

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**APORTE DE FÓSFORO NO SOLO EM FUNÇÃO DO USO DE
COQUETÉIS VEGETAIS E DIFERENTES SISTEMAS DE PREPAROS
DE SOLO NAS ENTRELINHAS DO CULTIVO DA MANGUEIRA**

LUIS HENRIQUE BEZERRA CABRAL

**PETROLINA, PE
2017**

LUIS HENRIQUE BEZERRA CABRAL

**APORTE DE FÓSFORO NO SOLO EM FUNÇÃO DO USO DE
COQUETÉIS VEGETAIS E DIFERENTES SISTEMAS DE PREPAROS
DE SOLO NAS ENTRELINHAS DO CULTIVO DA MANGUEIRA**

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

**PETROLINA, PE
2017**

C117

Cabral, Luis Henrique Bezerra.

Aporte de fósforo no solo em função do uso de coquetéis vegetais e diferentes sistemas de preparos de solo nas entrelinhas do cultivo da mangueira / Luis Henrique Bezerra Cabral. - 2017.

19 f.: il. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia)-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2017.

Bibliografia: f. 17-19.

1. Solos. 2. Fertilidade do solo. 3. Adubação verde. 4. Mangueira. I. Título.

CDD 631.4

LUIS HENRIQUE BEZERRA CABRAL

**APORTE DE FÓSFORO NO SOLO EM FUNÇÃO DO USO DE
COQUETÉIS VEGETAIS E DIFERENTES SISTEMAS DE PREPAROS
DE SOLO NAS ENTRELINHAS DO CULTIVO DA MANGUEIRA**

Trabalho de Conclusão do Curso
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a
obtenção de título de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovada em: 29 de setembro de 2017.

Orientador: Prof^o. Dr^o Fabio Freire de Oliveira – Instituto Federal do Sertão
Pernambucano – IFSertão-PE

Prof^a Msc^a Maria do Socorro Conceição de Freitas– Instituto Federal do Sertão
Pernambucano – IFSertão-PE

Pesquisador Dr^o Davi José da Silva – Embrapa semiárido

RESUMO - Mudanças nos sistemas de manejo de solo incluindo a adubação verde vêm se tornando um componente capaz de proporcionar um caráter sustentável aos sistemas produtivos, principalmente no que diz respeito a ciclagem de nutrientes e disponibilização de fósforo. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de coquetéis vegetais cultivados na entrelinha de manga (*Mangifera indica* L.) e de dois sistemas de preparo do solo no fósforo (P) do solo. Nas entrelinhas, com dois sistemas de preparo do solo, em um agroecossistema irrigado de cultivo cv. 'Kent, sob o teor de fósforo no solo. O experimento foi instalado em blocos casualizados com arranjo em parcelas subdivididas, sendo as parcelas dois sistemas de preparo do solo, com revolvimento (CR) e plantio direto (NR), e as subparcelas três tipos de coquetéis vegetais (CV), (CV1) -75% leguminosas (L) + 25 % não-leguminosas (NL); (CV2) - 25% L + 75% NL; e, (CV3) - vegetação espontânea. Após 70 dias da semeadura os adubos verdes foram manejados. Antes da semeadura dos coquetéis, foram coletadas amostras de solo, nas camadas de 0 – 5 cm; 5 – 10 cm; 10 – 20 cm e 20 – 40 cm, dentro das unidades experimentais, na linha e entrelinha de cultivo da manga. Aos 70 dias da semeadura os adubos verdes foram manejados. Após o cultivo dos coquetéis vegetais, o teor de fósforo tendeu a diminuir na camada superficial e acumula-se em subsuperfície nos tratamentos cujo os resíduos vegetais permaneceram na superfície. O revolvimento do solo, com a incorporação dos adubos verdes em subsuperfície, diminuiu o teor de fósforo em todas as profundidades avaliadas, indicando a necessidade de investigar o movimento em subsuperfície deste elemento além da profundidade de 40 cm.

Palavras-chave: Adubação verde; Plantio direto; Cobertura do solo; Ciclagem de nutrientes

Sumário

INTRODUÇÃO.....	5
MATERIAL E MÉTODOS.....	7
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
CONCLUSÕES.....	16
REFERÊNCIAS.....	16

INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica L.*), frutífera da família Anacardiaceae, é conhecida há mais de quatro mil anos. Originária do sul da Ásia, a manga dispersou-se por todos os continentes, sendo cultivada na maioria dos países de clima tropical e subtropical (Ferreira et al. 2003).

Segundo o Anuário Brasileiro de Fruticultura, em 2014, a manga liderou o ranking das exportações nacionais em receita, alcançando o valor de US\$ 163,7 milhões e foi a segunda colocada em volume exportado, com 133 milhões de quilos.

O Submédio do Vale do São Francisco é a região do Brasil que mais tem se destacado no cultivo da mangueira, sendo referência nacional na mangicultura irrigada. A fruta colhida nessa região abastece grandes centros consumidores no Brasil, além de Estados Unidos, países europeus e asiáticos. Em 2015, a produção no Submédio São Francisco chegou a mais de 308 milhões de quilos, atingindo um volume bruto de produção de R\$ 401,5 milhões (CODEVASF, 2016).

