



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**CORRELAÇÃO DE MÉTODOS DE ANÁLISE DE FÓSFORO PARA VIDEIRA
CULTIVAR 'BRS VITÓRIA'**

HYAGO RENNAN DAMASCENA SOUZA

**Petrolina – PE
2020**

HYAGO RENNAN DAMASCENA SOUZA

**CORRELAÇÃO DE MÉTODOS DE ANÁLISE DE FÓSFORO PARA VIDEIRA
CULTIVAR 'BRS VITÓRIA'**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*
Petrolina Zona Rural, como parte dos
requisitos para a obtenção de título de
Engenheiro Agrônomo.

**Petrolina – PE
2020**

S729

Souza, Hyago Rennan Damascena.

Correlação de métodos de análises de fósforo para videira cultivar 'BRS Vitória' / Hyago Rennan Damascena Souza. - 2021.

34 f. : il. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia)-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2021.

Bibliografia: f. 31-34.

1. Fertilidade do solo. 2. Videiras. 3. Nutrição. 4. Adubação fosfatada. I. Título.

CDD 631.422



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO SERTÃO PERNAMBUCANO

FOLHA DE APROVAÇÃO

HYAGO RENNAN DAMASCENA SOUZA

CORRELAÇÃO DE MÉTODOS DE ANÁLISE DE FÓSFORO PARA VIDEIRA CULTIVAR 'BRS VITÓRIA'

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo, pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural.

Aprovado em: 09 / 03 / 2021

Banca Examinadora

Cicero Antonio de
Sousa
Araujo.22296980368

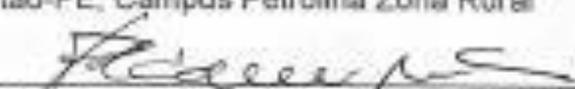
Atividade de Orientação em Ciências Exatas
Engenharia de Alimentos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - IFSE
Campus Petrolina - Avenida Antônio Manoel de Góes, 1000
Bairro de Santa Helena - Petrolina - PE - CEP: 55010-000

Dr. Cicero Antônio de Sousa Araújo
Orientador/Presidente
IF Sertão-PE, Campus Petrolina Zona Rural

Fábio Freire de
Oliveira.09513588706

Atividade de Orientação em Ciências Exatas
Engenharia de Alimentos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - IFSE
Campus Petrolina - Avenida Antônio Manoel de Góes, 1000
Bairro de Santa Helena - Petrolina - PE - CEP: 55010-000

Dr. Fábio Freire de Oliveira
2º Examinadora
IF Sertão-PE, Campus Petrolina Zona Rural


Dr. Luis Fernando de Souza Magno Campeche
3º Examinador
IF Sertão-PE, Campus Petrolina Zona Rural

RESUMO

Voltada ao mercado de uvas finas de mesa sem sementes, foi lançada pela Embrapa Uva e Vinho a 'BRS Vitória'. Entretanto, informações voltadas para a nutrição dessa variedade ainda são escassas na literatura. Dessa forma, avaliou-se a resposta da variedade 'BRS Vitória' ao P no solo e na solução do solo em diferentes profundidades, em função de diferentes doses de adubação fosfatada. O experimento foi conduzido na Fazenda Fruticultura Arbusti, localizada no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho-N4, Petrolina-PE, em área de uva de mesa já implantada, com solo de textura média, na Região do Vale do Submédio São Francisco. Os tratamentos foram resultantes do arranjo fatorial de quatro doses de adubação fosfatada: 12,25, 18,75, 25,0 e 37,5 g.planta⁻¹ de P₂O₅ (50%, 75%, 100% e 150% da adubação de referência, respectivamente), com três profundidades de coletas: 0,0 – 15,0, 15,0 – 30,0 e de 30,0 – 45,0 cm, distribuídos em blocos casualizados, com três repetições. Utilizando como fonte de fósforo o fosfato monopotássico - MKP - e Freefós[®], aplicados via fertirrigação distribuídos em ciclos semanais, concluiu-se que, nas condições desse estudo, no intuito de propiciar a cultivar 'BRS Vitória' maiores produtividades, as adubações fosfatadas devem ser realizadas a partir da análise de solo e que os teores de P-solução, coletados a partir de extratores de cápsula porosa, não são precisos para a determinação das adubações fosfatadas, entretanto pode contribuir no entendimento da dinâmica entre P-solo e P-solução e a absorção do elemento pela videira. Verificou-se ainda que a produtividade, em função das doses de P₂O₅ tem um comportamento linear ajustado, obtendo-se a equação de primeiro grau de $Y = 43,712x + 1542$.

Palavras-chaves: Fertilidade do solo, nutrição de videira, extrator de solução, solução do solo, adubação fosfatada.

ABSTRACT

Aimed at the market for fine seedless table grapes, Embrapa Uva e Vinho launched 'BRS Vitória'. However, information on the nutrition of this variety is still scarce in the literature. Thus, the response of the variety 'BRS Vitória' to P in the soil and in the soil solution at different depths was evaluated, depending on different doses of phosphate fertilizer. The experiment was carried out at the Fruticultura Arbusti Farm, located in the Perimeter Irrigated Senador Nilo Coelho-N4, Petrolina-PE, in a table grape area already implanted, with medium texture soil, in the Region of the Vale do Submédio São Francisco. The treatments resulted from the factorial arrangement of four doses of phosphate fertilizer: 12.25, 18.75, 25.0 and 37.5 g.plant⁻¹ P₂O₅ (50%, 75%, 100% and 150% of the fertilization reference, respectively), with three depths of collections: 0.0 – 15.0, 15.0 – 30.0 and 30.0 – 45.0 cm, distributed in randomized blocks, with three replications. Using monopotassium phosphate - MKP - and Freefós® as a source of phosphorus, applied via fertigation distributed in weekly cycles, it was concluded that, under the conditions of this study, in order to allow the cultivation of 'BRS Vitória' higher yields, phosphate fertilizers should be carried out from soil analysis and that the levels of P-solution, collected from porous capsule extractors, are not accurate for the determination of phosphate fertilizers, however it can contribute to the understanding of the dynamics between P-soil and P- solution and the absorption of the element by the vine. It was also verified that the productivity, as a function of the P₂O₅ doses, has an adjusted linear behavior, obtaining the first degree equation of $Y = 43.712x + 1542$.

Keywords: Soil fertility, grapevine nutrition, solution extractor, soil solution, phosphate fertilization.

“É chato chegar a um objetivo num instante. Eu quero viver nessa metamorfose ambulante, do que ter opinião formada sobre tudo”.

Raul Seixas

Lista de Ilustrações

Figura 1. Croqui ilustrando as baterias e o posicionamento dos extratores de solução do solo na área do estudo, de acordo com os tratamentos.	14
Figura 2. Teor de P-solo referente as coletas realizadas, em função das profundidades amostradas.	18
Figura 3. Teor de P-solução referente as coletas realizadas, em função das profundidades	19
Figura 4. Análise de regressão polinomial para os teores de P-solo em função das doses de P_2O_5 , nas coletas com diferença significativa a $p < 0,05$.	20
Figura 5. Análise de regressão polinomial para os teores de P-solução em função das doses de P_2O_5 , nas coletas com diferença significativa a $p < 0,05$.	21
Figura 6. Teor de P-solução das profundidades observadas referente a Coleta II, dentro das doses de P_2O_5 trabalhadas.	22
Figura 7. Teor de P-solução das profundidades observadas referente à Coleta III, dentro das doses de P_2O_5 trabalhadas.	23
Figura 8. Teor de P-solução das profundidades observadas referente à Coleta V, dentro das doses de P_2O_5 trabalhadas.	23
Figura 9. Produtividade ($kg \cdot ha^{-1}$) de 'BRS Vitória', em função das doses de P_2O_5 ($g \cdot pl^{-1}$) aplicadas durante o ciclo.	24
Figura 10. Teor de P-solo ($mg \cdot kg^{-1}$) em função das doses de P_2O_5 ($g \cdot pl^{-1}$), referente às Coletas V e VI.	26
Figura 11. Teor de P-solução ($mg \cdot L^{-1}$) em função do teor de P-solo ($mg \cdot kg^{-1}$) à profundidade de 15 cm, referente às coletas I, III, V e VII.	28
Figura 12. Teor de P-solução ($mg \cdot L^{-1}$) em função do teor de P-solo ($mg \cdot kg^{-1}$) às profundidades de 15 cm (A) e 30 cm (B), respectivamente, referente à Coleta III.	28
Figura 13. Teor de P-solução ($mg \cdot L^{-1}$) em função do teor de P-solo ($mg \cdot kg^{-1}$) às profundidades de 15 cm (A) e 30 cm (B), respectivamente, referente a Coleta VII.	29
Figura 14. Teor de P-folha ($g \cdot kg^{-1}$) em função do teor de P-solução ($mg \cdot L^{-1}$), referente as Coletas IV, V e VI.	30
Figura 15. Teor de P-folha ($g \cdot kg^{-1}$) em função do teor de P-solo ($mg \cdot kg^{-1}$) às profundidades de 15 cm (A) e 45 cm (B), respectivamente, referente a Coleta VII.	31
Figura 16. Teor de P-folha ($g \cdot kg^{-1}$) em função do Teor de P-solo ($mg \cdot kg^{-1}$), referente a Coleta VII.	31

Lista de Tabelas

- Tabela 1.** Análise de solo da área do estudo, realizada com plantas no estágio de repouso, período que antecedeu o ciclo da cultura avaliado. Fonte: SOLOAGRI. 13
- Tabela 2.** Resumo da análise de variância dos teores de P-solo, em várias coletas sucessivas (CL) em função da profundidade e de doses de adubação fosfatada em videira 'BRS Vitória', em solo arenoso do Vale do Submédio do São Francisco. 17
- Tabela 3.** Resumo da análise de variância dos teores de P-solução, em várias coletas sucessivas (CL) em função da profundidade e de doses de adubação fosfatada em videira 'BRS Vitória', em solo arenoso do Vale do Submédio do São Francisco. _____ 17
- Tabela 4.** Produtividade em função dos teores de P-solo, referente às coletas realizadas. _____ 25
- Tabela 5.** Produtividade em função dos teores de P-solução, referente às coletas realizadas. _____ 25
- Tabela 6.** Teores de P-solo em função das doses de P_2O_5 , referente às coletas realizadas. _____ 26
- Tabela 7.** Teores de P-solução em função dos teores de P-solo, referente às coletas realizadas. _____ 27
- Tabela 8.** Teores de P-folha em função dos teores de P-solução, referente às coletas realizadas. _____ 29

Sumário

Introdução	11
Material e Métodos	13
Resultados e Discussão	16
Conclusão	32
Referências	32

INTRODUÇÃO

O Nordeste é um dos principais responsáveis pela produção e exportação de frutas do Brasil, com destaque para o estado de Pernambuco, na região do Submédio do Vale do São Francisco, que corresponde a 23,23% da produção nacional de uvas para a exportação (KIST et al., 2018). Uma das maiores demandas da viticultura nacional, em especial a produção de uvas voltada para a exportação, é o desenvolvimento de novas cultivares de uvas do tipo fina apirenas, que apresentem adaptação às condições edafoclimáticas brasileiras, com elevada fertilidade natural e qualidade compatível com as exigências do mercado (MAIA et al., 2014).

