicação em 15/5/1968.

* Professor Adjunto de Solos e Adubos.

O autor agradece aos professores Moacir Maestri, José Alberto Gomide, Fábio Ribeiro Gomes e Bairon Fernandes as sugestões apresentadas; e ao Laboratório de Análise da Diretoria de Pesquisa as análises de nitrogênio.

e d'êste centro atingiu o Centro de Pesquisas Lavoura Cacaueira-Bahia, de onde, graças à liderança d'êste Instituto de Pesquisa, tem se difundido por todo o Brasil, especialmente norte e nordeste.

Êsse trabalho teve a finalidade de estudar o método e obter informações sôbre o seu comportamento em solos de Viçosa, Minas Gerais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O método de micro-parcelas foi proposto por HOLMES, em 1944, com a finalidade de determinar rapidamente o estado nutritivo de um solo e comparar ao mesmo tempo a fertilidade de diversos solos (2). Êle consiste em deixar em uma área pequena (um quadrado de sessenta centímetros de lado) cêrca de 30 plantinhas de milho, deixando que aí permaneçam por um período de trinta dias. Com a finalidade de avaliar a fertilidade do solo que está sendo testado, são colocadas no solo quantidades diferentes de fertilizantes e pela reação de produção (pêso úmido do material) pode-se estimar o grau de fertilidade.

Teoricamente, o processo é a hibridação do método de Neubauer com o de ensaios de campo, visto que alia a condição de esgotamento de reservas nutritivas de um solo quando sujeito a uma alta taxa populacional e no período de maior intensidade de crescimento do vegetal, e por outro lado estuda o vegetal no ambiente natural, verificando, d'êste modo, o real desajuste entre êste e o ambiente (1).

Como a taxa de crescimento do milho na fase inicial de crescimento é elevada e para que ocorra difusão do nutriente do solo para o vegetal é necessário que o elemento se encontre em quantidade suficiente para que não se torne limitante ao crescimento do vegetal.

Quando o elemento que se está estudando não limita o crescimento, pode-se supor que a capacidade e intensidade cedente d'êste solo em relação ao elemento é boa e que o solo é fértil. Presume-se que o resultado obtido possa ser extrapolado para o vegetal em condições normais.

No caso de microparcels, o raciocínio anterior é válido se bem que os aníons tenham em especial o fósforo, posteriormente, reações intermediárias capazes de alterar as interferências gerais. Mesmo assim, quando há bom supri-

mento de aníons, neste período, presumivelmente também haverá nas fases posteriores de crescimento do vegetal.

Muitas vezes a manutenção de uma pequena concentração na fase líquida do solo é suficiente para que o elemento deixe de ser limitante ao crescimento do vegetal. É o que acontece com o fósforo que, numa concentração de 1 ppm em solução é suficiente para o suprimento deste elemento ao desenvolvimento do vegetal (7).

Os métodos que fazem a avaliação da fertilidade do solo, usando ou não vegetal como indicador, necessitam correlacionar os dados obtidos com a produção para prever as respostas. Por sua vez, a planta indicadora, escolhida para o teste, deve reunir, entre outras qualidades, a de ser sensível ao elemento testado. A escolha do milho apresenta a vantagem de ter o porte ereto, resistência a doenças e facilidade de aclimação em todas as estações do ano.

Quando são feitos ensaios com vegetais ou microrganismos, pode-se lançar uma variedade bastante grande de delineamentos experimentais. Para atender à finalidade específica de um estudo, o pesquisador utiliza um delineamento que possa fornecer os contrastes mais interessantes.

Em trabalhos de avaliação de fertilidade o delineamento experimental que oferece uma série de informações interessantes é o fatorial, seja o mesmo completo ou não do tipo "composite". Um dos mais difundidos é o fatorial completo de três ao cubo. Em trabalhos exploratórios este desenho é lançado em cada local, sem repetições, o que permite abranger maior número de locais e, desta maneira obter maior quantidade de informações. Os respectivos delineamentos são posteriormente analisados, conforme HARDY et alii (3) e PIMENTEL GOMES (6).

A dificuldade no emprego do delineamento fatorial de três ao cubo é a escolha dos níveis. Isto porque as informações podem não mostrar a tendência dos níveis ensaiados e, neste caso, as informações serão bastante limitadas (4).

O método de Neubauer permite avaliar, pela análise química do vegetal, a quantidade do elemento que foi cedido pelo solo em determinado período de tempo. O mesmo princípio pode ser usado para a parte superior do vegetal e desta maneira verifica-se a quantidade que foi assimilada pelo vegetal em condições naturais.

O teor de nitrogênio no vegetal, tomando como base a porcentagem de peso seco, pode decrescer à medida que au-

menta a aplicação da fonte de nitrogênio.

O efeito de diminuição do teor do elemento na parte aérea também ocorre com o potássio, conforme é mencionado por LAWTON (5).

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Solo e Instalação

Para atender a finalidade do presente estudo foram lançados dois ensaios em terras da Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, Viçosa.

Ambos os ensaios foram instalados em solo próximo um do outro, localizados ao lado do Laboratório de Análise de Solo.

O solo é aluvial antigo, com relevo plano, circundado por um relevo forte ondulado de topos arredondados. A vegetação esparsa e variada no primeiro ensaio teve, no segundo, predominância de capim-gordura (Melinis minutiflora L.) e de assa-peixe (Vernonia sp.).

Depois de retiradas as amostras dos dois solos foram levadas ao laboratório, onde foram feitas as análises física e química. Os resultados se vêem nos quadros 1 e 2.

3.2. Ensaio de Campo

O delineamento experimental foi um fatorial de três ao cubo, com duas e três repetições, respectivamente para o primeiro e segundo ensaios com o confundimento de dois graus de liberdade da interação tripla. Foram utilizados como variáveis o nitrogênio, fósforo e potássio, tendo sido aplicados nas formas de sulfato de amônio (20% de N), superfosfato simples (20% de P_2O_5 solúvel em água) e sulfato de potássio (48% de K_2O).

QUADRO 1 - Análise Física e Classificação Textural dos Solos Colhidos nos Ensaio A e B (*)

	Ensaio A	Ensaio B
Areia Grossa	11,08%	18,31%
Areia Fina	18,06%	20,87%
Limo	30,95%	26,00%
Argila	39,91	34,76%
Classificação Textural	Franco Argilosa	Franco Argilosa

(*) Análise feita pelo Laboratório de Análise Física.