A área de cultivo de manga em condições tropicais semiáridas continua crescendo cada vez mais, ganhando ênfase pelo elevado volume produzido, pelas mangas com qualidades superiores às demais regiões e com o diferencial da possibilidade de colher frutos durante todo o ano.

Apesar da maior parte dos pomares de manga ser da cv. Tommy Atkins, a cv Kent vem ganhando espaço e já é encontrada na região do Vale do Submédio São Francisco. Pela menor quantidade de fibras e sabor característico do fruto muito apreciado em alguns países da Europa e na Ásia, principalmente o Japão, transforma a cultivar em uma boa alternativa para investimentos nessa região (Mouco, 2011).

O cultivo de manga irrigado e em condições de clima semiárido tem um alto potencial de produção. Entretanto, a exploração intensiva destes cultivos, juntamente com as altas temperaturas, ausência de cobertura nos solos tem causado a degradação dos solos e conseqüentemente ameaçado a qualidade e a sustentabilidade do agronegócio da região.

O uso de culturas de cobertura, adubos verdes ou coquetéis vegetais é apontado como uma prática capaz de recuperar e manter a qualidade do solo, por meio do aumento do teor de matéria orgânica do solo (MOS), da diminuição dos processos erosivos do solo; da melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; da ciclagem de nutrientes; e do aumento da biodiversidade dentro dos agroecossistemas. Além disso, essa prática contribui

para diminuição do uso dos fertilizantes convencionais, que são onerosos e impactam o ambiente, e colabora para uma agricultura conservacionista e sustentável.

O coquetel vegetal consiste no plantio em conjunto de diferentes espécies de leguminosas, gramíneas e oleaginosas que ao atingirem, em sua maioria, a fase de pleno florescimento, serão cortadas e depositadas sobre o solo (Filho, 2016) para uso como adubos verdes. Estas espécies por apresentarem necessidades nutricionais diferenciadas e por seus sistemas de raízes ocuparem diferentes profundidades no solo, promovem a movimentação dos nutrientes das camadas mais profundas para a superfície do solo (Silva et al., 2005).

Os pomares comerciais necessitam de quantidades equilibradas de nutrientes para que tenham condições de alcançarem toda sua capacidade produtiva. Dentre estes nutrientes podemos destacar o fósforo que apesar dos elevados teores nos solos já cultivados, é o elemento que apresenta menor disponibilidade para as plantas. A explicação, segundo Marra (2012), é a interação deste elemento com os constituintes do solo, como cálcio, alumínio e ferro e sua lenta taxa de difusão na solução do solo.

O nutriente fósforo é necessário na divisão e crescimento celular da mangueira. É especialmente importante no desenvolvimento radicular, comprimento da inflorescência, duração da floração, tamanho da folha e maturação do fruto. Influencia positivamente na coloração da casca, uma característica de grande importância para o mercado consumidor (SILVA et al. 2004).

Estudos citados por Silva (2004) mostram que a quantidade de fósforo exportado por tonelada de frutos frescos de algumas variedades de manga pode chegar a 0,47 kg do nutriente.

Além de sua facilidade em se tornar indisponível para as plantas, a perda de fósforo no solo é um fator que deve ser considerado. Brito (2010) afirmou que a erosão é a responsável pelas maiores perdas de fósforo, quando ocorrem perdas de matéria orgânica e partículas coloidais. Além disso, sua alta capacidade de “fixação” por compostos do solo reduz drasticamente sua disponibilidade às plantas.

Embora o fósforo seja relativamente menos móvel que os demais, a lixiviação deste nutriente em solos arenosos pode ser intensa. Galvão et al. (2008) encontraram 7 mg kg⁻¹ de P solúvel em água na camada de 40 cm a 60 cm de profundidade em solos adubados, sendo que este mesmo solo, antes não adubado, apresentava teores não detectáveis de P nas camadas superficiais. Comprovando que apesar da sua baixa mobilidade, ainda há perda por transporte vertical.

Sendo o fósforo um recurso natural finito e também fundamental para a agricultura, o rumo a ser trilhado deve ser o de utilização de métodos que sejam capazes de aumentar a disponibilidade dos nutrientes para as plantas, assim com a ciclagem dos mesmos a fim de evitar a perda deste elemento no solo.

A utilização de coquetéis vegetais associados ao não revolvimento do solo pode ser uma estratégia de manejo de solo viável para o semiárido tropical brasileiro, capaz de proporcionar um caráter sustentável aos sistemas produtivos, já que o uso inadequado de máquinas e equipamentos agrícolas, leva ao aumento na densidade das camadas do solo e é apontado como uma das principais causas da redução da sua qualidade.