Voltada ao mercado de uvas finas de mesa sem sementes, a cultivar 'BRS Vitória' foi lançada pela Embrapa Uva e Vinho e testada com sucesso nas principais regiões vitícolas do país, apresentando excelente adaptação, com alta fertilidade e tolerância ao míldio da videira (*Plasmopara viticola*), alcançando produtividades entre 25 e 30 t.ha⁻¹ (MAIA et al., 2014). Estudos sobre a nutrição de espécies *Vitis* sp. vêm ganhando atenção com a expansão de seu cultivo na região do Vale do São Francisco, entretanto informações voltadas para a nutrição dessa variedade ainda são escassas na literatura.

A nutrição das plantas é decorrente de inúmeros processos físicos, químicos, fisiológicos e biológicos, resultantes das interações entre as plantas e o meio a qual estão estabelecidas (ALBUQUERQUE, 1996). Dentre os nutrientes essenciais para as plantas, o fósforo (P) é o que mais tem sido estudado, devido à complexidade de sua dinâmica no solo e, sobretudo, pela grande diversidade de métodos de extração com divergências sobre qual seria o método mais adequado (Beegle, 2005).

Fósforo de ocorrência no solo, de interesse agrônômico, é constituído por compostos derivados do ácido ortofosfórico e, menos comumente, dos pirofosfatos (Santos et al., 2008). O grau de estabilidade desses compostos é enquadrado como fosfatos lábeis e não-lábeis. A fração lábil é representada pelo conjunto de compostos fosfatados capazes de repor rapidamente a solução do solo, quando ele é absorvido por plantas ou por microrganismos. Por isso, as frações mais lábeis são dependentes do grau de intemperização do solo, da mineralogia, da textura, do teor de matéria orgânica, das características físico-químicas, da atividade biológica

e da vegetação predominante (WALKER & SYERS, 1976; CROSS & SCHLESINGER, 1995). Na solução, o P está na forma de $\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$ e HPO_4^{-2} e as quantidades são muito pequenas, menores do que $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ (Santos et al., 2008).

O fósforo disponível para suprir a demanda da videira corresponde a fração de P adsorvido a fase sólida do solo (P-solo) e a fração de P na solução de solos (P-solução), que coexistem em equilíbrio dinâmico. A dinâmica do P no solo é dependente das condições naturais de cada solo, do ambiente e do manejo adotado. Por isso, alguns solos não apresentam boa correlação da quantidade de fósforo medida com um extrator e a absorção pelas plantas (PAVINATO, 2007; GATIBONI, 2003).

A capacidade dos solos sorverem o P permite que este apresente uma reserva do mineral, a qual tem importância fundamental ao suprimento do mesmo. Os processos de reposição destes teores são demonstrados pelos fatores quantidade e intensidade, sendo a intensidade do movimento do P sorvido ao P-solo para o P-solução, determinada pelo Fator Capacidade de P (FCP), obtida pela tendência de dispersão dos pontos, entre o P desorvido e o P sorvido nas diferentes concentrações de P adicionado para cada solo (FOX e KAMPRATH, 1970). Este fator relaciona a capacidade de cada solo repor o P solução e, comumente, é maior nos solos com maior Capacidade Máxima de Adsorção de P (CMAP) (GUILHERME et al., 2000; BROGGI et al., 2011; PINTO, 2012).

Os extratores utilizados para predição do fósforo disponível são, normalmente, soluções de reagentes químicos e podem ser classificados em quatro grupos segundo seus modos de ação, podendo ser classificados por dissolução ácida, troca iônica, complexação de cátions ou hidrólise de cátions (Santos et al., 2008). Um método ainda pouco utilizado para avaliação da disponibilidade de P no solo é a análise de solução do solo disponível para a planta. Vários métodos são conhecidos para a obtenção de solução do solo, dentre eles o do deslocamento em coluna, extração em membrana sob pressão, centrífuga, extrato de saturação, extratos aquosos e métodos lisimétricos, incluindo o método do lisímetro de tensão, mais conhecido como método dos extratores de cápsula porosa.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a interação de P entre a fase sólida/solução do solo e correlacionar o método P-solo (Mehlich-1) e o método P-solução (extrator de cápsula porosa) com o teor foliar de P e com a produtividade,

em função de diferentes doses de adubação fosfatada, na cultura da uva, variedade 'BRS Vitória'.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Fruticultura Arbusti, localizada na Região do Vale do Submédio do São Francisco, no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho-N4, Petrolina-PE, de latitude 9°20'45" e longitude 40°39'42". Local de clima do tipo BSwH', semiárido, temperatura média de 26,5°C, precipitação pluvial média de 541,1 mm, com umidade relativa do ar de 65,9%.

O estudo foi conduzido em área comercial de uva 'BRS Vitória' com três anos de idade, enxertada sobre porta-enxerto Seleção Oppenheim #4 (SO4). As plantas foram conduzidas sob sistema em latada, com espaçamento de 4,00 m x 1,25 m (2.000 plantas.ha⁻¹), sobre camalhões com solo de textura média. Foram realizados no ensaio os tratamentos culturais e fitossanitários relacionados a poda, controle de plantas espontâneas e manejo de pragas e doenças, habituais da região. As adubações foram aplicadas via fertirrigação, em sistema de microaspersão. A adubação fosfatada de referência foi recomendada a partir da análise de solo (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de solo da área do estudo, realizada com plantas no estágio de repouso, período que antecedeu o ciclo da cultura avaliado. Fonte: SOLOAGRI.

pH	C.E.	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S.B	H+Al	CTC	Al ³⁺	P	Fe	Mn	Zn	B	MO
H ₂ O	dS.m ⁻¹	cmol.dm ⁻³								mg.dm ⁻³					g.kg ⁻¹
6,0	0,24	4,0	1,1	0,04	0,19	5,34	1,49	6,83	0,00	117,1	102,7	87,8	21,5	0,9	14,4

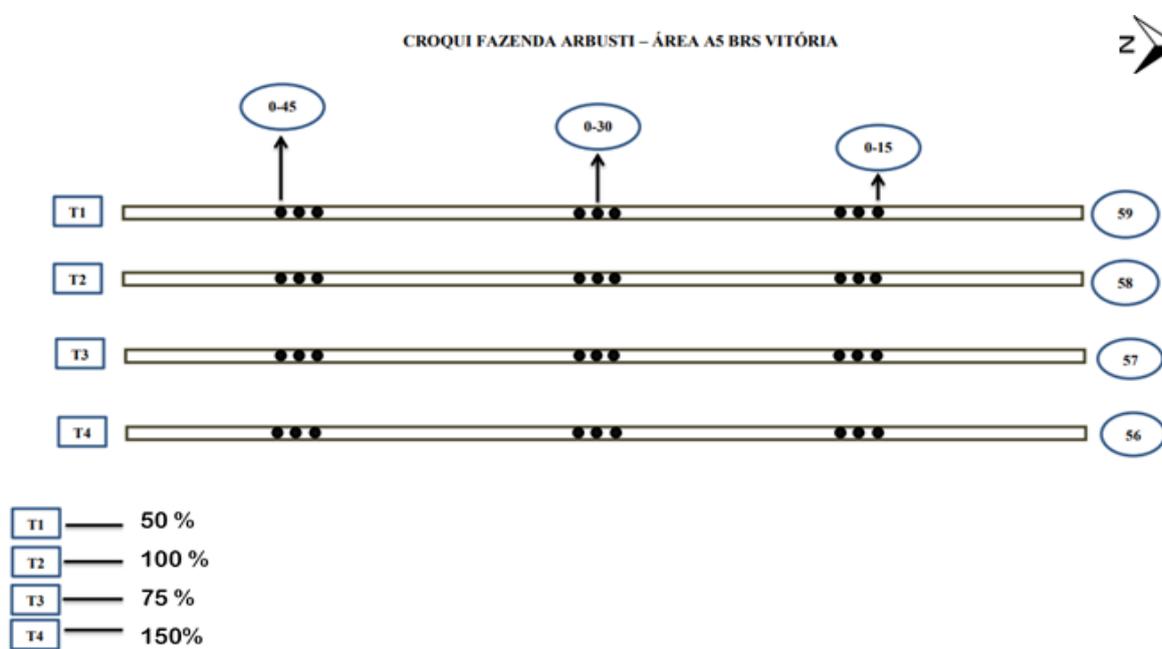
Os tratamentos foram resultantes do arranjo fatorial de quatro doses de adubação fosfatada: 12,25, 18,75, 25,0 e 37,5 g.planta⁻¹ de P₂O₅ (50%, 75%, 100% e 150% da adubação de referência, respectivamente), com três profundidades de coletas: 15,0, 30,0 e 45,0 cm ao nível do solo, distribuídos em blocos casualizados, com três repetições.

As adubações fosfatadas foram realizadas em ciclos semanais, distribuídos em 4 dias por semana, totalizando onze ciclos de adubações, com início na primeira semana após a poda de produção (SAP). As fontes de fósforo utilizadas durante o ciclo foram o fosfato monopotássico - MKP - solúvel em água (P₂O₅= 52,0% e K₂O=

34%) e Freefós® (N= 11,58% e P₂O₅= 37,97%). O Freefós® foi aplicado do 1º ao 3º ciclo semanal, com a dose recomendada de 1,50 g.pl⁻¹ e do 9º ao 11º ciclo, com a dose recomendada de 1,00 g.pl⁻¹. O MKP foi aplicado do 3º ao 8º ciclo semanal, com a dose recomendada de 5,00 g.pl⁻¹.

Foram introduzidos nos camalhões baterias de extrator de solução do solo (ESS) de cápsula porosa, cada bateria possuía três ESS que coletavam a solução do solo nos níveis de profundidades de interesse, de acordo com o croqui (Figura 1). Para a instalação dos ESS foram desprezadas cinco plantas em cada extremidade do camalhão, que foi dividido em três partes com o número igual de plantas. Entre as plantas centrais de cada parte foi colocado uma bateria de extrator de solução do solo, posicionada a um raio mínimo de 0,30 m de distanciamento para as plantas. Com um trado tipo rosca do mesmo diâmetro das cápsulas dos ESS, foram feitas aberturas no solo seguindo as recomendações de Dimenstein (2017), para fixação dos ESS.

Figura 1. Croqui ilustrando as baterias e o posicionamento dos extratores de solução do solo na área do estudo, de acordo com os tratamentos.



As coletas de solução do solo sucederam após o término de um ciclo semanal de adubação, sendo que a primeira coleta foi efetuada após o término do 1º ciclo semanal de adubação e a última coleta efetuou-se após o cessamento do 11º ciclo de adubação. O procedimento para a retirada da solução do solo foi

realizado como descrito por Dimenstein (2017), iniciando após a fertirrigação do último dia do ciclo semanal de adubação fosfatada.

Com o auxílio de uma seringa graduada, duas horas após cessada a fertirrigação foi aplicado um vácuo no ESS, extraíndo-se o ar dos tubos. Por meio de diferença de pressão a solução nutritiva do solo foi absorvida pelas cápsulas porosas do ESS, simulando a absorção radicular. Com a mesma seringa, duas horas após a aplicação do vácuo, as soluções foram coletadas e armazenadas em coletores esterilizados e posteriormente levadas ao laboratório.