QUADRO 2 - Análise Química de Elementos Disponíveis (P, Ca, Mg, K), Matéria Orgânica e pH dos Solos Colhidos nos Ensaio A e B (*)

	Ensaio A	Ensaio B
pH	6,8	6,6
Ca - Mg (1)	10,3	9,3
K (1)	0,374	0,514
P (2)	1,6	1,3
Matéria orgânica	3,22%	4,2%

(1) - eq. mg/100 g de solo

(2) - ppm

(*) - Análise feita pelo Laboratório de Análise Química da Divisão de Solos.

As quantidades usadas de cada fonte de conformidade com os níveis, estão contidos no quadro 3.

QUADRO 3. Fontes e Quantidades dos Elementos (Kg do elemento/hectare) Usadas nos Ensaio de Campo.

Elemento	Fontes	Nível		
		0	1	2
Nitrogênio (N)	Sulfato de Amônio	0	336	672
Fósforo (P ₂ O ₅)	Superfosfato simples	0	280	560
Potássio (K ₂ O)	Sulf. de Potássio	0	112	224

As quantidades de cada nível a serem aplicadas foram calculadas para uma área de 0,36 metros quadrados, tendo sido divididas em três porções iguais e aplicadas no fundo de cada sulco, em mistura com o solo.

Cada parcela experimental tinha 60 x 60 centímetros e o espaçamento de 60 centímetros uma da outra.

Uma vez delimitada a área de cada parcela, foram abertos três sulcos igualmente espaçados e todos com a mesma profundidade de cinco centímetros.

Em cada parcela de plantio foram colocadas quarenta e cinco sementes, e, uma semana após a germinação, foram desbastadas para trinta plântulas, número este aceito como ideal.

Após trinta dias de germinadas as plantas foram cortadas ao nível do chão, pesadas e colocadas em saco de papel convenientemente etiquetados. Estes foram levados a uma estufa regulada a 70° centígrados e com circulação forçada de ar, por um período de uma semana, depois disto foram novamente pesadas.

Em ambos os ensaios foi necessário proceder à irrigação supletiva a fim de evitar o efeito prejudicial da concentração de sais. A irrigação não foi feita obedecendo a determinado critério.

No primeiro ensaio os dados obtidos foram reajustados, para o número ideal de trinta plantas, por simples regra de três, conforme recomendado por HARDY (2).

3. 3. Análise de Plantas

As plantas depois de secas e pesadas passaram por um moinho Wily, de peneira de 20 malhas, sendo analisados o nitrogênio, o fósforo e o potássio.

Análise de nitrogênio foi realizada pelo método de Kjeldahl e os resultados obtidos foram expressos em percentagem de nitrogênio total referido em peso seco do material.

Fósforo e potássio foram analisados após a mineralização pela digestão em ácido nítrico-perclórico. Da solução mineral foram retiradas alíquotas para determinação de P pelo desenvolvimento da coloração amarela da mistura do vanadato-molibdato. As leituras foram feitas com o fotômetro Spectronic 20 da Bausch Lomb (filtro 420 mμ).

A determinação do potássio foi realizada com auxílio do fotômetro de chama Beckman, usando-se a solução mineralizada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ensaio A

Os dados obtidos do ensaio, referem-se tanto ao peso úmido quanto ao peso seco e estão resumidos no quadro 4.

QUADRO 4 - Produções Médias, em g/Parcela, Expressas em Peso Seco e em Peso Úmido, no Ensaio A

Tratamento (NPK)	Produção		Tratamento	Produção		Tratamento	Produção	
	P. Úm.	P. Seco		P. Úm.	P. Seco		P. Úm.	P. Seco
000	238	32,0	001	151	20,1	002	216	26,8
012	207	25,3	010	304	35,1	011	208	33,4
021	324	38,3	022	401	47,0	020	230	27,5
101	380	45,0	102	552	67,0	100	554	66,6
110	400	51,4	111	743	88,0	112	571	65,6
122	539	65,3	120	469	60,0	121	965	81,0
202	276	59,1	200	484	59,2	201	520	60,2
211	667	74,2	210	469	59,5	210	201	60,1
220	1.062	63,9	221	417	81,4	222	552	58,3

Com os dados obtidos procedem-se a análise de variância (quadro 5). Nota-se os valores altos dos coeficientes de variação, principalmente, no caso do peso úmido. Este valor elevado, pode ser atribuído às condições em que foi realizada a pesagem, sendo possível que, por ter começado na parte da manhã e se prolongado até a tarde, a diferença de temperatura tenha provocado, juntamente com outros fatores, um aumento do erro experimental.

Já para o peso seco, o valor do coeficiente de variação é menor o que demonstra que há uma maior e melhor precisão nas informações.

Pelo quadro 5 verifica-se que o efeito do nitrogênio foi semelhante, tanto no peso úmido como no peso seco. Também o exame da figura 1 indica que as produções máximas obtidas com o uso de nitrogênio foram mais ou menos as mesmas, isto é, de 459 e 505 kg de N/ha respectivamente para peso úmi-

do e para peso seco. Êstes valores foram obtidos por derivação da equação de regressão quadrática ajustadas aos dados.

QUADRO 5 - Análise de Variância dos Dados de Peso Seco e Peso Úmido. Ensaio A.

Causa da Variação	Q. M.	Q. M.		F.	
		P. Úmido	P. Seco	P. Úmido	P. Seco
Blocos	5	240.112	1.904,39	8,49**	10,37**
Tratamento	24	85.506	749,60	3,00**	4,31**
Nitrogênio	2	497.901	6.544,48	17,61**	377,16**
Reg. Linear	1	508.369	9.389,61	17,98**	54,10**
Reg. Quadrático	1	487.433	3.699,35	17,24**	21,30**
Fósforo	2	105.483	419,96	3,77*	2,42
Reg. Linear	1	204.756	-	7,24**	-
Reg. Quadrático	1	6.211	-	0,22	-
Potássio	2	91.092	256,65	3,22	1,48
Reg. Linear	-	-	-	-	-
Reg. Quadrático	-	-	-	-	-
Interações					
NP	4	4.899	25,20	0,17	0,14
NK	4	54.622	139,54	1,93	0,80
PK	4	41.042	430,97	1,45	2,48
NPK	6	43.491	194,22	1,54	1,11
Resíduo	24	28.261	173,53	-	-
Total	53	-	-	-	-
Coefficiente de Variação	-	38	24,2	-	-

* - Significante a 5%

** - Significante a 1%

Desta maneira, pode-se supor que o efeito do nitrogênio se fez notar tanto afetando a suculência do milho como aumentando o peso seco do material. Aqui, verifica-se a conceituação, já aceita, de que o aumento da parte verde é acompanhada pelo aumento da parte seca, o que, posteriormente, vem afetar a produção total.