Esta técnica, segundo Filho (2016), tem como finalidade aumentar a retenção da água e o teor de matéria orgânica no solo, diminuir as oscilações de temperaturas e evaporação; gerar resíduos que servem de cobertura morta para o solo e manter o fluxo de nutrientes em equilíbrio trazendo os mesmos das camadas mais profundas para camadas onde estarão prontamente disponíveis à demanda da cultura comercial. No entanto, é preciso dar continuidade aos estudos para definir as melhores combinações entre espécies vegetais, o manejo ou preparo do solo mais adequado para que o sistema promova melhores condições de aproveitamento dos nutrientes que são liberados pelos adubos verdes, além do entendimento da dinâmica da decomposição do material e da imobilização/ mineralização de nutrientes no solo.

Nos sistemas agrícolas, o aumento na demanda de fósforo é relacionado com o aumento da produtividade. Adicionalmente, segundo Pereira e Faria (1997), solos da região semiárida brasileira contêm baixos teores de P, conseqüentemente, para os autores, a obtenção de produtividades elevadas é condicionada à adição de fertilizantes fosfatados. Entretanto, em longo prazo, a sustentabilidade da agricultura não depende do aumento quantitativo do uso de fertilizantes fosfatados, e sim da otimização no manejo deste elemento. Este aprimoramento passa por uma reconsideração dos sistemas tradicionalmente utilizados.

O objetivo deste estudo é avaliar o efeito do cultivo de coquetéis vegetais incluindo a vegetação espontânea nas entrelinhas, com dois sistemas de preparo do solo, em um agroecossistema irrigado no Semiárido brasileiro sob cultivo de manga (*Mangifera indica* L.) cv. 'Kent', e a sua capacidade de ciclagem do nutriente fósforo nas condições semiáridas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um experimento de longa duração no Campo Experimental de Bebedouro (9°08' S, 40°8' W, 365,5 m de altitude) pertencente a Embrapa Semiárido, município de Petrolina, PE. A área experimental é cultivada com mangueira (*Mangifera indica* L.) cv. 'Kent' e nas entrelinhas ou "ruas" são cultivados coquetéis vegetais com diferentes proporções de espécies leguminosas, gramíneas e oleaginosas e também com vegetação espontânea. Segundo a classificação climática de Köppen, a região apresenta clima do tipo BSwH', semiárido, e valores médios anuais das variáveis climatológicas estão descritos na Figura 1. Os dados foram coletados na estação agrometeorológica localizada no Campo Experimental Bebedouro.

O solo da área é um ARGISSOLO Vermelho-Amarelo eutrófico plúntico, textura média/argilosa, de relevo plano (Embrapa, 2013). Antes da instalação do experimento foi realizada a caracterização química do solo (Tabela 1).

O pomar de manga foi implantado em 2008, com espaçamento de 5 m entre plantas e 8 m entrelinhas, até então esta área tinha sido ocupada por um cultivo de tamareiras durante 20 anos sob manejo convencional de preparo de solo. Cada unidade experimental foi constituída por uma área de 360 m², com nove plantas de mangueira cultivadas. As mudas de mangueira foram transplantadas em 2008, utilizando irrigação por microaspersão. O manejo cultural foi conduzido de acordo com as práticas recomendadas para a região.

Figura 1. Médias anuais de precipitação pluviométrica, evapotranspiração de referência, temperatura mínima e temperatura máxima, no período de 2009 a 2014.

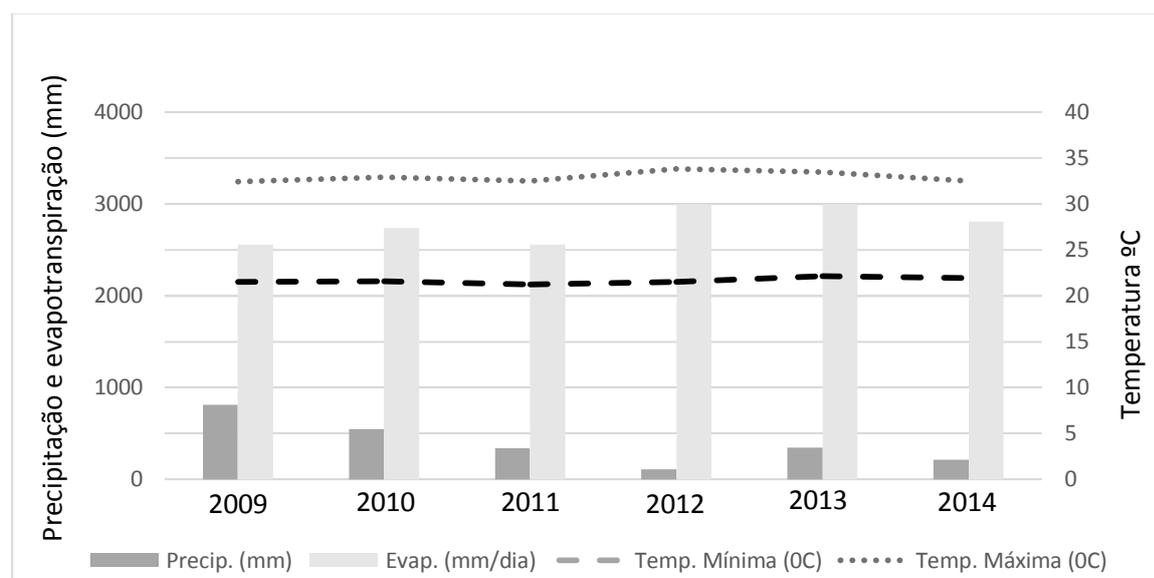


Tabela 1. Caracterização química e física do Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico plúntico antes da instalação do experimento. Petrolina, Pernambuco, 2008.

