

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

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**ACÚMULO E MOVIMENTO VERTICAL DE FÓSFORO E POTÁSSIO
EM SOLOS DE ÁREAS CULTIVADAS COM UVA E MANGA NO VALE
DO SUBMÉDIO DO SÃO FRANCISCO**

GUTEMBERG PEREIRA DOS SANTOS JÚNIOR

PETROLINA, PE

2016

GUTEMBERG PEREIRA DOS SANTOS JÚNIOR

**ACÚMULO E MOVIMENTO VERTICAL DE FÓSFORO E POTÁSSIO
EM SOLOS DE ÁREAS CULTIVADAS COM UVA E MANGA NO VALE
DO SUBMÉDIO DO SÃO FRANCISCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, *Campus* Petrolina Zona Rural, exigido para a obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

PETROLINA, PE

2016

GUTEMBERG PEREIRA DOS SANTOS JÚNIOR

**ACÚMULO E MOVIMENTO VERTICAL DE FÓSFORO E POTÁSSIO
EM SOLOS DE ÁREAS CULTIVADAS COM UVA E MANGA NO VALE
DO SUBMÉDIO DO SÃO FRANCISCO**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Sertão Pernambucano *Campus* Petrolina Zona
Rural, exigido para a obtenção de título de
Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: ____ de _____ de ____.

Professor MSc Silver Jonas Alves Farfan

Professor DSc Cícero Antônio de Sousa Araújo

Professor DSc Fabio Freire de Oliveira (Orientador)

RESUMO

A aplicação de adubos solúveis sem planejamento onera a produção agrícola e conduz à salinização dos solos, problema muito evidente na agricultura irrigada do semiárido. Além disso, as perdas de nutrientes por movimento vertical no perfil do solo, intensificadas pelas aplicações excessivas de fertilizantes, podem representar uma perda significativa de nutrientes, principalmente daqueles de maior mobilidade no solo. As práticas de manejo de solo utilizadas no cultivo de uva e manga são as principais responsáveis pela perda dos nutrientes por lixiviação e salinização, devido às superdosagens. Diante disso, este trabalho teve como objetivo diagnosticar o acúmulo e o movimento vertical de fósforo e potássio em solos de áreas cultivadas com manga e uva no Vale do Submédio do São Francisco por meio da determinação e quantificação dos níveis de P e K extraíveis na profundidade de 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm, em áreas de produção e de caatinga (testemunha). O estudo foi realizado em oito áreas distintas de produção de uva e manga, divididas em 20 subáreas de cada cultura. O delineamento experimental foi DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado), sendo três tratamentos (uva, manga, caatinga), e cinco profundidades (0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm) com 20 repetições para a uva e a manga e duas repetições para a caatinga (testemunha). Os resultados das análises de solo foram submetidos à análise de variância por meio do *software* estatístico Sisvar 5.3, com o Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados mostraram que, na profundidade de 0-20 cm, os teores médios de fósforo e potássio nas áreas cultivadas com uva foram de 330,0 mg.dm⁻³ e 0,5 cmolc.dm⁻³, os quais foram 7,6 e 3,8 vezes maiores, respectivamente, quando comparados com os teores encontrados nas áreas de manga. Foi detectado altos teores de P em profundidade acima de 60 cm, o que sugere movimento no perfil, potencializado pelas altas doses de fertilizantes e pela textura arenosa. Os altos teores de fósforo e potássio observados nas áreas cultivadas com uva sugerem que as análises de solo realizadas antes de cada cultivo não são levadas em consideração e para evitar este acúmulo excessivo deve-se fazer um ajuste nas doses de fertilizantes recomendadas com base nos resultados dessas análises, visando redução de gastos e de impactos ambientais.

Palavras chaves: Caatinga; lixiviação de nutrientes; adubação.

*Aos meus pais Gutemberg e Elizete, que nortearam
sempre a minha vida para busca de um futuro melhor,
dando todo apoio e suporte quando necessário.
Aos meus irmãos Sandro e Leonardo pelo
companheirismo e incentivo de seguir adiante.
Ao meu avô Egídio (in memorian), pois tenho certeza que se aqui
estivesse estaria muito orgulhoso.
A minha esposa e eternamente princesa, pela ajuda
em todos os sentidos, sendo sempre imprescindível na minha vida
acadêmica e por ter enfrentado essa batalha
ao meu lado em todos os momentos.
Ao meu filho Gabriel Arthur que veio ao mundo para me mostrar o
quanto é especial ser pai.
A todas essas pessoas por acreditarem sempre
na minha capacidade de seguir em frente.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter guiado e iluminado meus caminhos por toda minha vida.