O fósforo mostrou-se importante apenas em relação ao

pêso úmido do material, porém não quando se tratou de pêso sêco do material. Apesar de não significativo percebe-se a tendência a um crescimento linear, quando em pêso sêco (figura 2).

Neste tipo de ensaio verificou-se um efeito salino da mistura, quando medido em pêso sêco do material vegetal. Nota-se êste efeito tanto para o nitrogênio como para o potássio. No caso do nitrogênio, verifica-se um decréscimo na produção de milho, quando a quantidade do nível aplicado foi da ordem de 505 kg de N, por hectare (figura 1).

Verifica-se o mesmo fenômeno quanto às doses de potássio aplicada. Embora o valor de F obtido não tenha sido significativo ao nível de 5% o foi a 10%, o que justificou o ajustamento dos dados à regressão quadrática, como se vê na figura 4. O comportamento do potássio mostra-se idêntico também no pêso sêco, muito embora não tenha sido significativa a diferença entre os diversos tratamentos e o nível de 113 kg de K_2O /ha foi o que ocasionou maior produção, valor êste obtido por derivação da equação de regressão.

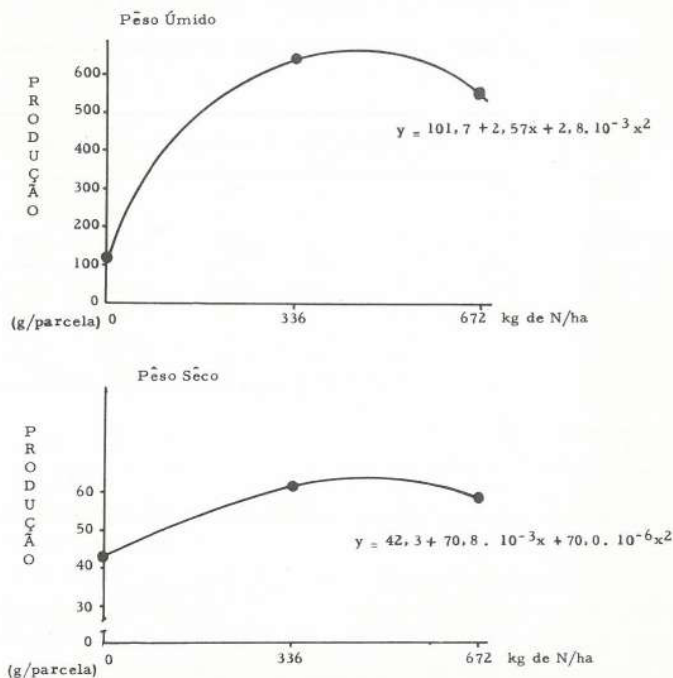


FIGURA 1 - Representação Gráfica das Equações de Regressão do Efeito de Nitrogênio, no Ensaio A.

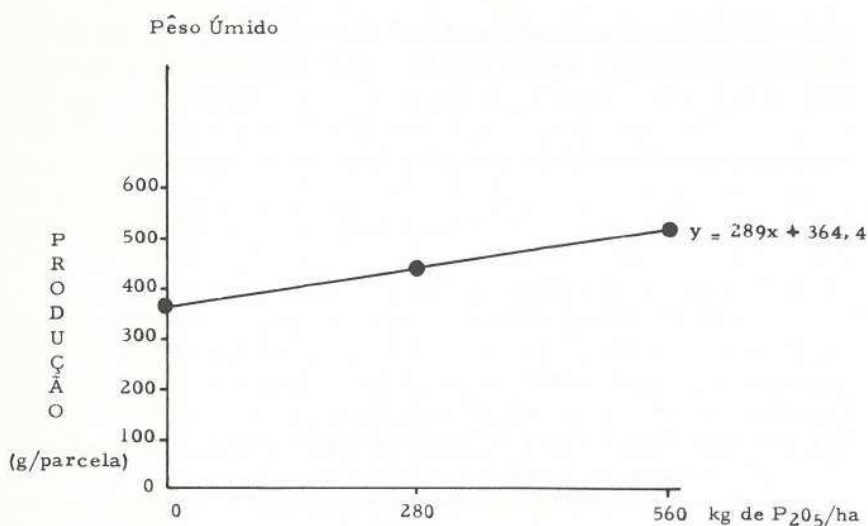


FIGURA 2 - Representação Gráfica da Equação de Regressão do Efeito de Fósforo, no Ensaio A.

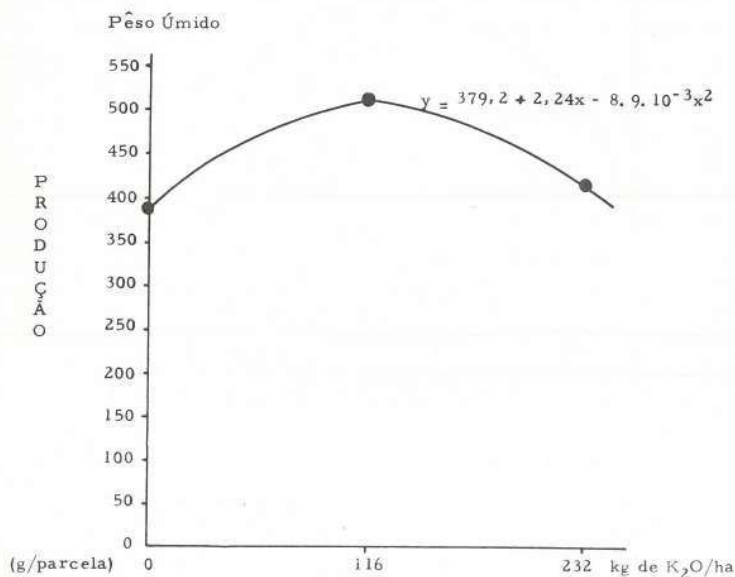


FIGURA 3 - Representação Gráfica da Equação de Regressão do Efeito do Potássio, no Ensaio A.