Camada	pH (H ₂ O)	C	P	K	Ca	Mg	Areia	Silte	Argila	ds
cm		g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----			-----g kg ⁻¹ -----			g cm ⁻³
0-5	7,05	3,68	50,79	0,45	2,38	1,03	868,45	77,90	53,65	1,50
5-10	6,85	2,96	37,88	0,34	1,96	0,94	869,24	65,11	65,66	1,56
10-20	6,75	2,72	32,96	0,29	1,62	0,80	871,67	63,48	65,58	1,64
20-40	6,49	1,63	29,54	0,24	1,33	0,70	868,83	50,58	80,80	1,67

ds: densidade do solo

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, com os tratamentos dispostos em um arranjo de parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas por dois (2) sistemas de preparo do solo (sem revolvimento – NR e com revolidado - CR) e as subparcelas por coquetéis vegetais: coquetel vegetal 1 (CV1)- 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas; coquetel vegetal 2 (CV2) - 25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas e coquetel vegetal 3 (CV3) - composta pela vegetação espontânea.

Na composição dos coquetéis vegetais CV1 e CV2 foram incluídas quatorze espécies, descrita na tabela 3, junto com a quantidade de sementes por espécies utilizadas em cada coquetel vegetal.

Tabela 3. Quantidade de sementes usadas nos coquetéis vegetais.

Espécies	CV1	CV2
	----- g subparcela ⁻¹ -----	
Girassol	183,39	550,19
Mamona	2020,59	6061,77
Gergelim	58,50	175,50
Milho	877,50	2632,50
Milheto	58,50	175,50
Sorgo	146,25	438,75
Crotalária Spectabilis	300,10	100,03
Crotalária juncea	789,75	263,25
Feijão de porco	13127,40	4375,80
Calopogônio	224,64	74,88
Mucuna Preta	5928,39	1976,13
Guandu	745,875	248,62
Lab-lab	3510,00	1170
Mucuna Cinza	5928,39	1976,13

CV1 - 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas e CV2 - 25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas

Na vegetação espontânea foram identificadas como espécies predominantes as seguintes espécies *Desmodium tortuosum* (Sw.) DC. – Leguminosa (Fabaceae); *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. – Leguminosa (Fabaceae); *Digitaria bicornis* (Lam.) Roem. & amp;

Schult. – Gramínea (Poaceae); *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. – Gramínea (Poaceae); *Commelina difusa* Burm. f. – Commelinaceae; *Acanthospermum hispidum* DC. – Asteraceae; *Euphorbia chamaeclada* Ule – Euphorbiaceae; *Waltheria rotundifolia* Schrank – Malvaceae; *Waltheria sp.* L.- Malvaceae; *Tridax procumbens* L.- Asteraceae; *Ipomoea mauritiana* Jacq. – Convolvulaceae; *Ipomoea bahiensis* Willd. ex Roem. & Schult. – Convolvulaceae; *Amaranthus deflexus* L. – Amaranthaceae.

Para a semeadura dos CV1 e CV2, foram abertos sulcos de aproximadamente 0,1 m de profundidade, em um espaçamento de 0,5 m, onde foram distribuídas as sementes e logo após, foram cobertas com solo. O sistema de irrigação utilizado foi o sistema de irrigação por gotejamento, com emissores espaçados em 0,5 m e com uma vazão média de 1,6 L por hora.

Assim que a maioria das espécies se encontrava em fase de floração, em média aos 70 dias após o plantio, foi realizado o revolvimento mecânico do solo com o auxílio de uma grade do tipo pesada, a uma profundidade de 0,2 m. Enquanto que nos tratamentos que não se fez o revolvimento do solo, o material vegetal foi cortado rente ao solo, com o auxílio de uma roçadeira lateral manual, e depositado como cobertura,

O cultivo dos coquetéis vegetais na entrelinha da mangueira teve início em dezembro de 2009, sendo realizado o semeio por seis ciclos consecutivos (2009/2010; 2010/2011; 2012; 2013; 2014; e 2015). Na tabela 4 estão descritos os valores estimados de adição de matéria seca da parte aérea dos coquetéis vegetais e de P durante os seis ciclos do cultivo na entrelinha da manga (Brandão, 2015; e Freitas et al. 2017).

Tabela 4. Estimativa média da adição anual de matéria seca e do acúmulo de P da parte aérea de coquetéis vegetais cultivados na entrelinha de cultivo de manga (*Mangifera indica* L.) em Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico plúntico durante seis anos de cultivos, Petrolina-PE.