O solo foi coletado no camalhão, com um distanciamento mínimo de 0,30 m para os ESS e 0,50 m para a planta, dentro do perímetro fertirrigado, utilizando-se um trado graduado, tipo sonda, simultaneamente às coletas de soluções de solo ou quatro horas após o término dos ciclos semanais de adubação, totalizando oito coletas de solo. As amostras de solo, em torno de 400,00 g, foram depositadas em sacolas plásticas, identificadas e levadas ao laboratório

O fósforo absorvido foi determinado através de folhas de ramos produtivos, opostas ao primeiro cacho, a partir da base do ramo, sendo colhidas dez folhas por tratamento. As coletas tiveram início na quinta SAP, na fase fenológica de baga “chumbinho”, totalizando 5 coletas, que foram armazenadas em sacos de papel, identificadas, levadas ao laboratório e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 60 - 65 °C por 48 horas. Posteriormente o material foi moído e passado em peneiras de 0,5 mm, submetido a digestão sulfúrica-oxigenada e levado para a determinação de fósforo.

A produção foi determinada através da massa dos frutos colhidos, para tal determinação foram utilizadas 100% das plantas presentes nas parcelas, dessa forma obteve-se a produtividade real de cada tratamento.

As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos e Plantas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Petrolina Zona Rural, PE 647, Km 22, PISNC N4, Petrolina-PE.

A extração de fósforo do solo foi realizada por extrator de mehlich-1 e os teores de fósforo do solo (P-solo) e da solução (P-solução) foram determinados por espectrofotômetro-UV-Vis, usando filtro vermelho com comprimento de onda de 660 nm, pelo molibdato de amônio em ácido sulfúrico, utilizando o ácido ascórbico

como redutor. O P do tecido vegetal (P-folha) foi determinado pelo método do vanadato (Embrapa, 2017).

Os teores de P-solo e P-solução foram submetidos a análise de variância, pelo teste F a $p < 0,05$. Os graus de liberdades para profundidade foram desdobrados pelo teste de Tukey a $p < 0,05$. Os graus de liberdades relativos as doses de adubos fosfatados que proporcionaram diferenças significativas foram desdobrados em análise de regressão polinomial, escolhendo-se o modelo com maior coeficiente de determinação, utilizando-se do software SISVAR 5.6.

Estudos de correlação foram feitos entre os resultados das análises de solo, solução do solo, tecido vegetal e a produtividade, utilizando-se o coeficiente de correlação de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de fósforo no solo (P-solo) variou com a profundidade nas coletas VI e VIII (Tabela 2), enquanto que o P-solução variou com a profundidade nas três primeiras coletas, pelo teste F a $p < 0,05$ (Tabela 3). Esse comportamento está relacionado com a dinâmica do fósforo no solo que varia de acordo com o tamanho e a reatividade da superfície específica de adsorção dos colóides, capacidade de oclusão do colóide a que o fosfato será adsorvido e concentração de adubações fosfatadas (Uehara & Gillman, 1981).

As doses de adubação fosfatada afetaram o teor de P-solo nas coletas I e VI, assim como o teor de P-solução, que variou com as doses de P_2O_5 nas coletas IV, V e VI, com diferença pelo teste F a $p < 0,05$ (Tabelas 2 e 3). Verifica-se ainda, nas respectivas tabelas, que a interação Dose P X Profundidade não apresentou significância entres as coletas de solo, o que difere do encontrado nas coletas de solução do solo, onde se observa diferenças no teor de P-solução das coletas II, III e V.

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos teores de P-solo, em várias coletas sucessivas (CL) em função da profundidade e de doses de adubação fosfatada em videira 'BRS Vitória', em solo arenoso do Vale do Submédio do São Francisco.

FV	GL	CL I	CL II	CL III	CL IV	CL V	CL VI	CL VII	CL VIII
REP	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PROF	2	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**
DOSE P	3	*	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
PROF*DOSE P	6	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Total corrigido	35								
CV (%)=	73,46	194,74	76,97	70,38	135,96	25,21	47,16	23,31	
Média geral:	54,977	19,514	136,148	338,703	95,323	77,768	73,941	151,800	
Nº de observações:	36	36	36	36	36	36	36	36	36

REP - repetição; PROF - profundidade; ** p<0,01; * p<0,05; ns - não significativo.

Tabela 3. Resumo da análise de variância dos teores de P-solução, em várias coletas sucessivas (CL) em função da profundidade e de doses de adubação fosfatada em videira 'BRS Vitória', em solo arenoso do Vale do Submédio do São Francisco.

FV	GL	CL I	CL II	CL III	CL IV	CL V	CL VI	CL VII
REP	2	**	ns	Ns	ns	ns	*	*
PROF	2	*	**	*	ns	ns	ns	ns
DOSE P	3	ns	ns	Ns	*	*	*	ns
PROF*DOSE P	6	ns	**	*	ns	*	ns	ns
Total corrigido	35							
CV (%)=		51,48	55,16	58,93	54,17	44,58	52,23	65,63
Média geral:		2,478	2,333	2,839	3,293	4,500	4,575	3,339
Nº de observações:		36	36	36	36	36	36	36

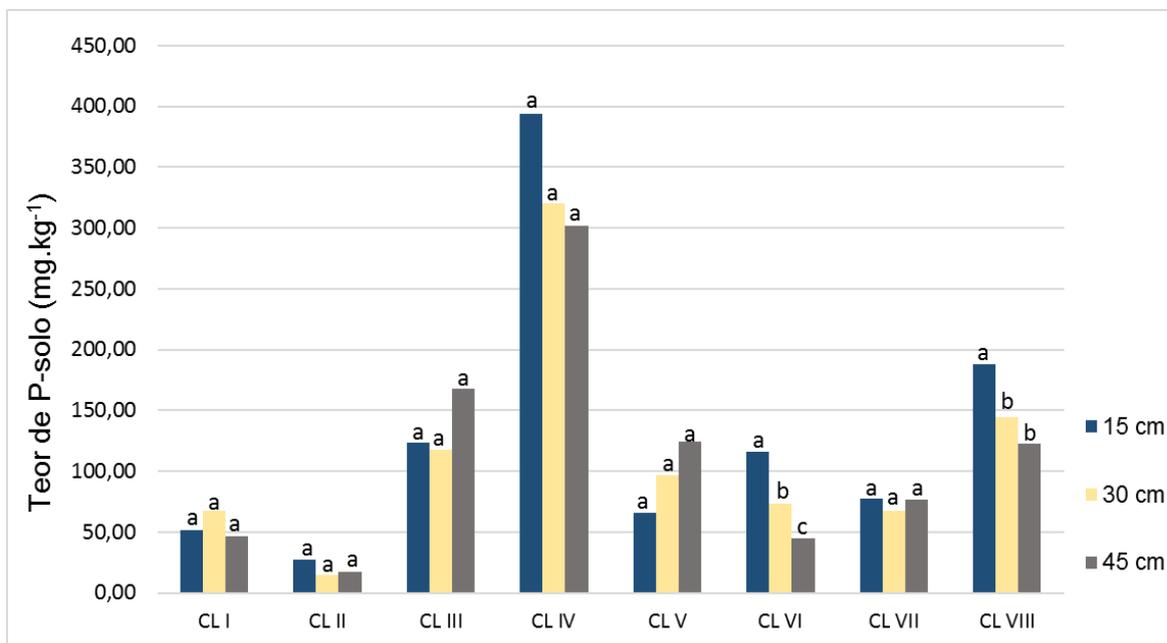
REP - repetição; PROF - profundidade; ** p<0,01; * p<0,05; ns - não significativo.

Ao analisar a Figura 2, nota-se um equilíbrio nos teores de P-solo entre as profundidades observadas nas primeiras coletas. Entretanto, houve um aumento considerável no teor de P-solo na coleta (CL) IV, sem apresentar diferença entre as profundidades. Isso coincidiu com o aumento da dose de adubação fosfatada do ciclo de adubação em questão.

Houve diferença entre as médias de P-solo, pelo teste de Tukey a p<0,05, entre as profundidades, nas CL VI e VIII (Figura 2), ocorrendo uma maior concentração de fósforo disponível a 15 cm. Esse desequilíbrio resulta da dificuldade que o P tem em deslocar-se no solo, considerando que a absorção de P pela planta, nesses ciclos, ocasionou uma menor disponibilidade de P-solo em

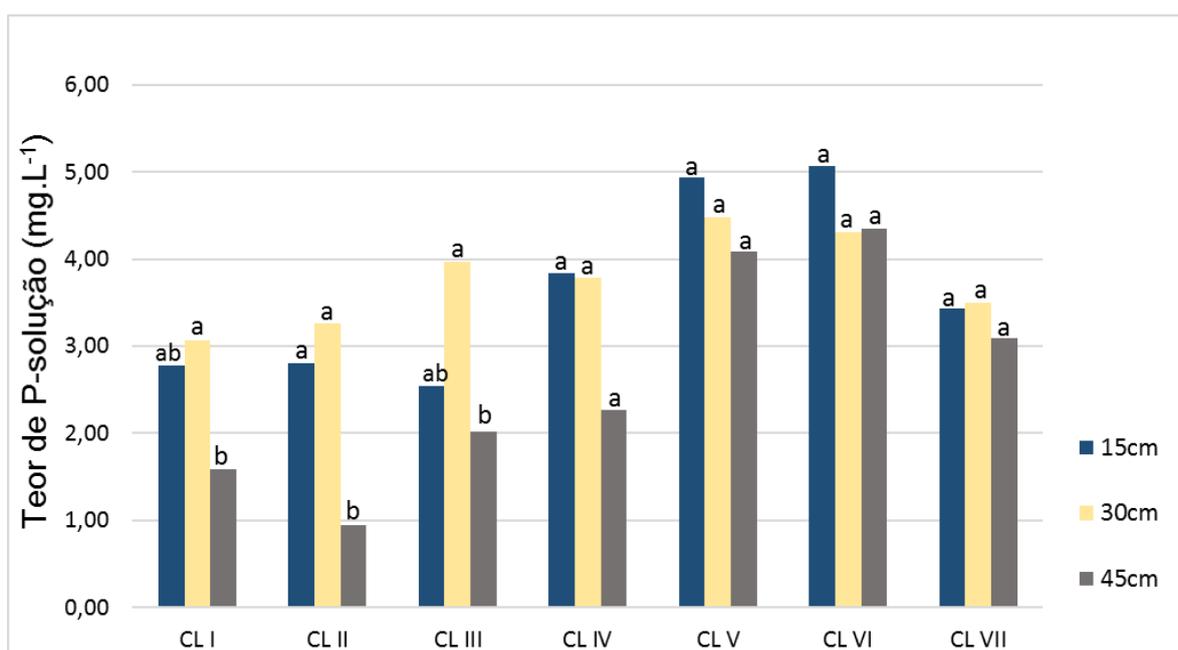
todo o perfil, sobressaindo-se a camada de 15 cm, pois é a camada que primeiro recebe o P por meio das fertirrigações.