Existe uma relação entre o peso úmido e o peso seco do material, o que permite dizer que tanto um valor quanto o outro pode ser utilizado para servir de termo de comparação neste tipo de ensaio. O valor obtido de \bar{r} para o caso foi de $0,81$, significante a 1% .

4. 2. Ensaio B

4. 2. 1. Produção

Obtidos os dados de produção, foi possível então tirar uma idéia das produções alcançadas que estão contidas no quadro 6.

QUADRO 6 - Produções Médias em Parcela, Expressas em Peso Seco e Peso Úmido, no Ensaio B

Tratamento	Produção		Tratamento	Produção		Tratamento	Produção	
	P. Úm.	P. Seco		P. Úm.	P. Seco		P. Úm.	P. Seco
000	402	49,0	001	338	42,3	002	524	62,7
012	289	41,5	010	510	66,5	011	508	60,4
021	358	45,0	022	481	57,3	020	428	54,0
101	434	54,4	102	526	57,1	100	480	59,9
110	728	97,3	111	640	81,2	112	731	92,6
122	678	92,0	120	774	81,6	121	808	97,6
202	421	53,9	200	717	100,5	201	769	81,2
211	857	103,0	202	769	90,2	210	835	108,2
220	993	131,2	221	851	105,4	222	1.019	119,9

Como os dados procedem-se a análise de variância conforme consta no quadro 7.

Obtida a significância à regressão linear dos elementos nitrogênio e fósforo, foi feita a análise de regressão dos dados, obtendo-se então as equações representadas na figura 4.

A ausência de uma resposta à regressão quadrática não permite a obtenção de um valor máximo de produção ocasionado pelo efeito de nitrogênio ou de fósforo. Infere-se disto que as produções máximas possivelmente devem estar além dos limites testados neste ensaio.

QUADRO 7 - Análise de Variância dos Dados de Pêso Sêco e Pêso Úmido Obtidos no Ensaio B

Causa da Variação	Q. M.	Q. M.		F.	
		P. Úmido	P. Sêco	P. Úmido	P. Sêco
Blocos	8	65,584	612,34	1,10	1,92
Tratamento	24	136,595	2.093,83	3,76**	4,01**
Nitrogênio	2	966,805	14.908,21	26,83**	28,40**
Reg. Linear	1	1.917,610	29.554,20	53,19**	56,33**
Reg. Quadrática	1	16,001	262,20	0,47	0,47
Fósforo	2	279,736	4.668,47	8,40**	8,21
Reg. Linear	1	529,848	8.527,74	15,34**	15,56**
Reg. Quadrática	1	26,624	809,21	1,45	0,78
Potássio	2	16,499	825,78	1,48	0,48
Interações					
NP	4	70,647	1.160,62	2,08	2,08
NK	4	9,768	409,07	0,74	0,28
PK	4	11,175	151,23	0,27	0,32
NPK	6	64,306	427,24	0,76	1,88
Resíduo	48	34,037	555,62	-	-
Total	80	-	-	-	-

** - Significante a 1%

No ensaio A o máximo de produção foi obtido na dose de 505 kg de nitrogênio, e no B foi atingido acima deste valor. Deve-se levar em consideração ainda que as produções no ensaio B foram superiores às do ensaio A, tomando-se pêso sêco.

O fósforo teve comportamento semelhante ao nitrogênio em relação ao pêso úmido ou ao pêso sêco, e tudo indica que a mobilidade de fósforo da fase sólida do solo para o vegetal tenha sido menor que no ensaio A.

Não há resposta à aplicação de potássio neste solo, o que também foi notado no ensaio A. É possível que esta ausência de resposta esteja ligada à própria origem do solo ou então por ser as quantidades ainda insuficientes para saturar todo o complexo do solo. Das duas hipóteses é a primeira a mais válida uma vez que estamos em região onde as micas hidratadas, biotita e muscovita estão presentes. Deste modo, o chamado "poder de suprimento de potássio" é alta.

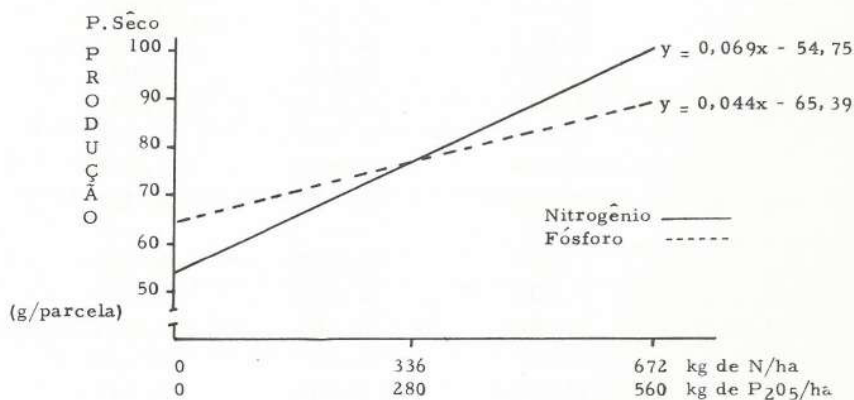
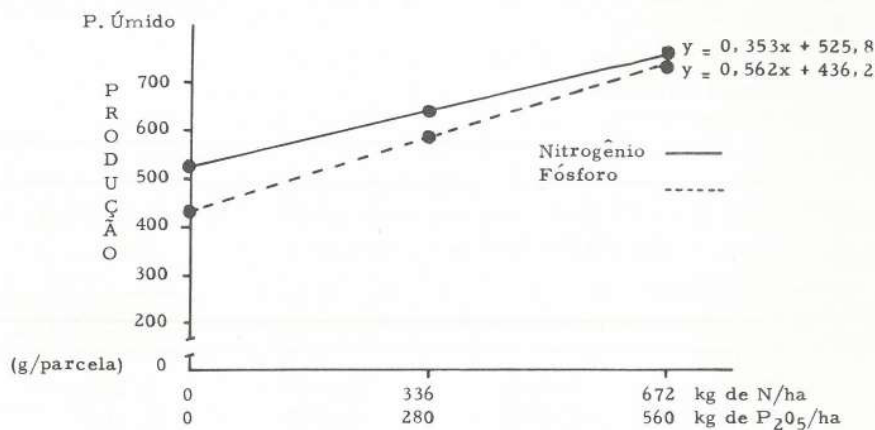


FIGURA 4 - Representação Gráfica das Equações de Regressão do Efeito de Nitrogênio e Fósforo, no Ensaio B.