A minha esposa pela dedicação, companheirismo e por me acompanhar nessa nova trajetória sem me deixar desistir diante das dificuldades.

A minha avó Celina, tios e primos pelo incentivo.

Ao meu orientador e amigo Prof^o Fabio Freire pela orientação, dedicação e suporte em todas as etapas do projeto.

Ao IF Sertão, em especial, ao Curso de Graduação em Engenharia Agrônômica, pela oportunidade de trabalhar com ótimos profissionais e pela concessão da infraestrutura.

Aos meus professores da graduação pelos ensinamentos, amizade e incentivo.

Aos meus amigos Marcos, Prof^o José Sebastião (Tião), Bruno, Maick, Graciene e Silvana pela ajuda na execução do projeto.

À EMBRAPA Semiárido em destaque a Dr. Davi José Silva pela disponibilização do Laboratório de Análises de Solos.

Aos meus amigos Ramon, José Mendes pelo companheirismo. Em especial, ao meu grande amigo Nielton Mauricio pela dedicação, amizade e ajuda indispensável para execução das etapas de coleta.

Aos proprietários das fazendas pela permissão para fazer as coletas.

Ao técnico agrícola e amigo Edison pelo suporte no desenvolvimento do trabalho.

*O conhecimento torna a alma jovem e
diminui a amargura da velhice.
Colhe, pois, a sabedoria.
Armazena suavidade
para o amanhã.
Leonardo da Vinci*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do Polo da Fruticultura Irrigada no Submédio São Francisco.....	14
Figura 2. Teor de fósforo no solo na profundidade 0-20 cm em áreas cultivadas com manga, uva e a testemunha (caatinga).....	32
Figura 3. Teor de potássio no solo na profundidade 0-20 cm em áreas cultivadas com manga, uva e a testemunha (caatinga).....	32
Figura 4. Teor médio (n=20) de fósforo no solo nas profundidades 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm em áreas cultivadas com manga, uva e a testemunha (caatinga).....	33
Figura 5. Teor médio (n=20) de potássio no solo nas profundidades 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm em áreas cultivadas com manga, uva e a testemunha (caatinga).....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantidades de P_2O_5 e K_2O indicadas para a adubação de plantio e formação da mangueira irrigada no Estado de Pernambuco..	25
Tabela 2. Quantidades de P_2O_5 e K_2O indicadas para a adubação de produção da mangueira em função da produtividade e da disponibilidade de nutrientes.	25
Tabela 3. Quantidades de P_2O_5 e K_2O indicadas para a adubação de plantio e formação da videira irrigada no Estado de Pernambuco.....	26
Tabela 4. Quantidades de P_2O_5 e K_2O indicadas para a adubação de produção da videira em função da produtividade e da disponibilidade de nutrientes.	26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Histórico das áreas irrigadas de um Neossolo Quartzarênico e um Neossolo Regolítico do Submédio do São Francisco.....	28
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVO.....	12
3. REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1 A fruticultura no Brasil.....	13
3.2 A fruticultura no Vale do São Francisco.....	14
3.2.1 Produção de uva e manga no Vale do São Francisco	15
3.3 Potencialidades e limitações agrícolas dos Neossolos Quartzarênico e Regolítico	17
3.3.1 Neossolos Quartzarênico.....	17
3.3.2 Neossolos Regolíticos	18
3.4 Irrigação e salinidade de solos agrícolas.....	19
3.5 Nutrientes aplicados no cultivo da uva e da manga.....	21
3.5.1 Fósforo.....	21
3.5.2 Potássio.....	22
3.6 Movimentação de fósforo e potássio no solo.....	23
3.7 Recomendação de adubação para a cultura da uva e da manga.....	24
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5. CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	35

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura no dipolo agrícola Petrolina-PE/Juazeiro-BA, situado na região do Vale do Submédio do São Francisco tem apresentado amplo desenvolvimento, com sua economia centrada na produção de uva e manga (SILVA et al, 2016). Junto a essa expansão, tem surgido problemas relevantes nas áreas de produção. Entre muitos se destacam os problemas de aplicação desordenada de adubos solúveis e defensivos sintéticos, culminando na oneração da produção, salinização dos solos e contaminação dos recursos hídricos (OLIVEIRA et al., 2012).