Figura 2. Teor de P-solo referente as coletas realizadas, em função das profundidades amostradas.



Nota-se que nas três primeiras coletas de solução do solo houve diferença significativa entre as médias de P-solução, pelo teste de Tukey a $p < 0,05$, nas profundidades amostradas (Figura 3). Houve incremento no teor de P disponível na solução do solo em decorrência das aplicações fosfatadas ao longo do ciclo, demonstrando haver uma tendência de equilíbrio dinâmico entre P-solo e P-solução entre as profundidades exploradas. Uehara e Gillman (1981), destacam que o fósforo adicionado ao solo através dos adubos fosfatados provocam reações que tendem ao equilíbrio entre as fases do solo.

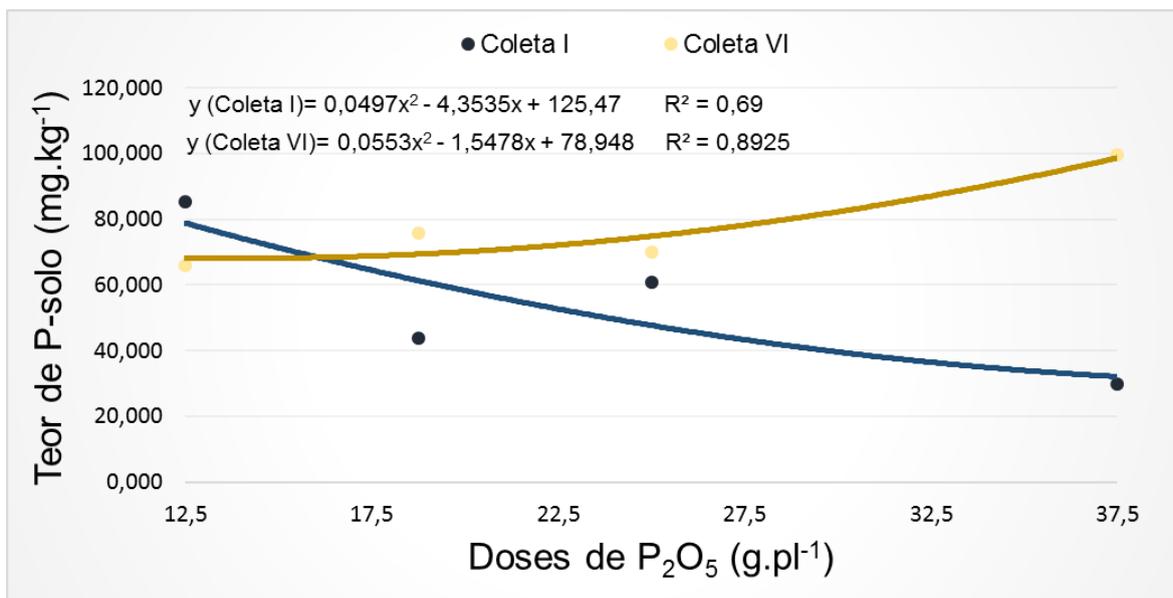
Figura 3. Teor de P-solução referente as coletas realizadas, em função das profundidades



É possível observar na Figura 4, que as sucessivas adubações fosfatadas alteraram a concentração de P-solo, ocorrendo elevação do teor com o aumento das doses de P_2O_5 .

O teor de P-solo foi inversamente proporcional ao aumento das doses de P_2O_5 na Coleta I. Esse comportamento pode ser atribuído aos fenômenos de sorção do P, seja por adsorção ou precipitação, que ocorrem inicialmente com alta velocidade, tendendo à estabilidade com o passar do tempo e aumentando a quantidade de P dessorvido (Sample, 1972). Entretanto, as sucessivas adubações fosfatadas, realizadas ao longo do ciclo, promoveram a saturação dos coloides do solo entre as camadas, conseqüentemente o teor de P-solo elevou-se conforme o aumento da concentração de P_2O_5 ($R^2 = 89\%$).

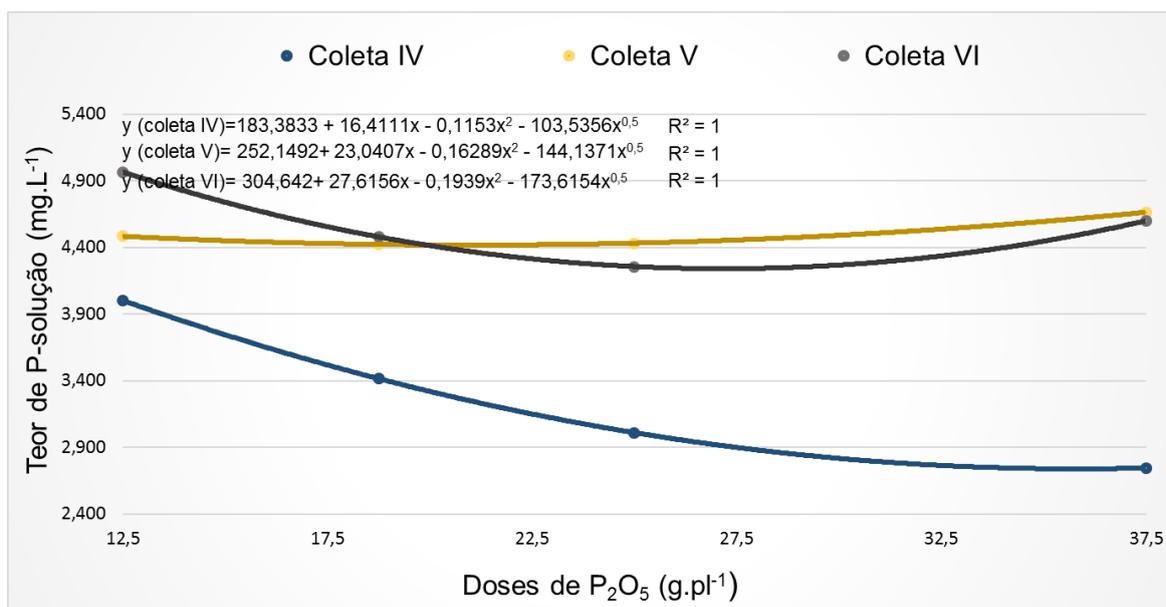
Figura 4. Análise de regressão polinomial para os teores de P-solo em função das doses de P_2O_5 , nas coletas com diferença significativa a $p < 0,05$.



As sucessivas coletas da solução do solo ao longo do ciclo, realizadas por meio dos ESS, exteriorizam (Figura 5) que as aplicações de P_2O_5 no solo, em todas as doses trabalhadas, alteraram a concentração de P-solução, promovendo uma maior disponibilidade de P.

Constata-se na mesma figura, que nas Coletas IV, V e VI há uma tendência na diminuição da concentração de P-solução de acordo com o aumento progressivo das doses de P_2O_5 ($R^2 = 1$), aplicadas via fertirrigação. Esse comportamento pode ser atribuído a uma maior absorção de P pela planta somado aos processos de sorção que o elemento sofre no solo. Entretanto, há uma ascendência no teor de P-solução a partir da quinta coleta da solução do solo, demonstrando que, em condições de campo trabalhadas, ocorre um aumento na concentração de P-solução a partir de doses acima de $27,5 \text{ g.pl}^{-1}$ de P_2O_5 .

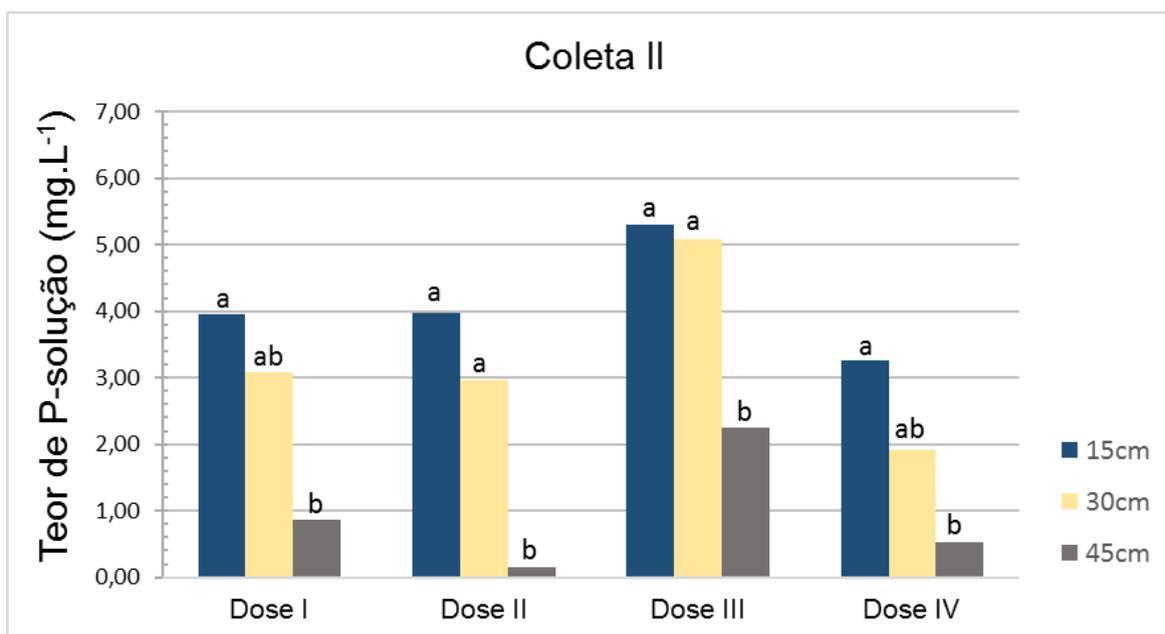
Figura 5. Análise de regressão polinomial para os teores de P-solução em função das doses de P_2O_5 , nas coletas com diferença significativa a $p < 0,05$.



Houve interação significativa na solução do solo entre as doses de P_2O_5 e as profundidades observadas na Coleta II (Figura 6), tendo em vista que, as médias entre os teores de P-solução nas camadas de 15 e 45 cm foram diferentes e que as médias entre os teores referentes às profundidades de 15 e 30 cm foram iguais, pelo teste de Tukey a $p < 0,05$. Portanto, nos primeiros ciclos de adubações fosfatadas, a absorção de P somado aos processos de adsorção do elemento aos coloides do solo reduz significativamente o teor de P-solução nas camadas mais profundas.

O ocorrido, no entanto, pode não provocar grandes prejuízos para a cultura, pois, de acordo com Soares e Nascimento (1998), o acúmulo de P a essa profundidade não ocasiona má desenvolvimento na videira, visto que, mais de 84% das raízes responsáveis pela absorção de água e nutrientes, estão concentradas a uma profundidade de 30 cm do nível do solo. Entretanto, ainda segundo Soares e Nascimento (1998), radículas estão presentes em níveis mais profundos, dessa forma baixos teores de P na solução do solo, nessas profundidades, podem afetar o desempenho máximo da cultura.