4. 2. 2. Análise de Vegetal

Neste mesmo ensaio foi realizada a análise da parte aérea do vegetal, conforme foi especificado no Material e Métodos.

Os valores obtidos na análise química da parte aérea do vegetal estão no quadro 8 e com eles foi feita a análise lançada no quadro 9.

QUADRO 8 - Percentagem de Nitrogênio, Fósforo e Potássio na Parte Aérea do Vegetal

Tratamento	Nitrogênio (%)	Fósforo (%)	Potássio (%)
000	2,015	0,609	2,555
012	2,032	0,695	2,961
021	2,042	0,685	3,565
101	2,037	0,508	4,398
110	1,665	0,450	3,214
122	1,895	0,560	2,892
202	1,978	0,602	3,601
211	1,883	0,458	2,569
220	1,943	0,450	3,615
001	2,333	0,730	3,585
010	2,127	0,742	3,752
022	2,085	0,646	3,011
102	2,011	0,538	3,258
111	1,856	0,582	3,260
120	1,648	0,597	3,550
200	2,150	0,538	3,304
202	1,617	0,563	4,083
221	1,808	0,602	4,062
002	2,102	0,699	3,507
011	2,020	0,666	3,337
020	1,993	0,697	3,469
100	1,815	0,569	3,416
112	1,781	0,490	2,983
121	1,414	0,491	3,404
201	1,900	0,546	3,641
210	1,650	0,463	3,817
222	2,176	0,445	2,994

QUADRO 9 - Análise de Variância dos dados da Análise Química da Parte Aérea do Vegetal

		Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
		QM	F	QM	F	QM	F
Blocos	8	1,0829	24,38**	0,0150	2,8	0,5320	1,58
Tratamento	24	0,1140	2,56*	0,6655	5,32**	0,6175	1,82
Nitrogênio	2	0,5118	11,53**	0,2321	44,6 **	-	-
Reg. Linear	1	0,0058	0,13	0,3750	74,11**	-	-
Reg. Quadrát.	1	1,0179	22,90**	0,0892	17,15**	-	-
Fósforo	2	0,2448	5,51*	0,0047	0,90	-	-
Reg. Linear	1	0,0025	0,05	-	-	-	-
Reg. Quadrát.	1	0,4871	10,79**	-	-	-	-
Potássio	2	0,039	0,8	0,0022	0,4	-	-
Interações							
NP	4	0,0763	0,71	0,0072	11,38	-	-
NK	4	0,0344	0,77	0,0034	0,65	-	-
PK	4	0,0768	1,72	0,0040	0,76	-	-
NPK	6	0,066	1,49	0,0214	4,11	-	-
Resíduo	48	0,0444	-	0,00523	-	0,3362	-
Total	80	-	-	-	-	-	-
CV%		15,43%		12,08%		17,05%	

* - Significante a 1%

** - Significante a 5%

A. Nitrogênio. O nível da testemunha foi de 1,93% tomando como base o peso sêco do material vegetal, e este valor está abaixo do normal para o milho neste período de crescimento vegetativo. Percebe-se (quadro 9) que o comportamento do teor deste elemento na parte aérea foi influenciado pela aplicação de níveis crescentes de nitrogênio e fósforo.

A diminuição do teor de nitrogênio possivelmente esteja ligado a um efeito de diluição, motivado pela diferença da taxa de absorção do elemento. Quando o vegetal cresce na ausência do nitrogênio a absorção dele se faz de maneira uniforme. Adicionado a dose um de nitrogênio, houve maior impacto no crescimento vegetal, tendo sido a taxa de crescimento bem superior à taxa de absorção, provocando um desajuste na relação absorção: crescimento. Mesmo quando foi adicionado a dose 2, houve maior disponibilidade de nitrogênio e como a produção foi menor houve uma elevação da taxa de absorção em

relação à taxa de crescimento, provocando uma elevação da percentagem de nitrogênio na folha.

Pelo quadro 9 verifica-se que o fósforo teve influência no teor de nitrogênio, na parte aérea. Este efeito se fez de acordo com uma regressão quadrática, havendo um valor mínimo a ser considerado como está representado na figura 5.

Os valores mínimos mostram ser praticamente os mesmos, isto é, de 345 e 347 kg de nitrogênio e fósforo por hectare, valores estes obtidos após a derivação das equações de segundo grau obtidas pelo ajustamento de dados.

Na possibilidade do efeito de diluição estar dissimulando o verdadeiro comportamento do nitrogênio proveniente de adubo aplicado, foi feita a análise da variância dos dados obtidos com a multiplicação do teor de análise química pelo peso do material. O valor obtido é a quantidade de nitrogênio recuperado.

Os dados obtidos (quadro 10) confirmam a hipótese de diluição estar realmente agindo, tanto na faixa de depressão como na elevação do teor de nitrogênio, na parte aérea do vegetal.

Com os dados obtidos no quadro de variância foi possível determinar as curvas de regressão para os efeitos de nitrogênio e do fósforo, tendo sido encontradas duas retas de valores de b bastante aproximadas e representado na figura 7.

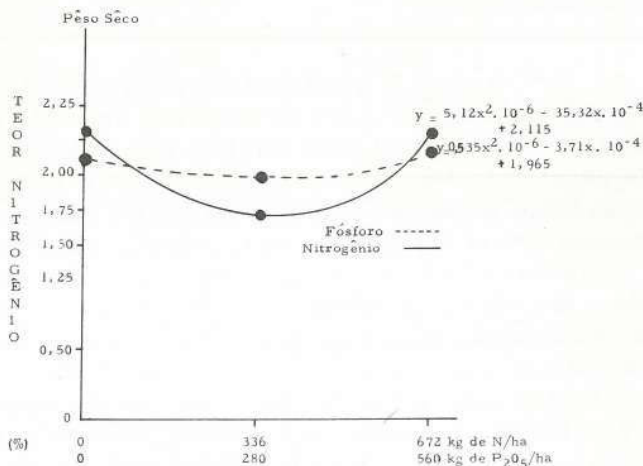


FIGURA 5 - Variação de Nitrogênio na parte Aérea de Milho Influenciada Pelas Doses de Nitrogênio e Fósforo Aplicadas. Ensaio B.