Outra prática agrícola que provoca salinização dos solos é a irrigação, (quando efetuada de forma inadequada e associada a problemas de drenagem) por permitir a elevação do lençol freático e a ascensão de sais. Contudo, essa mesma falta de controle, pode provocar ainda, a lixiviação dos nutrientes provindos da adubação, gerando perda de produção (FAO, 1973). Contudo, quando realizada de forma correta, juntamente com as demais práticas agrícolas, é precursora de produções elevadas, de qualidade e não sazonais, principalmente em regiões de clima favorável (OLIVEIRA et al., 2010), como é o caso do Submédio do São Francisco para produção de frutas.

O uso dos sistemas de irrigação para promover a aplicação de químicos encontra-se bastante difundida, porém, associada a esta prática, a aplicação de adubos solúveis de forma empírica tem afetado o balanço nutricional na planta, resultando em problemas como colapso interno que representa uma fonte importante de perda de frutos (PRADO, 2004). É comum encontrar em análises de solo de áreas cultivadas teores de nutrientes até 20 vezes acima do valor considerado ideal para as recomendações de adubação do Estado de Pernambuco.

Com isso, a aplicação desordenada de adubos solúveis onera a produção e conduz à salinização dos solos, problema muito evidente na agricultura irrigada do semiárido. As perdas de nutrientes por movimento vertical no perfil do solo, intensificadas pelas aplicações excessivas, podem representar uma perda significativa de nutrientes, principalmente daqueles de maior mobilidade no solo (OLIVEIRA et al., 2012).

Sabe-se que as superdosagens são motivadas pelo vigor econômico dos produtos, sendo a uva e a manga os principais para a região em foco, uma vez que a produção de uva de mesa, no Vale do São Francisco, é responsável por 98% das exportações brasileiras dessa fruta, enquanto a de manga responde por 92% das exportações do país; juntas correspondem a 45 mil hectares cultivados (SEAGRI, 2015).

Mesmo tendo condições climáticas favoráveis para o cultivo de uva e manga a região do Vale do Submédio do São Francisco precisa de outros artifícios para alcançar produtividades elevadas que supram a demanda de mercado. E para isso, acaba utilizando altos teores de fertilizantes, mesmo que a análise de solo indique que não há necessidade; e, conseqüentemente, a planta não utiliza esse excesso, que fica acumulado no solo. Baseado neste contexto, o diagnóstico das áreas de produção intensiva de manga e uva no Vale do Submédio do São Francisco, em relação ao acúmulo e perdas de nutrientes e sais no solo, é de caráter emergencial, na busca por sustentabilidade e otimização dos cultivos.

2 OBJETIVO

Diante disso, este trabalho teve como objetivo diagnosticar o acúmulo e o movimento vertical de fósforo e potássio disponíveis em áreas de manga e uva no Vale do Submédio do São Francisco.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A fruticultura no Brasil

Com 43 milhões de toneladas de frutas produzidas no ano de 2008, a fruticultura representa 25% de toda produção agrícola nacional. Segundo o Banco do Nordeste do Brasil (BNB, 2011), a atividade gera cinco milhões de empregos em 3,4 milhões de hectares destinados à produção. No entanto, mesmo demonstrando uma evolução em valores absolutos, na última década, a participação do país nas exportações mundiais foi de apenas 1,5%. Cerca de 97% das frutas produzidas tem como destino o mercado interno, sendo que grande parte desse volume é perdido no processo produtivo, no transporte até os grandes centros urbanos, na comercialização e no consumidor final.

Na década de 1980, devido à evolução desfavorável dos preços externos das *commodities* agrícolas, a produção brasileira de frutas frescas voltada para o mercado externo começou a despertar interesse, passando a ser objeto de preocupação dos poderes públicos. Atualmente, a fruticultura brasileira vem ampliando, modernizando e diversificando suas linhas de produção, visando elevar sua participação no mercado externo de frutas tropicais. O volume de produção, no período 2000/2005, teve um incremento de 16% (NASCIMENTO NETO et al., 2011).

