

# ESTUDO DE SISTEMAS DE APLICAÇÃO E DOSES DE FÓSFORO NO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DO CAFEIEIRO

Lucíola Ellen Calió MARTINS<sup>1</sup>, E-mail: lulinhamartins@yahoo.com.br; Enes FURLANI JÚNIOR<sup>2</sup>; Danilo Marcelo A. dos SANTOS<sup>3</sup>; Samuel FERRARI<sup>3</sup>; João Vitor FERRARI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Graduação em Agronomia, Unesp/Campus de Ilha Solteira; <sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia, Unesp/Campus de Ilha Solteira; <sup>3</sup>Doutorado em Agronomia, Unesp/Campus de Ilha Solteira

## Resumo:

O café é uma cultura muito explorada no mundo todo e o Brasil é reconhecidamente um dos países mais competitivos na atividade cafeeira; e devido as suas condições naturais, produz um café de qualidade superior a um custo bem menor em comparação aos demais países produtores. O presente trabalho teve por objetivo a avaliação das diferentes doses da adubação fosfatada na cultura do café e sua influencia nos teores foliares. A área experimental localiza-se na Fazenda de Ensino e Pesquisa da FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira, município de Selvíria-MS. O trabalho foi implantado em uma lavoura de café da variedade Mundo Novo no espaçamento 3,5 x 1 m, sendo composto por um fatorial 5x2, inteiramente casualizado, correspondendo a cinco doses diferentes de Fósforo e duas formas distintas de aplicação, num total de dez tratamentos com três repetições. Obteve-se como resultado que o diâmetro de caule e o número de pares de ramos plagiotrópicos apresentaram maior desempenho, com a aplicação de fósforo na dose de 50 kg.ha<sup>-1</sup>, independente se na linha de cultivo ou em área total.

**Palavra chave:** Café, adubação fosfatada e desenvolvimento vegetativo.

## STUDY OF APPLICATION SYSTEMS AND DOSES OF MATCH IN THE VEGETATIVE DEVELOPMENT OF THE COFFEE.

### Abstract:

The coffee is a culture very explored in the world all and Brazil is admittedly one of the countries most competitive in the coffee activity; e due its natural conditions, produces a coffee of superior quality to a well lesser cost in comparison to the too much producing countries. The present work had for objective the evaluation of the different doses of the fertilization fosfatada in the culture of the coffee and its influences in leaf. The experimental farm was localized out at the City of Selvíria, State of Mato Grosso do Sul,. The row spacing was 3,5 x 1,0, in the factorial system 5x2, in the completely randomized plots. The treatments were arranged with the factors phosphorus levels and methods of its application, with the amount of ten treatments with three replications. The results showed that the highest values of stem diameter and number of reproductive branches with the level of 50 kg.ha<sup>-1</sup> applied in lines or broadcasted.

**Key words:** Coffee, phosphorus fertilization and vegetative development.

### Introdução

A prática generalizada de adubação na cafeicultura é, muitas vezes, utilizada sem critério e de maneira exagerada. O fornecimento adequado de nutrientes contribui, de forma significativa, tanto no aumento da produtividade quanto no custo de produção. Nesta situação, a otimização da eficiência nutricional é fundamental para ampliar a produtividade e reduzir o custo de produção (FERRARI et al 2003).

A prática da adubação, apontada como fator de melhoria de qualidade do café produzido, deve ser muito bem avaliada nessa cultura. A reposição de nutrientes através de formulações que contenham P é de extrema necessidade para esta cultura, pois este nutriente participa significativamente no processo de formação de partes vegetativas, como ramos e folhas e também das reprodutivas, ou seja, flores e frutos. (MALAVOLTA et al, 1974).

O Fósforo compõem os chamados elementos ricos em energia, sendo o exemplo mais comum a adenosina trifosfato (ATP), que é utilizada em todas as reações do metabolismo que exijam a entrada (utilização) de energia. Essas reações são: síntese e desdobraimento de proteínas, sínteses e desdobraimento de óleos e gorduras, síntese e desdobraimento de carboidratos, trabalho mecânico, absorção, transporte e outros. O P é redistribuído pelo cafeeiro das partes mais velhas para as mais novas quando na sua falta e no crescimento de frutos e tecidos novos (MALAVOLTA, 1979).

O presente trabalho teve por objetivo a avaliação de sistemas de aplicação de adubo fosfatado na forma de superfosfato simples (a lanço em área total e na linha de cultivo, sob a projeção da saia) e de doses crescentes do respectivo fertilizante na cultura do café e sua influencia nos teores foliares.