QUADRO 10 - Análise de Variância dos Dados da Quantidade de Nitrogênio Recuperado no Ensaio B

Causa da Variação	G. L.	Q. M.	F.
Bloco	8	1,2688	4,21**
Tratamento	24	0,7244	2,40**
Nitrogênio	2	4,2508	14,12**
Reg. Linear	1	8,4239	27,90**
Reg. Quadrática	1	0,0777	0,25
Fósforo	2	1,0221	3,39**
Reg. Linear	1	2,0416	6,78**
Reg. Quadrática	1	0,0027	0,008
Potássio	2	0,1284	0,42
Interações			
NP	4	0,5989	1,99
PK	4	0,2787	0,92
NK	4	0,1733	0,67
NPK	6	0,3964	1,31
Resíduo	48	0,3009	-
Total	80	-	-

CV% 15,43

* - Significante a 5%

** - Significante a 1%

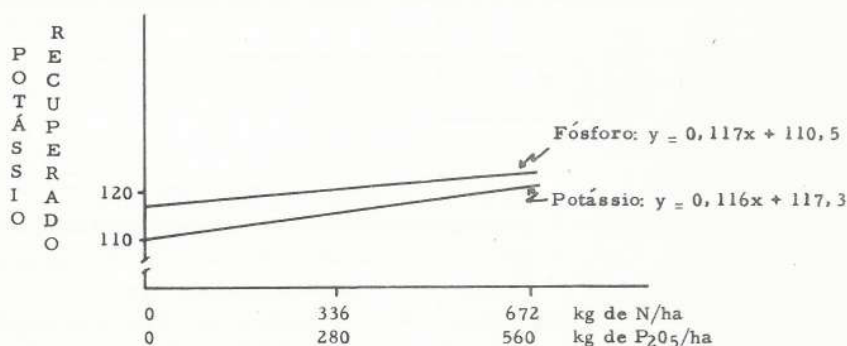


FIGURA 6 - Representação das equações de Regressão Para Nitrogênio e Fósforo Recuperado no Ensaio B.

B. Fósforo: O teor de fósforo na folha de milho atingiu a média de 0,579, tomando-se como base o peso seco. Os dados permitiram que se fizesse a análise de variância constante do quadro seguinte:

QUADRO 11 - Análise de Variância dos Dados Relativos a Teores de Fósforo da Parte Aérea das Plantas de Milho, no Ensaio B

Causa da Variação	G. L.	Q. M.	F.
Blocos	8	0,1503	28,73 **
Tratamento	24	0,0277	5,32 **
Nitrogênio	2	0,2321	44,60 **
Reg. Linear	1	0,3750	72,11 **
Reg. Quadrática	1	0,0892	17,75 **
Fósforo	2	0,0047	0,9
Potássio	2	0,0022	0,4
Interações			
NP	4	0,0072	1,38
NK	4	0,0034	0,65
PK	4	0,0040	0,76
NPK	6	0,0214	4,11 *
Resíduo	48	0,0052	-
Total	80	-	-
CV	12,08%		

* - Significante a %

** - Significante a %

Do quadro 11 percebe-se que apenas o nitrogênio afetou o teor de fósforo na planta. Esta ação se fez da maneira negativa, como se pode perceber pela figura 7.

Esta figura sugere um auto governo de absorção do nitrogênio e o fósforo de tal maneira a elevação da aplicação do nitrogênio tenha diminuído o teor de fósforo na parte aérea do vegetal.

Examinando-se os dados de interação contidos no quadro 12, percebe-se o fenômeno da competição.

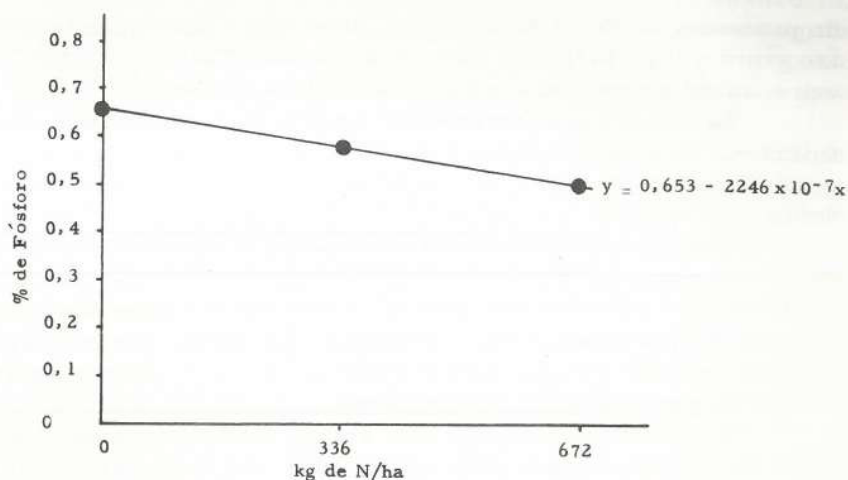


FIGURA 7 - Variação de Fósforo na Parte Aérea de Milho Influenciada Pelas Doses de Nitrogênio. Ensaio B.

QUADRO 12 - Interação da Percentagem do Fósforo na Parte Aérea e das Doses de Nitrogênio Aplicada no Solo

Doses de Nitrogênio	Doses de Fósforo		
	0	1	2
0	0,679	0,701	0,676
1	0,538	0,508	0,549
2	0,563	0,495	0,499

O fenômeno de competição aniônica aconteceu em todos os casos do ensaio, onde foram aplicadas ao mesmo tempo o nitrogênio e o fósforo. Percebe-se que o ligeiro aumento havido com aplicação da dose dois e na ausência de fósforos. O fato parece estar ligado a um aumento de absorção de fósforo provocado pelo maior crescimento do vegetal.

C. Potássio: O teor de potássio no vegetal foi da ordem de 3,4% e os valores obtidos não foram influenciados pelos níveis de potássio aplicados.