De acordo com dados divulgados pelo IBGE (2010) a produção frutícola nacional apresentou um bom desempenho na temporada 2010, com o valor total da produção (R\$ 20,6 bilhões) superando em 16,9% o apurado no ano de 2009. Em contrapartida, a área colhida totalizou 2.923.139 hectares, sinalizando um aumento

de apenas 0,3% em relação à do ano anterior. Os números do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mesmo que ainda sejam uma estimativa, apontam safra de 43.164 toneladas, o que representa 5,17% a mais que em 2009, quando chegou a 41.041 toneladas. Este resultado mantém o Brasil como terceiro maior produtor mundial, atrás apenas de China e Índia (POLL et al., 2011).

3.2 A fruticultura no Vale do São Francisco

A irrigação trouxe muitas vantagens à agricultura do Vale do São Francisco, entre as quais se destacam a regularidade da produção e o aumento do rendimento da terra, permitindo ganhos expressivos de produção e de renda (MAPA; SPA, 2007). A fruticultura no Nordeste do Brasil está concentrada no Vale do Submédio São Francisco, especialmente no pólo Petrolina-Juazeiro, o qual é considerado pelo Banco do Nordeste (BNB, 1998) como um Pólo de Desenvolvimento Integrado. Ele abrange uma área de 24.385 km² com uma população de 504.563 habitantes, compreendendo os municípios de Lagoa Grande, Orocó, Petrolina e Santa Maria da Boa Vista, em Pernambuco, e Casa Nova, Curaçá, Juazeiro e Sobradinho, na Bahia (Figura 1), tendo 100.000 hectares irrigados e potencial para atingir 220.000 (VITAL et al., 2011).

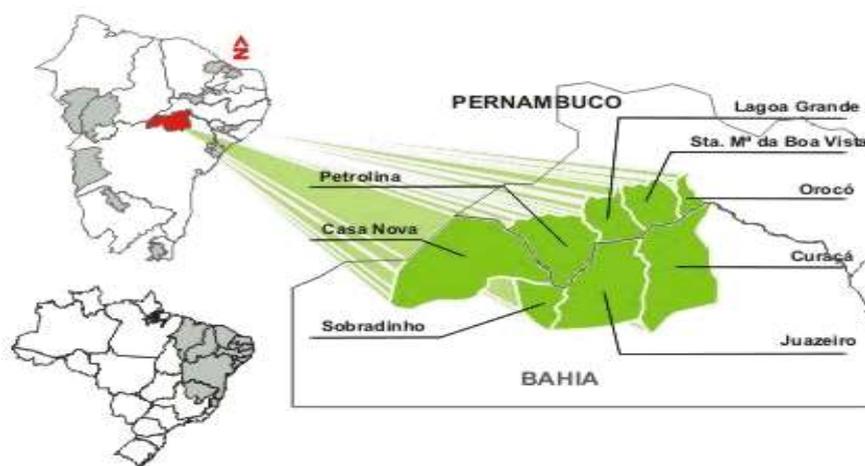


Figura 1. Localização do Polo da Fruticultura Irrigada no Submédio São Francisco (ORTEGA; SOBEL, 2010).

Entre algumas das vantagens competitivas desse território destacam-se disponibilidade de terra e água de boa qualidade; mão de obra abundante; infraestrutura de irrigação implantada e em expansão; proximidade do mercado europeu e norte-americano; ciclo produtivo mais precoce e altos níveis de produtividade. As principais frutas irrigadas produzidas no Vale são manga, uva, banana, goiaba, coco verde e acerola, com maior destaque para as duas primeiras (VALEEXPORT, 2008).

A produção de frutas nos perímetros irrigados do Polo Petrolina-Juazeiro iniciou-se na década de 1970, no entanto, os primeiros registros de algum esforço exportador só foram percebidos em 1987. Um marco importante para o desenvolvimento da atividade foi a criação, em 1988, da Associação dos Exportadores de Hortifrutigranjeiros e Derivados do Vale do São Francisco – VALEEXPORT (VALEEXPORT, 2009).

As principais frutas exportadas pelo Vale do São Francisco são manga e uva. No ano de 2004, 99% da uva exportada pelo país e 86% da manga foram produzidas no Polo. Isso se deve principalmente ao fato de que a uva produzida no sul do país destina-se a produção de vinho e ao consumo interno, e a manga produzida em outras regiões destina-se ao consumidor interno (NASCIMENTO NETO et al., 2011).