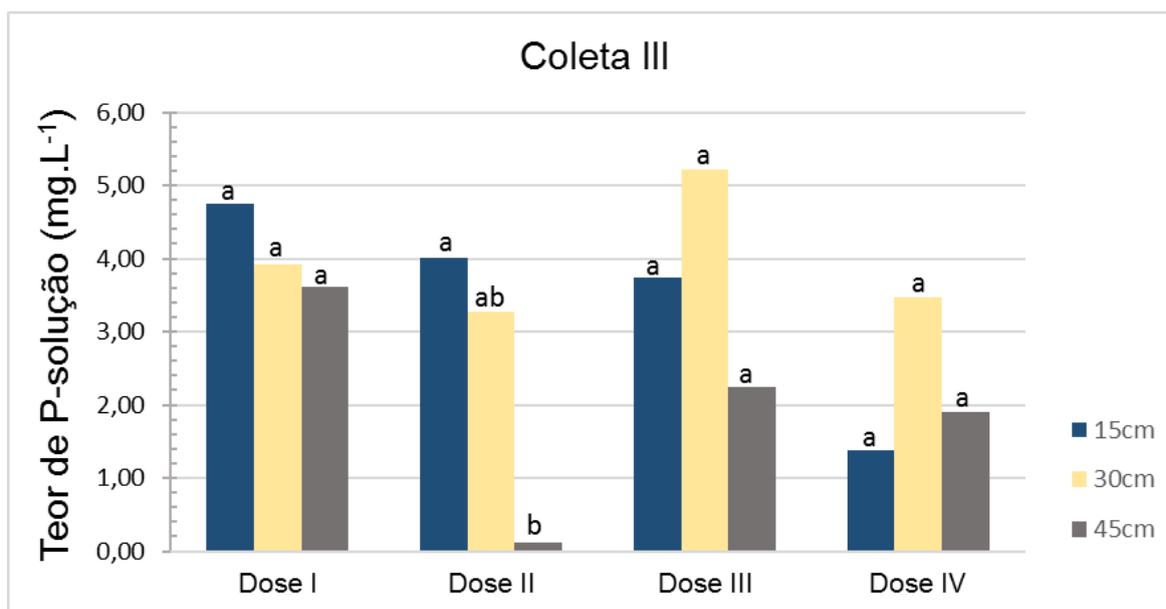
Figura 6. Teor de P-solução das profundidades observadas referente a Coleta II, dentro das doses de P_2O_5 trabalhadas.



A partir das coletas posteriores é possível observar nas Figuras 7 e 8 um aumento nos teores de P-solução nas camadas mais profundas, tendendo a um equilíbrio, nas condições de campo trabalhadas. Pinto (2012) ressalta que em áreas com agricultura intensiva há adição de altas doses de P, reduzindo sua característica de dreno, com o tempo de manejo, para um dinamismo de equilíbrio entre P-solo e P-solução.

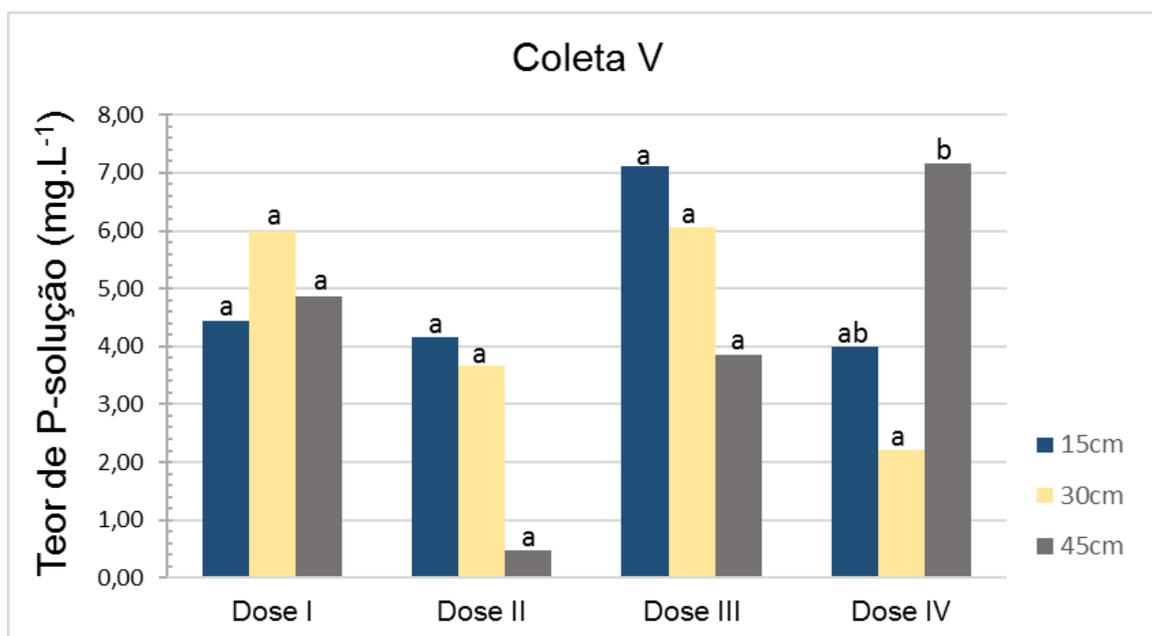
Na coleta III (Figura 7), esse equilíbrio é apresentado nas Doses I, III e IV, que apresentam igualdade do teor de P-solução, de acordo com o teste de Tukey a $p < 0,05$. Havendo diferença somente na Dose II, na profundidade de 45 cm, possivelmente causado por uma mancha de elevada CTA, retendo mais P nessa camada.

Figura 7. Teor de P-solução das profundidades observadas referente à Coleta III, dentro das doses de P_2O_5 trabalhadas.



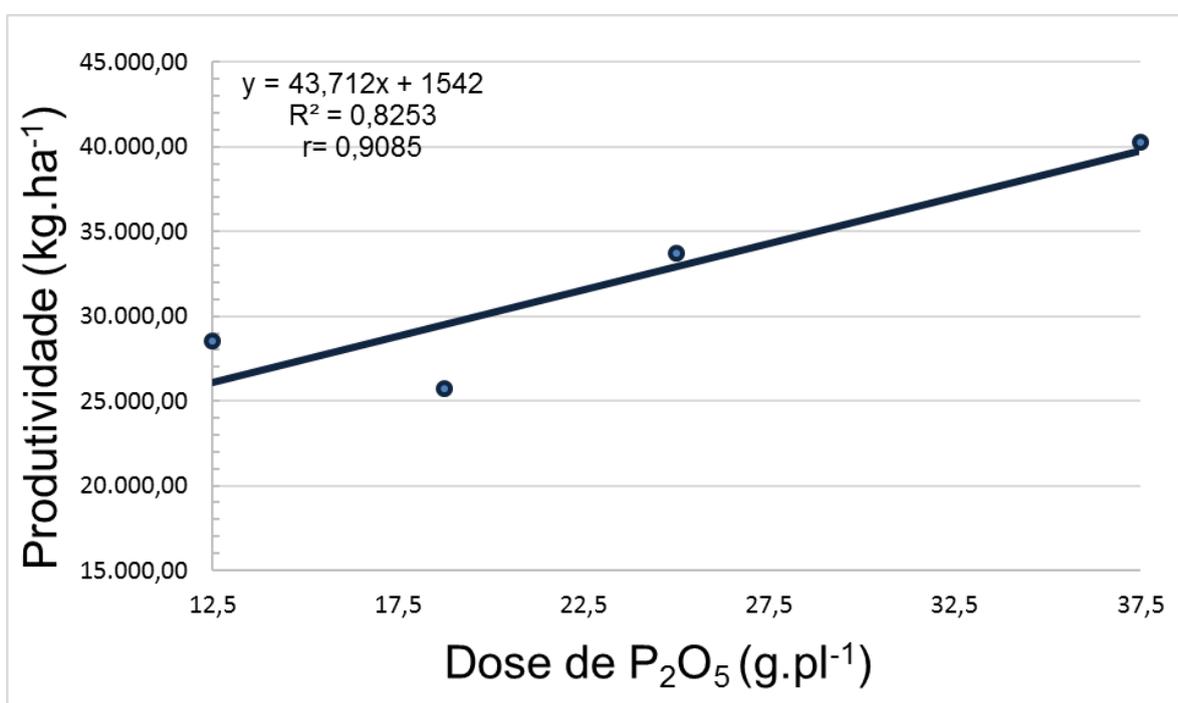
Como descrito anteriormente, as sucessivas adubações fosfatadas realizadas durante o ciclo propiciaram o aumento do teor de P-solução entre as camadas. Esse aumento pode ser explicado em decorrência da saturação de P aos colóides do solo, testificado pelo teor de P-solução da Dose IV, que promoveu um maior teor de P-solução na camada de 45 cm, diferindo do teor de P-solução da camada de 30 cm, a $p < 0,05$ (Figura 8).

Figura 8. Teor de P-solução das profundidades observadas referente à Coleta V, dentro das doses de P_2O_5 trabalhadas.



O aumento progressivo das doses de P_2O_5 ocasionou uma maior produtividade na variedade 'BRS Vitória', nas condições de campo trabalhadas (Figura 9), alcançando uma produtividade de 40.300,00 $kg\cdot ha^{-1}$ quando aplicado a dose de 37,5 $g\cdot pl^{-1}$ de P_2O_5 , com modelo linear ajustado de $r^2=0,83$ e coeficiente de correlação de Pearson (r) de 0,9085. Entretanto, com o intervalo de doses trabalhadas, não foi possível determinar a dosagem que proporcionaria a maior produtividade nessas condições, deixando, portanto, espaço para pesquisas com dosagens além das trabalhadas.

Figura 9. Produtividade ($kg\cdot ha^{-1}$) de 'BRS Vitória', em função das doses de P_2O_5 ($g\cdot pl^{-1}$) aplicadas durante o ciclo.



Ao correlacionar o teor de P-solo com a produtividade observa-se coeficientes de correlação altos e positivos, nas coletas IV e VI, com valores de 0,835 e 0,760, respectivamente (Tabela 4). Por sua vez, quando a correlação de produtividade é realizada com os teores de P-solução das coletas (Tabela 5), não se obtém coeficientes altos, indicando que a produtividade da cultivar 'BRS Vitória', nas condições submetidas, não está ligada com o P da solução de solo extraída a partir dos ESS.

Tabela 4. Produtividade em função dos teores de P-solo, referente às coletas realizadas.

Fase	r ²	Equação	r	Coleta
IG	0,3817	$y = 0,0058x^2 - 0,8156x + 56,732$	-0,504	I
B	0,2661	$y = -0,0306x^2 + 1,6939x + 15,572$	0,264	II
F	0,9948	$y = -0,011x^2 + 3,2021x - 190,47$	-0,426	III
BC	0,7163	$y = 0,0001x^2 - 0,0398x + 29,892$	0,835*	IV
1º EB	0,5857	$y = 0,0043x^2 - 0,9788x + 83,834$	-0,624	V
2º EB	0,743	$y = 0,0238x^2 - 3,6549x + 168,47$	0,760*	VI
EB - M	0,9952	$y = -0,0858x^2 + 12,945x - 447,62$	-0,199	VII
M	0,01	$y = 0,0005x^2 - 0,113x + 37,282$	0,099	VIII

IG – inchamento de gema; B – brotação; F – florada; BC – baga “chumbinho”; EB – enchimento de baga; M – início de maturação; * - alta correlação.