Entretanto, LAWTON (6) afirma que há sempre, no caso

do potássio, o efeito da diluição, principalmente quando o nitrogênio e o fósforo são aplicados ao solo. Esta afirmativa levou o autor a pesquisar este aspecto do problema.

Foi assim analisado o teor de potássio obtido pela multiplicação da análise química do elemento e o peso seco do vegetal. Posteriormente, foi procedida a análise estatística dos dados e preparado o quadro 13.

Este comportamento parece lógico. O nitrogênio e o fósforo realmente afetam o peso seco do material e como não houve diferença significativa entre os teores de potássio (o que vale dizer que estas doses cresceram na mesma proporção de potássio aplicado) a quantidade recuperada foi afetada pela variação do peso seco da massa verde.

Foi ainda estudado a correlação entre pesos seco e úmido do material tendo sido encontrado um valor de $r = 0,31$ que não foi significante ao nível de 5%.

QUADRO 13 - Análise de Variância dos Dados de Quantidade de Potássio Obtidos no Ensaio B

Causa da Variação	G. L.	Q. M.	F.
Bloco	8	6.672,87	0,70
Tratamento	24	29.356,66	3,10*
Nitrogênio	2	233.462,50	24,70**
Reg. Linear	1	466.822,82	49,40**
Reg. Quadrática	1	102,18	0,01
Fósforo	2	38.417,00	4,06**
Reg. Linear	1	76.027,52	8,08**
Reg. Quadrática	1	806,48	0,09
Potássio	2	11.458,00	1,21
Interações			
NP	4	8.967,00	0,94
PK	4	7.468,25	0,79
NK	4	5.265,75	0,55
NPK	6	8.513,64	0,90
Resíduo	48	9.448,47	-
Total	80		

CV 12%

** - Significante a 5%

* - Significante a 1%

É bastante interessante a informação deste quadro 13. A quantidade de potássio recuperada está relacionada com os teores de nitrogênio e de fósforo (figuras 8 e 9), porém, não com os teores de potássio adicionados ao solo. Como os dois elementos afetaram o crescimento vegetal a absorção de potássio acompanhou proporcionalmente este fenômeno. Ao mesmo tempo, a carência de resposta à aplicação de potássio, em termos de produção, afeta também a sua absorção.

Com estes dados foi possível construir o gráfico da figura 9. Percebe-se que as doses de potássio foram afetadas pelo efeito de diluição, notando-se que o teor de potássio cresce à medida que as doses de nitrogênio e fósforo aumentam.

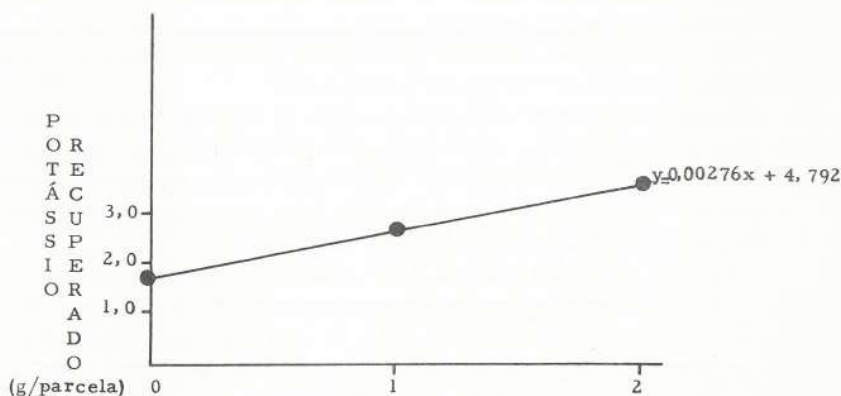


FIGURA 8 - Representação Gráfica da Quantidade de Potássio Recuperada e Influenciada Pela Aplicação de Níveis de Elemento e Nitrogênio. Ensaio B.

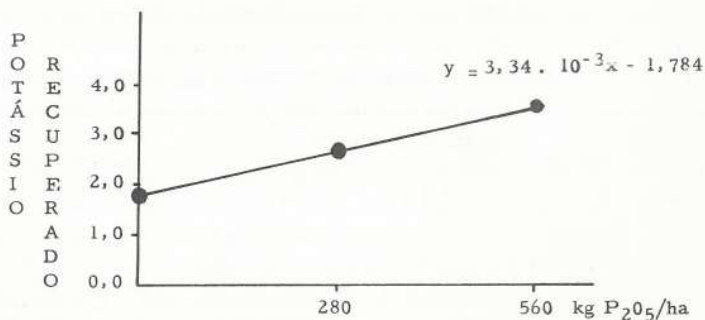


FIGURA 9 - Representação Gráfica da Quantidade de Potássio Recuperada e Influenciada Pela Aplicação de Níveis de Elementos Fósforo. Ensaio B.

4. 3. Comparação Entre os Dois Solos

Para efeito comparativo entre os dois solos, pode-se estimar as produções em termos de percentagem entre os níveis e entre as testemunhas dos dois solos.

As maiores respostas percentuais em relação às produções máximas, referem-se às maiores ou menores diferenças para se obter a avaliação da fertilidade do solo. Dêste modo, maiores diferenças em relação ao mesmo valor índice mostram sinais de maior deficiência.

Quando se procede à comparação entre solos, os valores percentuais são suficientes e podem ser calculados tendo como base o comportamento de cada tratamento ou a relação com a produção mais elevada.

Aplicando esta técnica nos dados destes ensaios, o resultado encontrado acha-se no quadro 13.

Êstes dados nos informam que o elemento mais deficiente nestes dois solos é o nitrogênio. Em ambos os solos, o teor de nitrogênio realmente disponível não atinge o limite de 1 unidade Baule, isto é, o solo não tem capacidade para 50% da produção máxima em condições naturais.

No solo do ensaio A, a deficiência de nitrogênio é corrigida com a aplicação da dose correspondente ao nível 1, mas isto ocorre quando se trata do solo B em que é necessária a aplicação do nível 2 para a correção. É possível que esta diferença seja provocada pelo maior teor de matéria orgânica presente no solo B. Isto indica que a deficiência é mais atuante no caso do solo B.

Quanto ao fósforo verifica-se maior deficiência natural no solo B do que no solo A. Entretanto, em todos os dois solos, a adição do primeiro nível foi suficiente para corrigir praticamente a deficiência de fósforo neste solo. Com a aplicação deste nível observa-se que as produções foram niveladas, atingindo 91 e 92% do máximo possível nestas condições para os solos A e B, respectivamente.