3.2.1 Produção de uva e manga no Vale do São Francisco

De todas as frutas atualmente comercializadas, a manga é uma das mais populares do mundo, em função do seu amplo consumo nos países asiáticos e da América Latina, apresentando tendência de grande expansão da área plantada, com adoção de tecnologias modernas nas fases de produção e pós-colheita, em função do amplo mercado internacional (PIMENTEL, 2000). Uma das principais regiões responsáveis pelo cultivo da manga no Nordeste é o Vale do São Francisco, representado pelas cidades de Juazeiro (BA) e Petrolina (PE), que tem experimentado, nos últimos anos, um vertiginoso crescimento. A região é, hoje, o

maior centro produtor de mangas do país, respondendo por 92% das exportações destinadas ao mercado mundial (SEAGRI, 2015; VALEXPORT, 2008).

A área cultivada cresceu 23% entre 1994-2005, incorporando 13,3 mil novos hectares ao cultivo e totalizando 71.343 em 2005. Esse crescimento foi fortemente impulsionado pelo aumento no volume produzido na Bahia: em 1994, esse estado produziu 52 mil toneladas e em 2005 produziu quase 400 mil toneladas da fruta (crescimento anual de 20,3% no período). Em 1994, esse estado participava com 9,6% do total da produção brasileira, percentual que saltou para 39,5% em 2005. A produção em Pernambuco também se expandiu de forma considerável. Em 1994, a manga pernambucana representava 5,2% da produção nacional, e em 2005 alcançou 15,2%. Esse crescimento deve-se, principalmente, ao uso de novas tecnologias, como a indução floral, além das condições climáticas e irrigação, pela qual se garante a oferta de manga durante todo o ano. Essa técnica assegura vantagem competitiva da produção do Nordeste em relação aquela do Sudeste. (MAPA; SPA, 2007).

Segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, em Pernambuco e Bahia, estados responsáveis por cerca de 98% das exportações da manga e da uva de mesa do país, em 2012 foram exportadas pouco mais de 102 mil toneladas de mangas, o que injetou US\$ 120 milhões na economia em 2013 (PORTAL G1, 2016).

O Vale do São Francisco possui uma característica ímpar na produção de uva, pelo fato de ser o único lugar no mundo capaz de produzir mais de duas safras por ano (OLIVEIRA FILHO, 2011).

Em 2006, no Polo Petrolina-Juazeiro, dos 41.700 ha plantados com frutas irrigadas 11.000 eram com uva. A exportação de uva do polo, nesse mesmo ano, foi de 59.000 toneladas, representando 95% das 62.000 toneladas exportadas pelo país. No período de 2006 a 2008, o Vale passou de 11.400 ha de uva para 12.800 ha representando em relação à área cultivada do país, 15,15% e 16% respectivamente. Nesse mesmo período, a produção de uva passou de 224.000 toneladas para 265.000 equivalendo, respectivamente, a 17,8% e 17,5% da produção do país. No Brasil e no VSF as taxas de crescimento das áreas cultivadas

com uva, no período 2006-2008, foram de 5,9% e 9,8%, enquanto, a produção de uva no país e no Vale cresceu a taxas de 19,9% e 3, 4% (VITAL et al., 2011).

De 2004 a 2014, a produção de uva na região do Vale cresceu cerca de 42%, passando de 184,8 mil toneladas para 262,8 mil toneladas. As uvas sem semente podem custar, em alguns mercados, até R\$ 25,00 o quilo, enquanto a uva de mesa comum custa de R\$ 3,00 a R\$ 7,00 (SEBRAE, 2016).

No Vale do Submédio do São Francisco, onde está concentrado o maior polo de fruticultura irrigada do Brasil, a manga é cultivada atualmente em cerca de 23.300 hectares; no Nordeste, a área cultivada com videiras permaneceu praticamente a mesma de 2014 (6.833 ha), a da Bahia foi levemente reduzida em 0,10% (2.861 e 2.864 ha, respectivamente). A produção de uva de mesa no Vale do São Francisco representa uma atividade econômica muito importante para a região semiárida, respondendo por uma produção de cerca de 315 mil toneladas em 2015, o que representa 99% das exportações brasileiras dessa fruta. A produção de uvas destinadas ao processamento (vinho, suco e derivados) foi de 781.412 mil toneladas de uvas, em 2015, representando 52,12% da produção nacional. O restante da produção (47,88%) foi destinado ao consumo in natura. A quantidade de uvas processadas para elaboração de vinhos e suco apresentou aumento de 16,03% em 2015, comparativamente ao ano de 2014 (BRASIL, 2011; LIMA; RIBEIRO, 2016; MELLO, 2016).