Tabela 5. Produtividade em função dos teores de P-solução, referente às coletas realizadas.

Fase	r ²	Equação	r	Coleta
IG	0,9539	$y = -22,64x^2 + 116,9x - 111,75$	-0,301	I
B	0,8437	$y = 14,888x^2 - 85,941x + 148,94$	-0,177	II
PF	0,1964	$y = 9,556x^2 - 62,47x + 127,8$	-0,290	III
F	0,643	$y = -10,815x^2 + 71,318x - 76,488$	-0,097	IV
2º EB	0,4941	$y = -3,5254x^2 + 31,425x - 33,764$	0,435	V
EB - M	0,8709	$y = -4,3703x^2 + 37,587x - 40,646$	0,319	VI
M	0,9369	$y = -8,298x^2 + 51,965x - 41,984$	0,365	VII

IG – inchamento de gema; B – brotação; PF – pré-flor; F – florada; EB – enchimento de baga; M – início de maturação.

Ao correlacionar o teor de P-solo em função das doses de P₂O₅ (Tabela 6), percebe-se, a partir do coeficiente de Pearson, que há uma queda da disponibilidade de P no solo em decorrência do aumento das doses de P₂O₅ em determinadas coletas. Essas coletas coincidem com fases de maior demanda de P pela cultura da videira, descrito por Albuquerque (2007), sinalizando que, com uma maior disponibilidade de P nessas fases, dentro do intervalo de doses trabalhados, a absorção do elemento pela planta aumenta.

Vale ressaltar que nas coletas correspondentes às fases de menor necessidade de P, segundo Albuquerque (2007), o coeficiente de correlação de Pearson é positivo, indicando que os teores de P-solo se elevaram com o aumento das doses. A Figura 10 ilustra as oscilações do teor de P-solo em função das doses

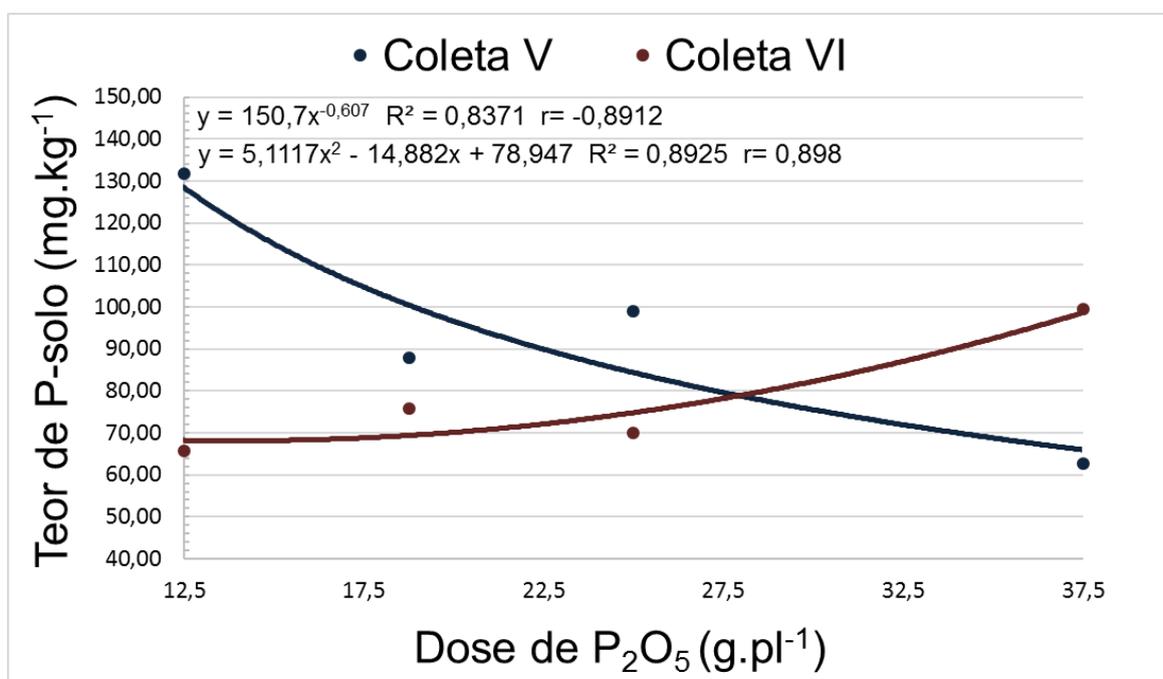
de P_2O_5 nas coletas V e VI, que correspondem às fases fenológicas de maior e menor necessidade de P pela cultura da videira, respectivamente.

Tabela 6. Teores de P-solo em função das doses de P_2O_5 , referente às coletas realizadas.

Fase	r2	Equação	r	Coleta solo
IG	0,7156	$y = 28,59x^{-0,82}$	-0,8139*	I
B	0,3485	$y = -204,21x^2 + 243,04bx - 42,979$	0,1045	II
F	0,1314	$y = -13,676x^2 + 71,935x + 54,699$	-0,0152	III
BC	0,9551	$y = 83,259x^2 - 379,49x + 692,08$	0,6706	IV
1º EB	0,8371	$y = 150,7x^{-0,607}$	-0,8912*	V
2º EB	0,8925	$y = 5,1117x^2 - 14,882x + 78,947$	0,8979*	VI
EB - M	0,0848	$y = -2,7108x^2 + 16,504x + 52,324$	0,2080	VII
M	0,9159	$y = -14,699x^2 + 80,383x + 56,784$	0,2107	VIII

IG – inchamento de gema; B – brotação; F – florada; BC – baga “chumbinho”; EB – enchimento de baga; M – início de maturação; * - alta correlação.

Figura 10. Teor de P-solo ($mg.kg^{-1}$) em função das doses de P_2O_5 ($g.pl^{-1}$), referente às Coletas V e VI.



O teor de P-solução varia entre as coletas, a partir da análise do coeficiente de correlação de Pearson (Tabela 7). Essa variação pode ser atribuída à demanda de P pela cultura, visto que, nas coletas correspondentes às fases de grande demanda, de acordo com Albuquerque (2007), o teor de P-solução decai com o aumento de P-solo. Em contrapartida, nas fases de menor demanda, o teor de P-solução encontrado na coleta eleva-se ou se mantém constante com o aumento do teor de P-solo.

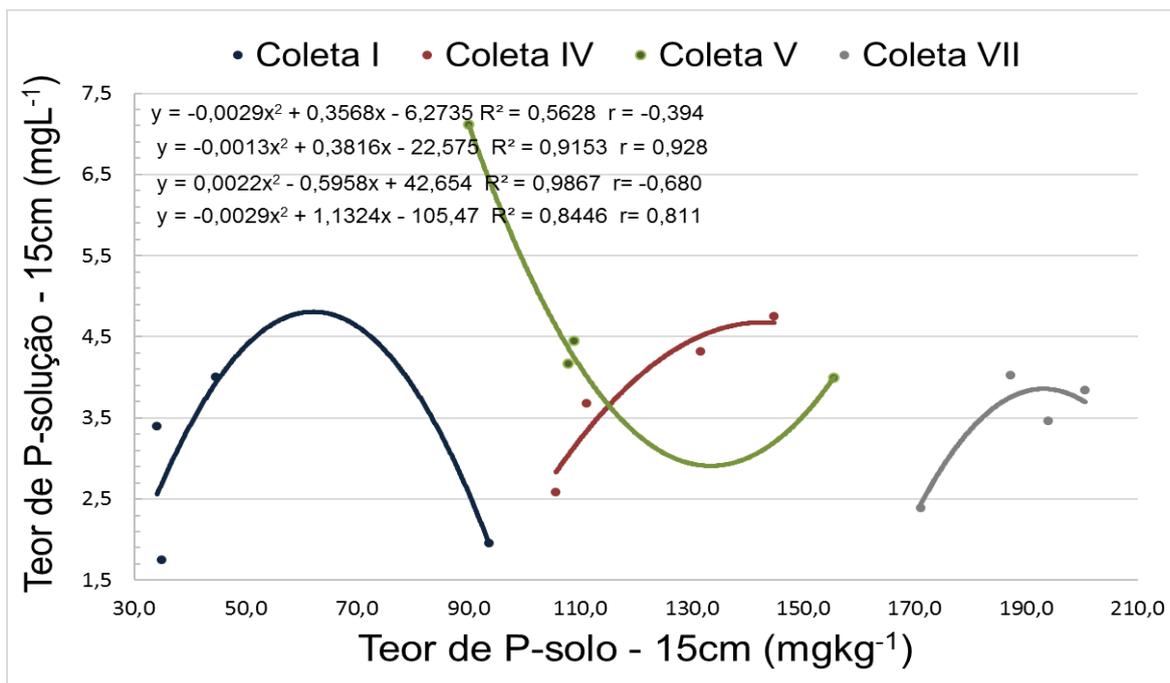
Tabela 7. Teores de P-solução em função dos teores de P-solo, referente às coletas realizadas.

Fase	r2	Equação	r	Coleta solução
IG	0,5574	$y = -0,0005x^2 + 0,0432x + 1,9135$	-0,673	I
B	0,8121	$y = 0,0461x + 1,7381$	0,901*	II
F	0,9779	$y = 0,001x^2 - 0,327x + 28,365$	-0,853*	IV
2º EB	0,5807	$y = 0,0083x^2 - 1,4028x + 62,24$	-0,249	V
EB - M	0,9965	$y = -0,0025x^2 + 0,2492x + 0,1153$	-0,991*	VI
M	0,8626	$y = 0,0076x^2 - 2,3809x + 187,75$	-0,143	VII

IG – inchamento de gema; B – brotação; F – florada; EB – enchimento de baga; M – início de maturação; * - alta correlação.

As concentrações de fósforo no solo e na solução do solo exercem comportamentos distintos em decorrência das constantes adubações fosfatadas e do comportamento do elemento no solo, nas condições de campo trabalhadas. Apesar das adubações, ao longo do ciclo, elevarem consideravelmente o teor de fósforo no solo à profundidade de 15 cm, o teor desse elemento na solução, nessa camada, se manteve concentrado em uma faixa, apresentando oscilações ocasionais (Figura 11). Levando a concluir que o solo, em suas condições físico-bioquímicas e ambientais, limita elevados teores de P na solução do solo, por meio do dinamismo desse elemento entre as fases sólida e líquida do solo.

Figura 11. Teor de P-solução (mg.L^{-1}) em função do teor de P-solo (mg.kg^{-1}) à profundidade de 15 cm, referente às coletas I, III, V e VII.



Ao analisar as relações de P-solução em função de P-solo entre as camadas, nas Coletas IV e VII (Figuras 12 e 13), observa-se que o P-solução alcança teores mais elevados nas camadas mais profundas, mesmo que o teor de P-solo seja menor nessas profundidades. Entretanto, ao atingir concentrações acima de $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$, o teor de P-solução declina, indicando que elevadas concentrações de P em camadas mais profundas levam a reações de sorção do P, resultante do equilíbrio dinâmico entre P-solução e P-solo.

Figura 12. Teor de P-solução (mg.L^{-1}) em função do teor de P-solo (mg.kg^{-1}) às profundidades de 15 cm (A) e 30 cm (B), respectivamente, referente à Coleta III.