Em relação ao potássio, o comportamento foi o mesmo em todos os dois solos: não foi obtida resposta à aplicação deste elemento em um ou em outro solo. Verifica-se que o efeito danoso da concentração foi mais saliente no solo B. Interessante é notar que a diferença entre os teores de potássio no solo analisado quimicamente corresponde à adição do nível 1 ao solo e quando isto é feito as produções se equivalem, indicando que o nível de 0,374 eq. mg/100 g de potássio, neste

caso, já é suficiente para dar um máximo de produção e, acima deste nível, há a possibilidade do efeito prejudicial da concentração deste elemento.

QUADRO 14 - Valores Percentuais Encontrados nos Ensaio A e B tomando-se como Base as Produções Máximas

	Nitrogênio				Fósforo				Potássio			
	A		B		A		B		A		B	
	PU	PS	PU	PS	PU	PS	PU	PS	PU	PS	PU	PS
Test.	44	49	68	76	71	83	100	70	73	90	100	100
Nível 1	100	100	82	82	68	91	100	92	100	100	91	90
Nível 2	87	98	100	100	100	100	92	100	81	92	75	63

PU Pêso úmido

PS Pêso seco

5. CONCLUSÕES

Os dados obtidos com o emprego deste ensaio permitem concluir:

1. A avaliação do comportamento dos elementos, tanto em relação ao pêso úmido, quanto ao pêso seco é semelhante, podendo, desta maneira, ser usado um ou outro método para a obtenção dos dados.

2. Os dados testados apresentaram comportamentos bem diferentes. No solo do ensaio A foi verificada a presença de nível máximo de nitrogênio, o que não foi encontrado no solo do ensaio B. Em relação ao fósforo é necessário que ambos os solos sejam testados em outros níveis, superiores ao mais alto testado neste ensaio.

Há indicações de que o solo B tem capacidade cedora de potássio, o que não se verifica inteiramente com o solo A.

3. Os dados permitem sugerir doses que resultem em produções máximas para cada solo. Assim, no solo do ensaio A, aplicações superiores a 500 quilos de N, por hectare, podem causar uma concentração danosa ao vegetal, no sistema por que foi aplicado o adubo. O fósforo não atingiu ainda o ní-

vel suficiente para causar uma queda na produção.

O potássio tido sempre como provocador da elevação da concentração salina de uma solução, não afetou, nas concentrações usadas, a produção do vegetal no Ensaio B. Houve uma ligeira queda de produção no ensaio A, quando o nível de potássio foi a ordem de 113 kg de K_2O /hectare.

4. Há, se bem que deva ser variável com o grau de fertilidade do solo, respostas diferentes nos pesos do vegetal e isto permite que se possa avaliá-lo em termos de percentagem de produção. Em conseqüências desta variação torna-se perfeitamente possível usar o método empregado nos estudos de correlação entre análise química do solo e produção.

5. Maior volume de dados permitirá inferir dos ensaios de campo, correlações sobre balanço das fórmulas de fertilizantes para as diversas culturas e o período do ano para melhor aplicação destes princípios.

6. O vegetal não respondeu a aplicação de K e no ensaio B, onde o nível está acima do limite de disponibilidade, a aplicação de potássio fez cair consideravelmente a produção.

6. SUMÁRIO

O presente trabalho relata os resultados obtidos com a instalação do método de micro-parcelas de milho para: avaliar a fertilidade de solos de Viçosa; obter dados que possam relacionar peso úmido e peso seco; estudar valores máximos que podem ser adicionados a solos para que atinjam o limite de concentração salina e estudar a possibilidade de usar o método em estudos de correlação com análise química do solo.

Os resultados mostraram que há uma correlação significativa entre peso úmido e peso seco; as doses usadas foram insuficientes para mostrar um efeito danoso da concentração de fósforo, mas isto foi observado para o caso de nitrogênio (500 kg de N/ha) e potássio 113 kg de K_2O /ha.

O método mostrou-se capaz de fornecer indicações que merecem ser estudadas a fim de utilizá-lo para estudos de correlação de teor de análise química do solo e crescimento relativo.

7. SUMMARY

This paper reports results obtained with the installation of the corn micro-plots method in order to evaluate soil fertility in Viçosa; obtain data that may relate wet weight and dry weight; study maximum values that can be added to soils in order to reach the limit of sline concentration and study the possibility of using the method in correlation studies with chemical analysis of soil.

The results have shown that there is a significant correlation between wet weight and dry weight and dry weight; the doses used were insufficient to show a harmful effect of phosphorus concentration but it was observed in the case of nitrogen (500 kg of N/ha) and potassium (113 kg of K_2O /ha).

The method has been shown capable of supplying indications that deserve being studied in order to use it for correlation studies of chemical analysis content of soil and relative growth.

8. LITERATURA CITADA

1. BARBIER, G. Definição do Ácido Fósforo Assimilável do Solo. Fertilitéé, Paris. 6: 3-12. 1959.
2. HARDY, F. e BAZAN, R. The Maize Microplot Method of Soil Testing. Turrialba, Costa Rica. 16 (3): 267- 270. 1966.
3. HARDY, F. MULLER, L. A. e BAZAN, R. Avaliação da Fertilidade do Solo por meio de ensaios de Micro-Parcelas de milho. CEPLAC. Bahia. 1963. 18 p. (Tradução de Raimundo Fonseca).
4. HUNTER, A. A fertilidade do Solo. Recife. Convênio USAID /BRASIL. 1966. 150 p.
5. LAWTON, K. e COOK, R. L. Potassium in Plant Nutrition. Advance in Agronomy, New York 6:254- 303. 1954.
6. PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. Piracicaba, ESALQ. 1963. 384 p.

7. SEATZ, L. F. e STAMBERY, C. O. Advances in phosphate fertilization. In McVickar, Malcolun M. ed. Fertilizer Tecnology and Usage. Madison, USA, Soil Science Soc. of America. pp. 155-187. 1963.
8. TERMANN, G. L.; ALLEN, S. E. e CLEMENTS, L. B. Greenhouse Techniques for Soil-Plant-Fertilizer Research. Alabama, Tenesse Valley Authority. 1966. 63 p.