Coquetéis	Ano											
	2009/2010		2010/2011		2012		2013		2014		2015	
	Preparo do solo											
	SR	CR	SR	CR	SR	CR	SR	CR	SR	CR	SR	CR
	-----Matéria seca da parte aérea Mg ha ⁻¹ -----											
CV1	6,43	6,59	9,88	7,50	7,69	7,84	11,62	10,17	9,24	10,17	7,61	8,73
CV2	6,10	5,86	8,14	8,88	7,78	8,98	9,59	8,93	10,72	10,13	8,20	8,73
VE	2,90	3,33	3,72	3,20	3,50	5,53	5,71	5,85	4,97	4,23	6,82	6,21

(Adaptado de Brandão (2015) e de Freitas (2017). CV1 - 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas; CV2 - 25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas; CV3 – Vegetação espontânea; SR – sem revolvimento e CR – com revolvimento.

Antes do plantio do coquetel, foram coletadas amostras compostas de solo (proveniente de 8 amostras simples), na linha e na entrelinha de cultivo das mangueiras, nas camadas de 0-5 cm; 5-10 cm; 10-20 cm e 20-40 cm, em cada unidade experimental. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e enviadas para o laboratório de solos pertencente à EMBRAPA Semiárido. O P foi determinado com o extrator tipo Mehlich, conforme Embrapa (1997).

Coletou-se também em cada unidade experimental e na área de referência amostras indeformadas, nas camadas de 0-5 cm, 5 -10 cm, 10 -20 cm e 20 40 cm, em anel volumétrico para determinação da densidade do solo (Embrapa, 1997).

O estoque de P foi obtido pelo produto dos teores de P, considerando-se a densidade do solo de cada camada e de cada tratamento.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, com significância testada até 5 %, pelo teste F. Os graus de liberdade (GL), para coquetéis vegetais, preparo do solo, que apresentaram F significativo, para o estoque de P, tiveram suas médias comparadas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$), e os relativos ao preparo do solo pelo Teste F ($p < 0,05$). As camadas de solos foram analisadas isoladamente. Para a apresentação resumida dos dados foi utilizada a estatística descritiva na qual calculou-se a média, o desvio padrão e o erro padrão da média

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o teste F (Tabela 5), verificou-se que na entrelinha de cultivo houve efeito da interação preparo *versus* coquetéis vegetais ($p < 0,01$) sobre o estoque de P, apenas na camada de 0-5 cm. Nas camadas de 5-10 cm e de 10 – 20 cm o estoque de P variou entre os sistemas de preparo do solo ($p < 0,01$) e os coquetéis vegetais ($p < 0,05$) e na de 20 -40 cm apenas do preparo de solo ($p < 0,01$). Com relação a linha de cultivo da manga verificou-se efeito significativo do fator isolado de preparo do solo sobre o estoque de P em todas as camadas e dos coquetéis vegetais apenas nas camadas de 5-10 cm e de 20 40 cm.

Em todas as camadas do solo o preparo do solo sem revolvimento, após seis ciclos, tanto na linha como na entrelinha, contribuiu para o maior estoque de P quando comparado ao manejo de solo com revolvimento, com exceção da camada de 0 -5 cm, na entrelinha de cultivo onde o CV1 apresentou o maior estoque no manejo com revolvimento (Tabela 5). Segundo Filho (2016), em um estudo avaliando o uso de coquetéis vegetais como plantas de cobertura no cultivo do melão na região semiárida do Vale do São Francisco, o sistema de preparo com o revolvimento do solo libera mais rápido os nutrientes, facilitando o processo de lixiviação do elemento, podendo explicar a redução do estoque de P no solo.

Tabela 5. Valores médios do estoque de P (kg ha⁻¹) em quatro profundidades do solo na caracterização e após seis ciclos de cultivo de coquetéis vegetais nas entrelinhas de um pomar de manga (*Mangifera indica* L.), em dois sistemas de preparo do solo.

	0-5 cm			5-10 cm			10-20 cm			20-40 cm		
	NR	R	Média	NR	R	Média	NR	R	Média	NR	R	Média
Caracterização												
CV1	31,98	38,52	35,25	32,94	30,03	31,49	55,77	49,85	52,81	93,52	96,03	94,77
CV2	32,89	34,80	33,85	26,44	29,74	28,09	56,68	56,68	56,68	93,51	107,07	100,29
CV3	35,34	35,93	35,64	33,38	25,10	29,24	57,60	47,28	52,44	101,43	92,29	96,86
Média	33,40	36,42		30,92	28,29		56,69	51,27		96,15	98,46	
Teste F												
P	1,81 ns			0,69 ns			0,97 ns			0,05 ns		
CV	0,24 ns			0,40 ns			0,24 ns			0,09 ns		
P x CV	0,65 ns			1,12 ns			0,30 ns			0,39 ns		
CV%	15,70			26,15			24,94			26,44		
6 ciclos - Linha												
CV1	29,90	20,45	25,18 a	28,48	15,60	22,04 a	60,07	28,73	44,40 a	96,83 Aab	49,90 Ba	73,36 ab
CV2	27,96	9,99	18,98 a	28,31	15,78	22,05 a	50,37	29,67	40,02 a	109,43 Aa	59,45 Ba	84,44 a
CV3	25,08	13,98	19,53 a	15,95	6,79	11,37 b	35,84	17,41	26,63 a	67,29 Ab	39,69 Ba	53,49 b
Média	27,65 A	14,81 B		24,24 A	12,72 B		48,76 A	25,27 B		91,18 A	49,68 B	
Teste F												
P	31,29 **			55,67 **			18,65 **			39,30 **		