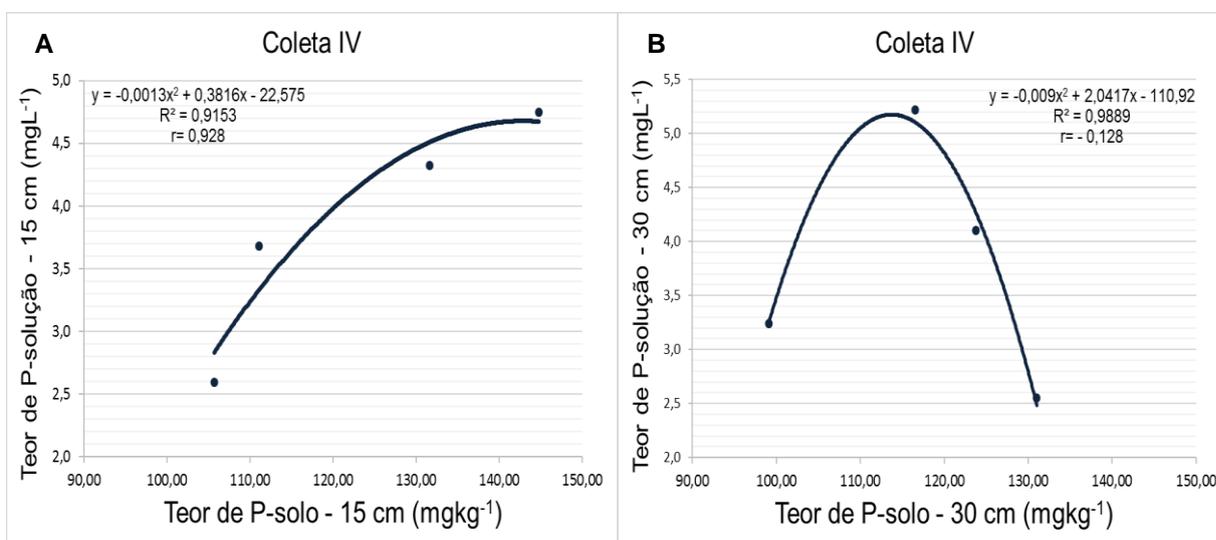
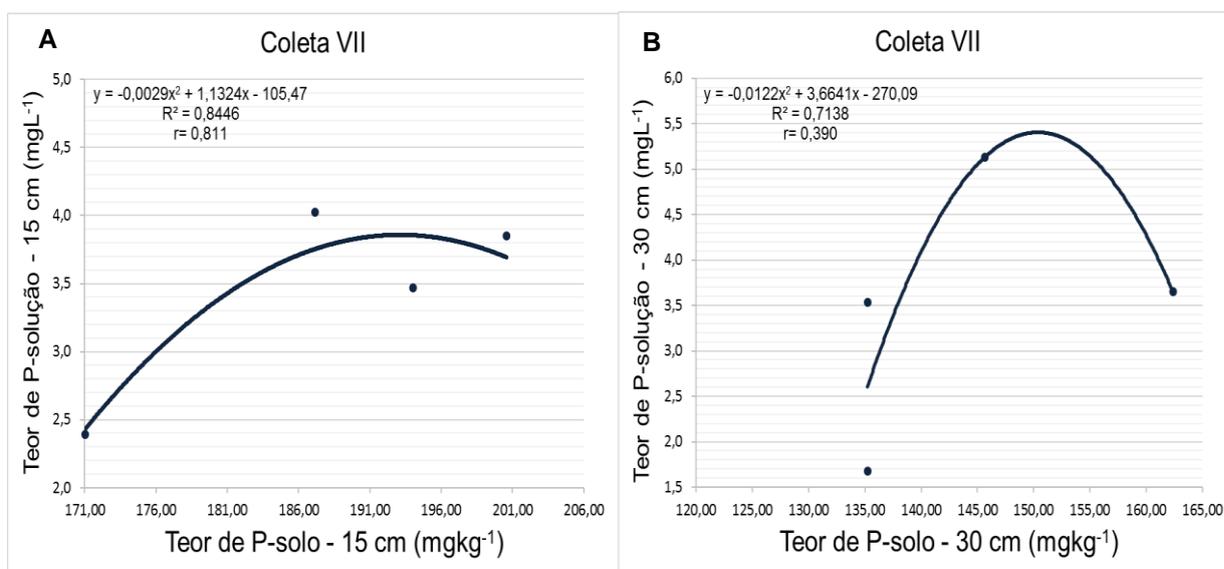


Figura 13. Teor de P-solução (mg.L^{-1}) em função do teor de P-solo (mg.kg^{-1}) às profundidades de 15 cm (A) e 30 cm (B), respectivamente, referente a Coleta VII.



Os teores de P-folha em função dos teores de P na solução (Tabela 8) não obtiveram correlações positivas com coeficientes altos, mas o oposto nas coletas I e III, que apresentam coeficientes de -0,821 e -0,711, respectivamente, indicando que o teor de P-folha decresce com o aumento de P-solução. Entretanto, ao analisar o comportamento por meio de gráficos, ilustrados na Figura 14, percebe-se que o teor de P-folha sofre uma queda com o aumento de P-solução nas coletas de tecido vegetal I e V, que coincidem com fases de alta demanda de P pela cultura da videira, segundo Albuquerque (2007), e que a partir de concentrações acima de 3 mg.L^{-1} de P-solução o aumento de P na folha é simultâneo ao aumento de P-solução, sugerindo que a absorção de P pela planta é comprometida quando P-solução encontra-se no intervalo de 1,5 a $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

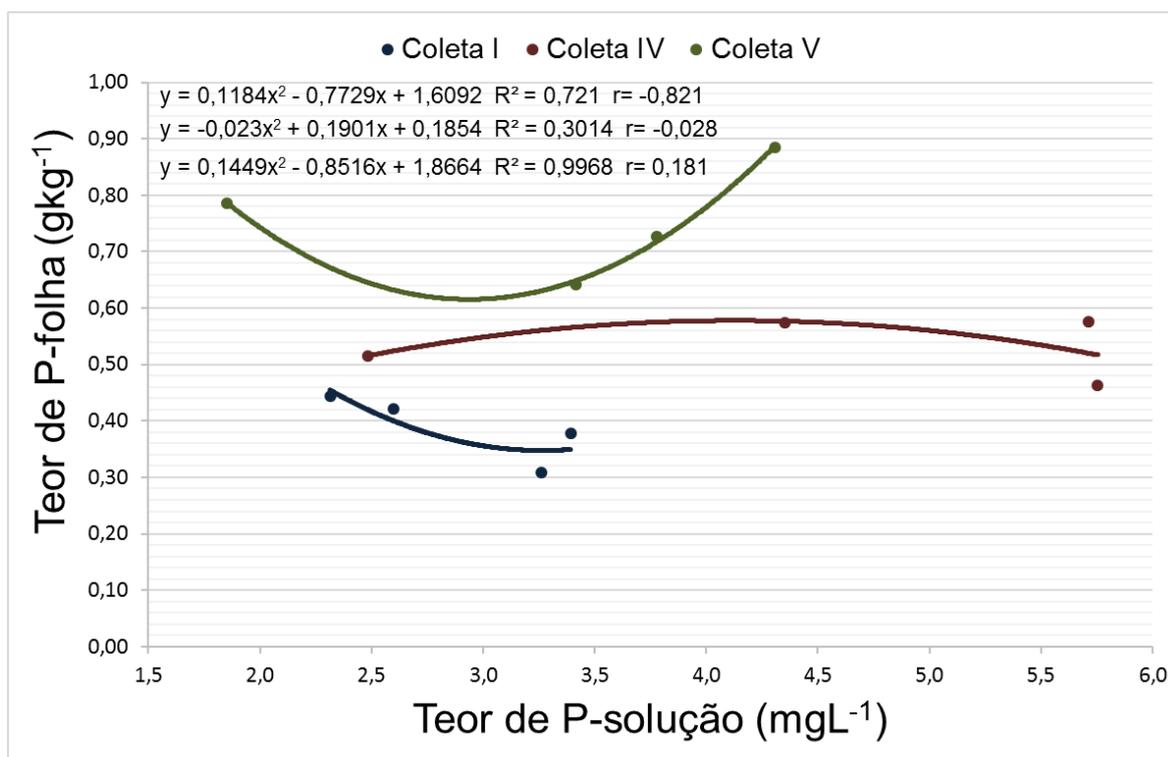
Tabela 8. Teores de P-folha em função dos teores de P-solução, referente às coletas realizadas.

Fase	r2	Equação	r	Coleta vegetal
BC	0,721	$y = 0,1184x^2 - 0,7729x + 1,6092$	-0,821*	I
1º EB	0,361	$y = 0,3094x^2 - 1,8074x + 2,7406$	-0,278	II
2º EB	0,676	$y = -0,0912x^2 + 0,6304x - 0,5432$	-0,711*	III
EB - M	0,301	$y = -0,023x^2 + 0,1901x + 0,1854$	-0,028	IV
M	0,997	$y = 0,1449x^2 - 0,8516x + 1,8664$	0,181	V

BC – baga “chumbinho”; EB – enchimento de baga; M – início de maturação; * - alta correlação.

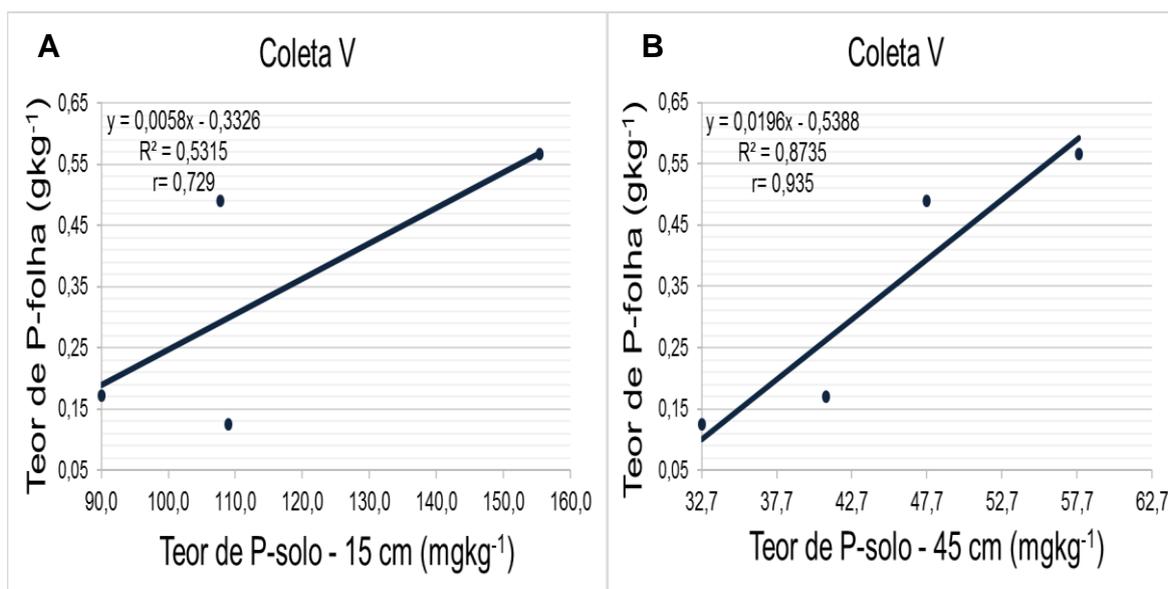
O teor de P-folha em função de P-solução permanece praticamente constante na Coleta IV (Figura 14), com coeficiente de correlação próximo ao nulo, $r = -0,028$. Esse comportamento pode ser atribuído a baixa absorção de P pela cultivar nesse período, pois o aumento do teor de P-solução pouco contribuiu na absorção do elemento nessa fase.