### Material e Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido em uma área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa da FE/UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS com coordenadas geográficas 20°22' de Latitude Sul e 51°22' de Longitude Oeste e com altitude média de 335m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo

Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24,5°C, precipitação média anual de 1.232mm e umidade relativa média anual de 64,8% (Hernandez et al., 1995). O solo é do tipo LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico, textura argilosa A moderado, aluminico, fortemente ácido.

Para a realização do experimento utilizou-se uma área cultivada com a variedade de café Mundo Novo. A idade das plantas, no período de avaliações, era de 8 anos, tendo a lavoura uma densidade de plantio de 2.858 plantas/ha, dispostas no espaçamento 3,5 m entre linhas e 1 m entre plantas. O delineamento experimental utilizado foi o de Blocos Inteiramente Casualizados, composto por um fatorial 5x2, correspondente a cinco doses de fertilizante fosfatado (Superfostato simples) e duas formas distintas de aplicação do adubo, num total de 10 tratamentos com 3 repetições totalizando 30 parcelas. Cada parcela foi composta por cinco plantas, tendo como área experimental 17,5 m<sup>2</sup>. As avaliações foram feitas apenas nas duas plantas internas da parcela, sendo estas consideradas como área útil experimental.

As doses de Superfosfato simples empregadas nos tratamentos foram: dose 01 (0 kg.ha<sup>-1</sup> de P), dose 02 (25 kg.ha<sup>-1</sup> de P), dose 03 (50 kg.ha<sup>-1</sup> de P), dose 04 (75 kg.ha<sup>-1</sup> de P) e dose 05 (100 kg.ha<sup>-1</sup> de P); aplicadas de duas maneiras distintas. Na primeira forma, em superfície, sem incorporação, na linha de cultivo, correspondendo à projeção da saia do cafeeiro e na segunda forma, em área total da parcela, também em superfície, sem incorporação.

A implantação do experimento foi realizada no dia 09/10/2002. Após sete meses foram realizadas coletas de folhas em cada parcela experimental, de acordo com as recomendações de Malavolta (1983), no sentido de verificar o efeito dos tratamentos estudados na concentração de nutrientes nas plantas de café. Após a coleta, dando seqüência nos procedimentos analíticos, lavou-se as folhas em água destilada, secou-as em estufa com circulação e renovação de ar, em seguida foram moídas e encaminhadas ao laboratório de análise foliar e submetidas às digestão sulfúrica (determinação de nitrogênio) e nítrico-perclórica (determinação de fósforo e enxofre por colorimetria, K por fotometria de chama e Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn por Espectrofotometria de absorção atômica), seguindo a metodologia relatada por Bataglia et al (1983) e Embrapa (1999).