M	2,98 ns	21,25 **	3,86 ns	7,48 **
P x M	1,29 ns	0,59 ns	0,54 ns	1,12 ns
CV %	26,49	20,46	36,00	23,02

6 ciclos – Entrelinha

CV1	10,98 Bb	22,97 Aa	16,97	34,99	21,19	28,09 a	77,47	47,32	62,39 a	149,31 Aa	75,22 Ba	112,27 a
CV2	28,04 Aa	17,25 Ba	22,64	34,05	19,90	26,97 a	66,64	45,06	55,85 ab	117,50 Aa	82,89 Ba	100,19 ab
CV3	24,04 Aa	14,55 Ba	19,30	25,35	9,47	17,41 b	59,20	30,08	44,64 b	114,09 Aa	42,16 Ba	78,13 b
Média	21,02	18,26		31,46 A	16,86 B		67,77 A	40,82 B		126,97 A	66,76 B	

Teste F

P	2,25 ns	19,82 **	28,99 **	34,57 **
M	3,19 ns	4,27 *	4,29 *	3,81 ns
P x M	16,07 **	0,04 ns	0,29 ns	1,57 ns
CV%	22,97	33,27	22,58	25,90

CV%: Coeficiente de variação; ns: Não significativo; * e ** significativo pelo teste F a 5 e a 1% de probabilidade, respectivamente. As médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV1 - 75% Leguminosas e 25% gramíneas e oleaginosas; CV2: - 25% Leguminosas e 75% gramíneas e oleaginosas; CV3 -vegetação espontânea; SR: Sem revolvimento; e CR- Com revolvimento.

Na camada de 0-5 cm, houve interação entre os fatores de estudo. Observa-se que o coquetel vegetal com predominância de leguminosas teve a menor quantidade de fósforo (Tabela 5). Uma explicação pode ser a maior quantidade de fósforo orgânico (p-org) em solos com maior proporção de leguminosas, fato verificado por Zaia et al. (2008), justificando o movimento deste nutriente para camada mais profundas.

O uso do coquetel vegetal (CV1 e CV2) proporcionou maiores estoques de fósforo nas camadas abaixo de 0 a 5 cm em relação à vegetação espontânea (VE), indicando uma maior eficiência da adubação verde em ciclar o P de camadas mais profundas.

A deposição dos resíduos dos coquetéis vegetais sobre o solo, durante seis ciclos de cultivo, diminuiu a concentração de fósforo tanto na linha quanto na entrelinha do cultivo da mangueira na camada de 0-5 cm, em todos os tratamentos (Figura 2).