Figura 14. Teor de P-folha ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) em função do teor de P-solução ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), referente as Coletas IV, V e VI.



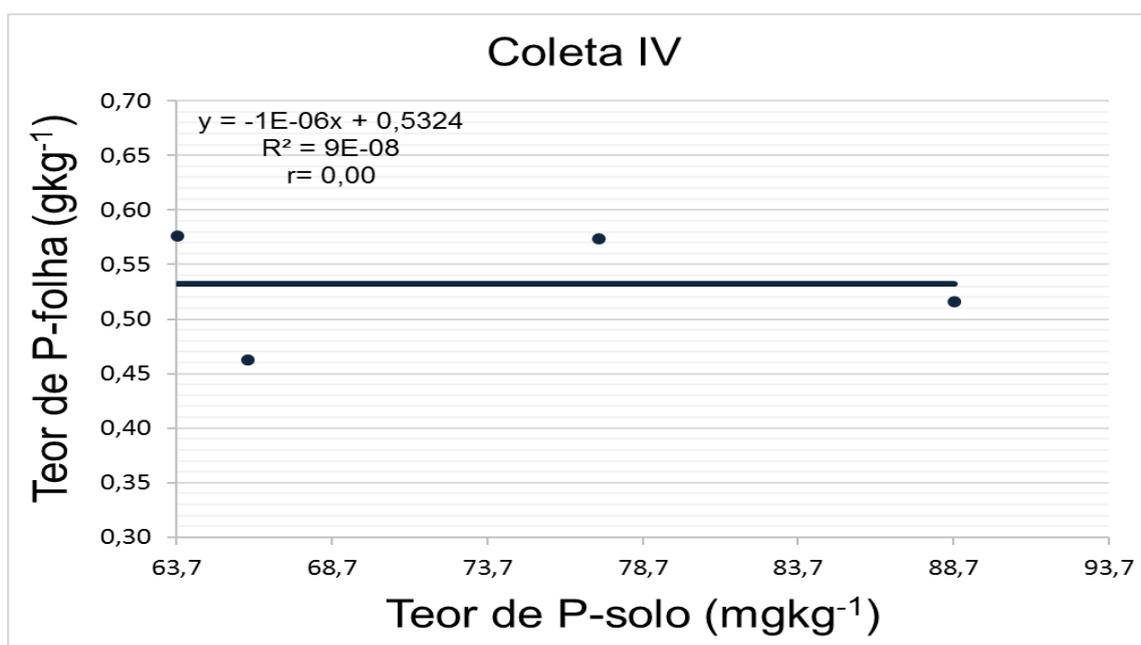
Correlacionando ainda o teor de P-folha em função de P-solo a 15 e 45 cm, na Coleta V (Figura 15 A e B), encontra-se coeficientes de correlação positivos e altos, com valores de $r = 0,729$ e $0,935$, respectivamente. Esse comportamento assemelha-se a relação entre P-folha e P-solução nessa coleta, haja vista que o aumento do teor de P-solo proporcionou uma maior absorção de P a planta, com modelo linear ajustado, R^2 de 53 e 87%, respectivamente. Dessa forma, observamos que as adubações fosfatadas em fases de alta demanda de P pela cultivar são de extrema importância, uma vez que, sem um suprimento adequado de P, uma planta não pode atingir seu potencial de rendimento máximo (Prabhu et al., 2007).

Figura 15. Teor de P-folha ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) em função do teor de P-solo ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) às profundidades de 15 cm (A) e 45 cm (B), respectivamente, referente a Coleta VII.



A baixa absorção de P pela planta, identificada na coleta IV a partir da relação entre P-folha e P-solução, é perceptível também ao correlacionar o teor de P-folha em função de P-solo, uma vez que o coeficiente de correlação apresentou ajuste linear constante no eixo X, com $r = 0,00$ (Figura 16). Portanto, a absorção de P pelas plantas se manteve constante com o aumento do teor de P-solo na coleta IV, enfatizando que na cultivar ‘BRS Vitória’, a demanda de P nessa fase é baixa sob as condições de campo submetidas.

Figura 16. Teor de P-folha ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) em função do Teor de P-solo ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), referente a Coleta VII.



CONCLUSÃO

Nas condições em que este trabalho foi realizado, concluiu-se que:

Apenas o P-solo extraído em Mehlich-1 pode ser usado para recomendação de adubação fosfatada para a 'BRS Vitória'.

Os teores de P-solução, coletados a partir de extratores de cápsula porosa, não são precisos para a determinação das adubações fosfatadas

As doses de P₂O₅ ministradas propiciaram a cultivar 'BRS Vitória', uma produtividade com modelo linear ajustado ($Y = 43,712x + 1542$). Pesquisas com dosagens além das trabalhadas devem ser realizadas no intuito de estimar a dose de máxima eficiência econômica.

REFERÊNCIAS

ADAMS, F. Soil solution. In: CARSON, E.W. (Ed). The plant root and its environment. Charlottesville: University of Virginia, 1974. Cap.15, p.441-481.

ALBUQUERQUE, T. C. S. Uvas para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA-SPI, Série Publicações Técnicas FRUPEX, v. 25, p. 53, 1996.

ALBUQUERQUE, T. C. S. Uvas para exportação: manejo da planta e da nutrição. Petrolina. EMBRAPA – Semi-Árido. I Simpósio Internacional de Vitivinicultura do Submédio São Francisco. 2007.

BASSOI, L. H.; DANTAS, B. F.; LIMA FILHO, J. M. P.; LIMA, M. A. C.; LEÃO, P. C.S.; SILVA, D. J.; MAIA, J. T. L.; SOUZA, C. R. Preliminary results of a long -term experimente about RDI and PRD irrigation strategies in winegrapes in São Francisco Valley, Brazil. Acta Horticulturae, The Hague, v.754, p.275-282, 2007.

BEEGLE, D. Assessing soil phosphorus for crop production by soil testing. In: SIMS, J. T. et al. (Ed.). Phosphorus: agriculture and the environment. Madison: SSSA, 2005. p. 123-144.

BLANCO, F. F. Tolerância do pepino enxertado A salinidade em ambiente protegido e controle da salinização do solo. 1999. 104 f. Dissertação Mestrado em Irrigação e Drenagem1 - Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BROGGI, F.; OLIVEIRA, A.C.; FREIRE, F. J.; FREIRE, M.B.G.S.; NASCIMENTO, C.W.A. Fator capacidade de fósforo em solos de Pernambuco mineralogicamente diferentes e influência do pH na capacidade máxima de adsorção. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 35:77-83, 2011.

CROSS, A.F.; SCHLESINGER, W.H. A literature review and evaluation of the Hedley fractionation: Applications to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems. *Geoderma*, v.64, p.197-214, 1995.

DIMENSTEIN, Luiz. Método Para Dosagem De Fertirrigação Por Concentração. AICL, Specialty Fertilizers. 1º Edição. 2017.

DATNOFF, L.E.; ELMER, W.H.; HUBER, D.M. Mineral Nutrition and Plant Disease. In: PRABHU, F.A. et al. Fósforo e doenças das plantas. The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota U.S.A. 2007. p. 81 – 83.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solo / Paulo César Teixeira ... [et al.], editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

FARDEAU, J.C. Dynamics of phosphate in soils. An isotopic outlook. *Fertil. Res.*, 45:91-100, 1996.

FOX, R.L. & KAMPRATH, E.J. Phosphate sorption isotherms for evaluating the phosphate requirements of soils. *Proceedings of the American Society of Agronomy*, 34:902-907, 1970.

GATIBONI, L.C. Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas, 2003. 231f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

GUILHERME, L.R.G.; CURI, N.; SILVA, M.L.N.; BRENÓ, N.B. & MACHADO, R.A.F. Adsorção de fósforo em solos de várzea do estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24:27-34, 2000.

KIST, B. B.; CARVALHO, C.; TREICHEL, M.; SANTOS, C. E. Anuário Brasileiro da Fruticultura 2018. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2018. 88 p.

LEMOS, Evandro. Doses e Modos de Aplicação de Fósforo no Estado Nutricional e Produtividade da Cultura do Milho. Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Câmpus de Jaboticabal. 2016.

MAIA, J. D. G; RITSCHER, P.; CAMARGO, U. A.; SOUZA, R. T.;FAJARDO, T. V.; NAVES, R. L.; GIRARDI, C. L. ‘BRS Vitória’ – a novel seedless table grape cultivar exhibiting special flavor and tolerance to downy mildew (*Plasmopora viticola*). *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, v.14., n.3., p.204-206, 2014.

MEHLICH, A. Determination of P, Ca, Mg, K, Na and NH₄. Raleigh: North Carolina Soil Testing Division, 1953. 195 p.

PAVINATO, P. S. Dinâmica do Fósforo no Solo em Função do Manejo e da Presença de Resíduos em Superfície. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”. Botucatu – SP. 2007.

PINTO, F. A. Sorção e Dessorção de Fósforo em Solos de Cerrado. UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Jataí – GO. 2012.

RANNO, S.K.; SILVA, L.S.; GATIBONI, L.C.; RHODEN, A.C. Capacidade de adsorção de fósforo em solos de várzea no estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:21-28, 2007.

SAMPLE, E.C. Factors affecting phosphate retention parameters derived using the Langmuir adsorption equation. Raleigh, North Carolina State University, 1972. 110p. (Tese de Doutorado).

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.2, p.576-586, mar-abr, 2008.

SILVA, D. J. Nutrição e adubação de videira em sistema de produção integrada. Circular técnica 100 Embrapa semiárido, Petrolina, 10p, 2012.

SILVA, E. F.; ANTI, G. R.; CARMELLO, Q. A. C.; DUARTE, S. N. Extratores de cápsulas porosas para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução de um solo. *Scientia Agricola*, v.57, n.4, p. 785-789, 2000.

SILVA, L. S. Características químicas de um latossolo nos sistemas plantio direto e convencional no primeiro ano. 1996. 87f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SOARES, José; NASCIMENTO, Tarcízio. Distribuição do sistema radicular da videira em vertissolo sob irrigação localizada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.2, n.2, p.142-147, 1998.

SPOSITO, G. The chemistry of soils. New York: Oxford University, 1989. 277p.

UEHARA, G.; GILLMAN, G.P. The mineralogy, chemistry and physics of tropical soils with variable charge. Boulder: Westview Press, Inc., 1981. 188p.

WALKER, T.W.; SYERS, J.K. The fate of phosphorus during pedogenesis. *Geoderma*, v.15, p.01-19, 1976.