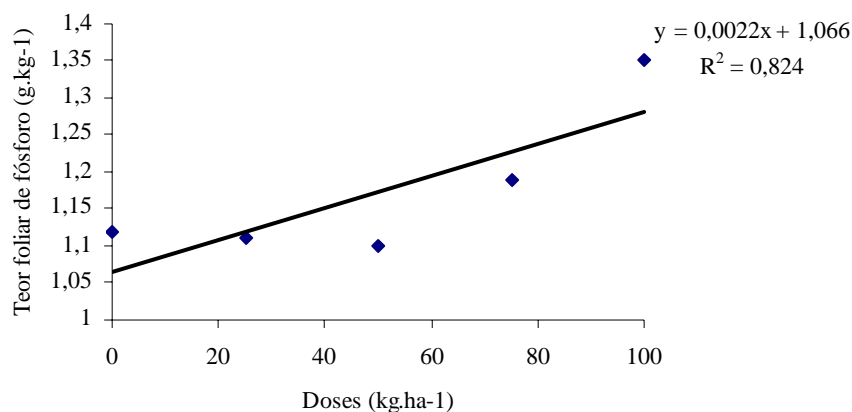
## Resultados e Discussão

Os resultados de análise foliar para os macronutrientes Nitrogênio, Fósforo e Potássio estão contidos na tabela 01. Verifica-se que somente os teores de P e de K sofreram variação significativa em função dos tratamentos aplicados. Nota-se que os teores foliares de N, apesar da não significância, apresentaram incrementos até a dose máxima de fósforo utilizada. Em relação aos teores foliares de P verificou-se tendência de elevação até a dose máxima aplicada (Figura 01). Os teores de P analisados situaram-se por volta de 1,1 a 1,3 g.kg<sup>-1</sup>. Malavolta et al (1997) afirma que os teores totais de P considerados adequados para o cafeeiro estão situados na faixa de 1,6 a 1,9 g.kg<sup>-1</sup>. Os resultados obtidos por Pavan et al (1986) vêm concordar com os valores sugeridos anteriormente, visto que estes autores constataram que o teor foliar apresentado pelo cafeeiro ante as máximas produções foi de 1,8 g.kg<sup>-1</sup>. Para o K percebe-se uma tendência de elevação nos teores foliares até a dose correspondente a 75 kg.ha<sup>-1</sup> de P, com posterior diminuição.

**Tabela 01-** Valores de p>F e valores médios para os teores foliares de Nitrogênio, Fósforo e Potássio determinados através de análise foliar.

Fatores	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
Doses	0,6360		0,1269		0,0846	
Forma de aplicação	0,3296		0,0500*		0,5342	
Doses x Forma	0,0518		0,2536		0,0010**	
CV (%)	10,5		15,09		10,66	
	Nitrogênio		Fósforo (g.kg <sup>-1</sup> )		Potássio	
Doses	Linear	Quadrática	Linear	Quadrática	Linear	Quadrática
0	32,11	31,68	1,07	1,12	67,05	63,41
25	32,39	32,46	1,11	1,10	67,59	68,16
50	32,67	33,05	1,15	1,11	68,12	71,24
75	33,23	33,62	1,23	1,19	69,19	72,42
100	33,79	33,39	1,31	1,35	70,25	66,96
p>F	0,6455	0,5805	0,0165	0,2495	0,5969	0,0345
R <sup>2</sup>	0,35	0,47	0,82	0,99	0,07	0,60
Formas de aplicação						
Área total	33,48		1,24		67,58	
Linha	32,20		1,11		69,30	

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



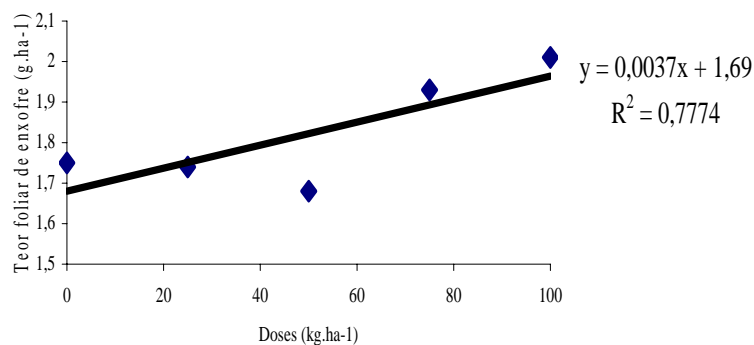
**FIGURA 01** – Teores foliares de fósforo em detrimento da aplicação de doses crescentes de adubo fosfatado.

Encontram-se na tabela 02 os teores foliares para os macronutrientes Cálcio, Magnésio e Enxofre. Verifica-se que os tratamentos empregados causaram variação significativa somente nos teores foliares de Magnésio e Enxofre. Os teores foliares de Ca e Mg apresentaram tendência de queda à medida que se aumentou a dose de fósforo aplicada. Já para o S pode-se verificar que os teores foliares apresentaram uma tendência de acréscimos até a dose máxima de superfosfato simples utilizada no experimento. Os teores foliares totais de enxofre presentes nos cafeeiros avaliados estão de acordo com Malavolta et al (1997) que apresenta como teores adequados de enxofre a concentração variante de 1,5 a 2,0 g.kg<sup>-1</sup> (Figura 02). Viana et al (1986) obteve máximo desempenho por parte do cafeeiro com uma aplicação de 50 kg.ha<sup>-1</sup> de S, tendo o solo a concentração de 35 mg .dm<sup>-3</sup> e os cafeeiros teores foliares de 1,1 g.kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 02-** Valores de p>F e valores médios para os teores foliares de Cálcio, Magnésio e Enxofre determinados através de análise foliar.