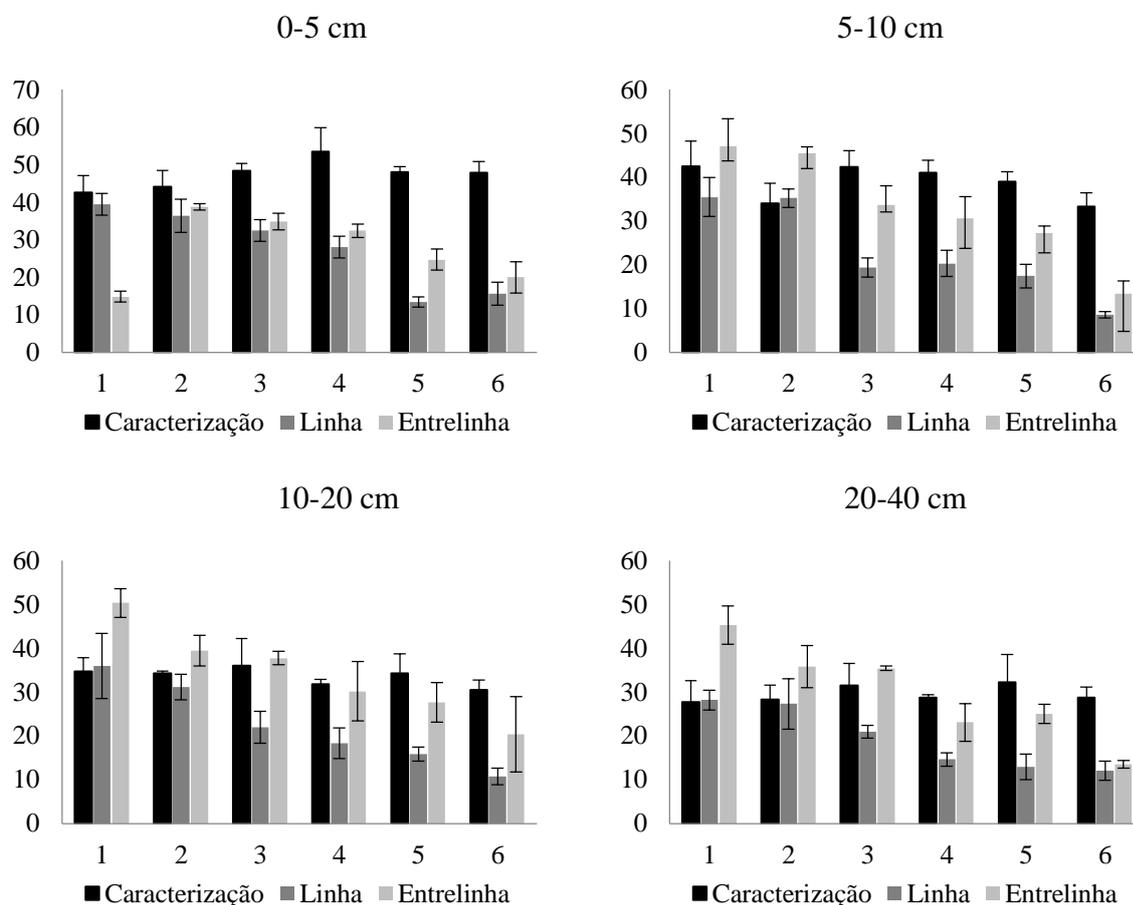


Figura 2. Média dos teores de fósforo (mg dm^{-3}) nas diferentes camadas de solo, na linha e entrelinha de cultivo de manga (*Mangifera indica* L.) em Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico plúntico após seis ciclos de cultivo de coquetéis vegetais, Petrolina-PE.

Tratando-se de um elemento pouco móvel, reconhecidamente a principal via de perda

de fósforo do sistema solo, exceto a extração e exportação pelos frutos, é a erosão. Entretanto, segundo Yan et al. (2013), o transporte de fósforo em subsuperfície pode ser um fenômeno relevante em solos com uma limitada capacidade de sorção.

Os diferentes coquetéis vegetais associados ao não revolvimento do solo (Figura 2), após 6 ciclos de cultivos, apresentaram um acréscimo nos teores de fósforo nas camadas de 5 - 10, 10 - 20 e 20 - 40 cm na entrelinha de cultivo. O transporte em subsuperfície pode explicar a perda de fósforo na primeira camada (0-5 cm) Nesse estudo, o solo apresenta um baixo teor de argila, variando de 53,65 g kg⁻¹ a 80,80 g kg⁻¹ na primeira camada e última camada, respectivamente (Tabela 1), dessa forma a maior predominância de areia associada ao plantio direto que facilita o transporte vertical de nutrientes pode ter favorecido a mobilização deste nutriente. Além disso, a não mobilização do solo favorece uma maior conservação da MOS. Assim, uma proporção significativa do fósforo total pode estar associada a compostos orgânicos (P-org), com maior mobilidade quando comparado ao fósforo associado ao cálcio (P-Ca), por exemplo.

O CV1, composto por 75% de leguminosa, 25% de gramíneas e sem o revolvimento do solo, foi o que teve o maior acréscimo de P em subsuperfície (Figura 2). Zaia et al. (2008) avaliaram as formas de fósforo em diferentes coberturas vegetais e apontou que solos com predominância de leguminosas apresentou maiores teores de fósforo orgânico (P-org). O que pode justificar o movimento deste elemento no tratamento citado.

O comportamento de transporte vertical do fósforo foi descrito por Aragão et al. (2008), onde avaliaram o potencial de perda dos nutrientes em um solo com baixa capacidade de adsorção e adubado com formas de P disponíveis. Neste estudo, os teores de fósforo aumentaram em até 25 vezes nas camadas mais profundas, quando comparado a um solo sem adubação.

Quando os coquetéis vegetais foram revolvidos observou-se uma redução nos teores de P no solo, em todas as camadas, em relação à caracterização inicial, não se observando acúmulo em subsuperfície. Com isso, pode-se inferir que pode estar ocorrendo um movimento vertical do P, que está ultrapassa a camada de 40 cm, indicando a necessidade de investigação de camadas mais profundas do que avaliada nesse estudo.

Este incremento pode estar associado a capacidade de algumas espécies de adubos verdes que, por possuírem sistemas radiculares mais profundos, translocam o fósforo das camadas mais profundas para camadas onde estarão disponíveis à demanda da cultura.

Em relação a contribuição dos adubos verdes, Brandão (2016) verificou que os coquetéis vegetais CV1, CV2 e VE, durante cinco ciclos de cultivo, acumularam em média,

respectivamente, 28,81, 30,32 e 15,15 kg ha⁻¹. Assim, em média 172,86, 181,92 e 90,9 kg P ha⁻¹ passou pelo sistema planta, ao longo de seis ciclos. Os adubos verdes possuem a capacidade de ciclar o dobro de fósforo que a vegetação espontânea. Entretanto, trabalho realizado por Pereira e Faria (1997) para avaliar a capacidade de sorção de fósforo em solos do semiárido, verificaram que o ARGISSOLO Vermelho-Amarelo possui capacidade de sorção de 0,124 mg P g⁻¹ de solo, valor muito baixo quando comparado, por exemplo ao Vertissolo (0,636 mg P g⁻¹ de solo) ou de Cambissolo (0,805 mg P g⁻¹ de solo). Assim, a baixa capacidade de sorção de fósforo do solo associado a presença de adubos verdes e compostos orgânicos favoreceram o movimento vertical do solo mas também aumentaram o estoque deste elemento quando os resíduos permanecerem na superfície.

CONCLUSÕES

- Após o cultivo dos coquetéis vegetais, o teor de fósforo tende a diminuir na camada superficial e acumular em subsuperfície nos tratamentos cujo os resíduos vegetais permanecem na superfície.

O revolvimento do solo, com a incorporação dos coquetéis vegetais em diminuiu o teor de fósforo em todas as camadas avaliadas, indicando a necessidade de investigar o movimento deste nutriente além da camada de 40 cm.

- O uso dos coquetéis vegetais CV1 e CV2 proporciona maiores estoques de fósforo em relação ao CV3, composto pela vegetação espontânea, indicando uma maior eficiência da mistura de plantas de diferentes espécies botânicas em ciclar o P e para uso como adubo verde na entrelinha de cultivos de manga (*Mangifera indica* L.) .

REFERÊNCIAS

BRANDÃO S. S. (2016). **Coquetéis vegetais no cultivo de mangueira no Semiárido**. Dissertação Mestrado. Univasf.

BRITO, M. T. L. A. D. **Avaliação espacial de atributos químicos do solo no semiárido**. – Patos, PB: UFCG, CSTR, 2010.

CASALI, C. A., Tiecher, T., Kaminski, J., Santos, D. R. D., Calegari, A., & Piccin, R. (2016). **Benefícios do uso de plantas de cobertura de solo na ciclagem de fósforo. Manejo e**

conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água [recurso eletrônico]. Cap. 2, p. 23-33.

CARDOSO, R. A., Bento, A. S., Moreski, H. M., & Gasparotto, F. (2014). **Influência da adubação verde nas propriedades físicas e biológicas do solo e na produtividade da cultura de soja**. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, 35(2), 51-60.

FARIA, C. D., Costa, N. D., & Faria, A. F. (2007). **Atributos químicos de um Argissolo e rendimento de melão mediante o uso de adubos verdes, calagem e adubação**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 31(2), 299-307.

FILHO A. P. (2016). **Dinâmica de nutrientes na cultura do melão sob plantio direto e preparo convencional com uso de consórcio de plantas como adubação verde no semiárido brasileiro**. UNICAMP. Tese de doutorado.

GALVÃO S.R.S., Salcedo I. H., Oliveira F. F. **Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.43, n.1, p.99-105, jan. 2008.

GIONGO, V., Mendes, A. M. S., Cunha, T. J. F., & Galvão, S. R. S. (2011). Decomposição e liberação de nutrientes de coquetéis vegetais para utilização no Semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, 42(3), 611-618.

JESUS Ferreira, H., Veloso, V. D. R. S., Naves, R. V., & Braga Filho, J. R. (2007). **Infestação de moscas-das-frutas em variedades de manga (Mangifera indica L.) no Estado de Goiás**. Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics), 33(1), 43-48.

MARRA, L. M. **Solubilização de fosfatos por bactérias e sua contribuição no crescimento de leguminosas e gramíneas** – Lavras: UFLA, 2012. 141 p.:Il.

MOUCO, M. A. D. C. (2008). **Manejo da floração de mangueiras no semi-árido do nordeste brasileiro com inibidores da síntese de giberelinas** (Doctoral dissertation), UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO).

PINTO, A. D. Q., Pinheiro Neto, F., & GUIMARÃES, T. G. (2011). Estratégias do melhoramento genético da manga a visando atender a dinâmica de mercado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 33, 64-72.

SILVA, M. S. L., GOMES, T. D. A., MACHADO, J. D. C., Silva, J. A. M., de CARVALHO, N. C. S., & Soares, E. M. B. (2005). Produção de fitomassa de espécies vegetais para adubação verde no Submédio São Francisco. Embrapa Semi-Árido. **Instruções Técnicas**.

SILVA, T. O., & Menezes, R. S. C. (2007). ADUBAÇÃO ORGÂNICA DA BATATA COM ESTERCO E, OU, Crotalaria juncea. I – produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31(1), 39-49.

SILVA, D. J., PEREIRA, J., MOUCO, M. D. C., de ALBUQUERQUE, J. A. S., & SILVA, C. (2004). Nutrição mineral e adubação da mangueira em condições irrigadas. Embrapa Semiárido. **Circular Técnica 77**.

Yan, X., Wang, D., Zhang, H., Zhang, G., Wie, Z., 2013. Organic amendments affect phosphorus sorption characteristics in a paddy soil. *Agric. Ecosyst. Environ.* 175, 47–53.

Díspõnível em
<http://www.cpsata.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmanga/socioeconomia.htm>.
Acesso em 14 fevereiro 2016.

Díspõnível em < <https://www.codevasf.gov.br/noticias/2014/safra-e-exportacao-de-manga-em-projetos-da-codevasf-devem-crescer-20-neste-ano>>. Acesso em 14 fevereiro 2016.