Fatores	Cálcio		Magnésio		Enxofre	
Doses	0,0762		02114		0,1035	
Forma de aplicação	0,8281		0,2355		0,0323*	
Doses x Forma	0,6384		0,0002**		0,1753	
CV (%)	17,7		12,12		19,92	
	Cálcio		Magnésio (g.kg <sup>-1</sup> )		Enxofre	
Doses	Linear	Quadrática	Linear	Quadrática	Linear	Quadrática
0	71,51	72,51	13,91	14,04	1,69	1,73
25	69,28	69,14	13,63	13,55	1,74	1,73
50	66,93	66,17	13,35	12,93	1,79	1,76
75	62,24	61,45	12,78	12,35	1,90	1,86
100	57,56	58,36	12,22	12,66	2,00	2,04
p>F	0,0258	0,7339	0,0475	0,1797	0,0155	0,5435
R <sup>2</sup>	0,57	0,58	0,67	0,97	0,77	0,84
Formas de aplicação						
Área total	65,98		13,54		1,72	
Linha	65,05		12,82		1,92	

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



**FIGURA 02** - Teores foliares de enxofre em detrimento da aplicação de doses crescentes de adubo fosfatado.

Na tabela 03 estão presentes os teores foliares de potássio influenciados pela interação entre formas de aplicação e diferentes doses de P. Observa-se que apenas as doses 0 e 75 kg.ha<sup>-1</sup> de P proporcionaram diferenças significativas entre as duas formas de aplicação do adubo fosfatado. Nessas doses, os teores foliares de K foram significativamente maiores nas aplicações na linha de cultivo (projeção da saia). Verificaram-se tendências contrárias no comportamento dos teores foliares de K em relação ao aumento das doses de P para as duas formas distintas de aplicação do adubo fosfatado. Para as aplicações em área total percebe-se uma queda dos teores foliares de K até a dose de 75 kg.ha<sup>-1</sup> de P, com posterior elevação. Já para as aplicações na linha de cultivo a tendência observada é de acréscimos nos teores foliares de K até a correspondente dose de adubo fosfatado mencionada anteriormente.

**Tabela 03** - Valores médios dos teores foliares de Potássio determinados através de análise foliar em função da interação entre forma de aplicação e diferentes doses de fósforo aplicados no solo.

Causas de Variação	Potássio (g.kg <sup>-1</sup> )				
Forma de aplicação x Doses					
Forma dentro de Doses	0	25	50	75	100
Área total	67,58 a	72,51	58,56	57,33 a	67,67
Linha	69,30 b	70,01	76,92	80,43 b	68,89
Doses dentro de forma	Área total		Linha		
	Linear	Quadrática	Linear	Quadrática	
0	71,31	74,71	62,79	52,12	
25	69,88	69,34	65,29	66,97	
50	68,44	65,53	67,80	76,96	
75	65,57	62,52	72,80	82,29	
100	62,71	65,78	77,80	68,14	
p>F	0,1134	0,1512	0,0094	0,00032	
R <sup>2</sup>	0,32	0,58	0,26	0,96	

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A tabela 04 traz os teores foliares de Magnésio influenciados pela interação entre formas de aplicação e diferentes doses de P. O Mg foliar mostrou-se significativamente maior nas aplicações em área total para as doses de 50 e 75 kg.ha<sup>-1</sup> de P, enquanto que para a dose 0 de P os teores foliares deste nutriente foram maiores nas aplicações na linha de cultivo. O comportamento dos teores foliares de Mg para as duas formas de aplicação apresentou tendências contrárias. Em área total os teores foliares deste nutriente elevaram-se até a dose de 75 kg.ha<sup>-1</sup> de P, enquanto que para as aplicações na linha de cultivo ocorreu o inverso, os teores foliares apresentaram queda até a respectiva dose, com posterior elevação.

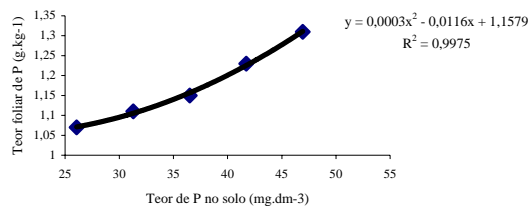
**Tabela 04** - Valores médios dos teores foliares de Magnésio determinados através de análise foliar em função da interação entre forma de aplicação e diferentes doses de fósforo aplicados no solo.

Causas de Variação	Magnésio (g.kg <sup>-1</sup> )				
Forma de aplicação x Doses					
Forma dentro de Doses	0	25	50	75	100
Área total	12,24 a	12,48	15,93 a	14,43 a	12,65
Linha	16,81 b	14,21	10,01 b	10,44 b	12,60
Doses dentro de forma	Área total		Linha		
	Linear	Quadrática	Linear	Quadrática	
0	13,34	11,91	14,48	16,90	
25	13,42	13,64	13,85	13,46	
50	13,49	14,72	13,21	11,13	
75	13,64	14,91	11,93	9,78	
100	13,78	12,49	10,65	12,84	
p>F	0,7072	0,0096	0,0035	0,00024	
R <sup>2</sup>	0,01	0,68	0,30	0,93	

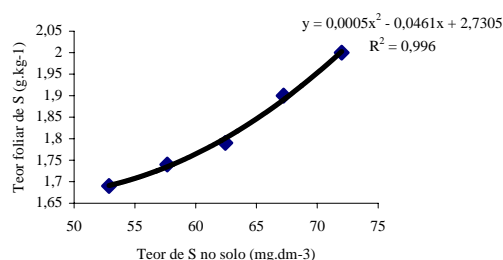
Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Através da observação da Figura 03 nota-se a correlação positiva entre os teores foliares de P e os teores de P no solo decorrente da aplicação de doses crescentes de superfosfato simples. A disponibilização de doses crescentes de adubo fosfatado promoveu aumento progressivo dos teores de P no complexo de troca e por conseqüência maiores teores foliares. Apesar de que, os teores de P presentes no solo, em função da adubação empregada, serem considerados altos, não foram suficientes para proporcionar, segundo Malavolta et al (1997), teores foliares de P adequados à cultura do cafeeiro.

O mesmo comportamento foi observado para os teores foliares de enxofre e os teores de enxofre no solo. As doses crescentes de superfosfato simples promoveram maiores teores deste elemento tanto no perfil do solo quanto nos tecidos foliares (Figura 04). Em relação ao enxofre até as menores doses empregadas proporcionaram teores considerados adequados para este nutriente, tanto para o complexo de troca, quanto para as estruturas foliares (Raj et al, 1997 e Malavolta et al, 1997).



**FIGURA 03** – Correlação entre os teores de fósforo foliar e os teores de fósforo no solo decorrentes da aplicação de doses crescentes de adubo fosfatado.



**FIGURA 04** – Correlação entre os teores de enxofre foliar e os teores de enxofre no solo decorrentes da aplicação de doses crescentes de adubo fosfatado

## Conclusões

A aplicação de doses crescentes de fósforo no solo utilizando como fonte o superfosfato simples proporciona incrementos crescentes nos teores foliares de fósforo e enxofre para o cafeeiro. As doses utilizadas nas avaliações não permitiram determinar um ponto de máximo acúmulo dos respectivos nutrientes nos tecidos foliares. Existe correlação positiva e significativa entre os teores foliares e os teores no solo dos macronutrientes fósforo e enxofre para a cultura do cafeeiro. O incremento no complexo de troca dos respectivos nutrientes proporciona elevação nos teores foliares de P e S.

## Referencias Bibliográficas

BATAGLIA, O.C., FURLANI, A.M.C., TEIXEIRA, J.P.F., FURLANI, P.R., GALLO, J.P. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agrônômico, 1983, bol. Tec. 78, 48 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, 370p, 1999.

FERRARI, S.; REIS, A.R.; FURLANI JÚNIOR, E.; TUAN, L.M.; MARTINEZ, W.V. Avaliação dos teores foliares de macro e micronutrientes em função de diferentes doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cafeeiro. **In: XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Ribeirão Preto-SP, 2003.

HERNANDES, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS, 1995. 45p. (Série Irrigação, 1).

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. de A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. de O. C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 752 p.

MALAVOLTA, E. Absorção e Transporte de íons e nutrição mineral. In: FERRI, M. G. (Coo) **Fisiologia vegetal**. 1. ed, São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979. P. 77 – 97.

MALAVOLTA, E. **Nutrição e adubação do cafeeiro**. Piracicaba: Potafos, 1983. 225p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. L. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

PAVAN, M. A.; CARAMORI, P. H. ANDROCIOILLI FILHO, A.; SCHOLZ, M. F. Manejo da cobertura do solo para formação e produção de uma lavoura cafeeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, p. 187 – 192, 1986.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Estimulantes. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.) **Recomendações de adubações e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed, Campinas: Instituto Agrônômico/ Fundação IAC, 1997. p. 91 – 103.

VIANA, A. S.; FLORENCE, M. L. D.; GARCIA, A. W. R.; FIORANTE, N. Estudos de fontes e doses de enxofre e zinco na formação de cafeeiros em solo Led. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFFEIRAS, 13., São Lourenço, 1986. Resumos... Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1986.