3.3 Potencialidades e limitações agrícolas dos Neossolos Quartzarênico e Regolítico

3.3.1 Neossolo Quartzarênico

Os Neossolos Quartzarênicos são, em geral, solos essencialmente arenoquartzosos. Isso determina que sejam virtualmente desprovidos de minerais primários intemperizáveis, que apresentem atividade coloidal muito pequena,

apresentam capacidade de troca de cátions e saturação de bases muito baixas. Além disso, são solos com baixa disponibilidade de água e drenagem excessiva. Sua característica mais importante é a textura arenosa até 150 ou 200 cm de profundidade, com baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, infiltração alta e baixa fertilidade (CUNHA et al., 2008).

Esses solos são considerados de baixa aptidão agrícola. O uso de culturas anuais pode levá-los rapidamente à degradação. Práticas de manejo que mantenham ou aumentem os teores de matéria orgânica podem reduzir esses problemas. Entretanto, no Submédio do Vale do São Francisco, estes solos vêm sendo utilizados com as culturas da videira e mangueira, sendo o seu sucesso relacionado à irrigação localizada e à fertirrigação. Quando cultivados com culturas perenes, estes requerem manejo adequado e cuidados intensivos no controle da erosão, da adubação (principalmente N, P e K) e da irrigação, principalmente no que diz respeito ao uso racional da água, caso contrário, ocorrerá queda significativa na produtividade das culturas, devido à grande quantidade de areia, principalmente nos que predominam a areia grossa, existe grande limitação à capacidade de armazenamento de água disponível, por conta da macroporosidade e permeabilidade alta a lixiviação de nitratos e sulfatos é intensa (VIEIRA, 1987; SILVA et al., 1994).

Os Neossolos Quartzarênicos devem ser utilizados conforme a sua aptidão agrícola. Os investimentos na melhoria e na manutenção das condições de produção podem ultrapassar os rendimentos obtidos. Deve-se, portanto, avaliar a viabilidade econômica do uso desses solos, sendo as culturas perenes mais recomendáveis que as anuais (CUNHA et al., 2008).

3.3.2 Neossolo Regolítico

Por serem de textura predominantemente arenosa, os Neossolos Regolíticos apresentam alta erodibilidade, principalmente em revelo mais movimentado. Devido à sua composição granulométrica ser essencialmente

arenosa, apresentam permeabilidade muito rápida e baixa capacidade de retenção de umidade. Estas condições são acentuadas quando o solo é de textura cascalhenta (CUNHA et al., 2008).

Segundo Oliveira et al. (1992), no Semiárido Nordeste, a textura arenosa torna-se uma qualidade no que concerne ao armazenamento e à disponibilidade de água para as lavouras e pastagens, quando comparados com solos de textura argilosa, principalmente os de atividade alta, como, por exemplo, os Vertissolos. Tem-se verificado que o comportamento das culturas nos Neossolos Regolíticos arenosos é superior ao observado em outros solos de textura mais fina, como os Planossolos. Provavelmente, nos primeiros, a retenção de água pelo solo seja mais efetiva, devido à rápida infiltração face aos aguaceiros tão comuns na época chuvosa na região.

Quanto à fertilidade, os macronutrientes disponíveis, mesmo nos solos eutróficos, não são abundantes. Isto se agrava em solos com muito material grosseiro, onde a disponibilidade de nutrientes por volume de solo é ainda mais reduzida. Em relação aos Neossolos Quartzarênicos, estes solos apresentam um maior potencial ao uso agrícola visto a presença de minerais primários facilmente intemperizáveis (CUNHA et al., 2008).

3.4 Irrigação e salinidade de solos agrícolas

A quantidade de sais adicionados ao solo via irrigação, é proporcional à quantidade de água aplicada, ou seja, a concentração de sais no solo cresce em função da lâmina aplicada. Atualmente, a principal causa do aumento da salinização dos solos agrícolas tem sido as irrigações mal manejadas (SILVA et al., 2008). Isto se deve, principalmente, ao uso de água com alta concentração salina, elevação do lençol freático por causa do manejo inadequado de irrigação, ausência ou deficiência de drenagem, elevação do lençol freático em decorrência da perda de água por infiltração nos canais e reservatórios e/ou acumulação de água de irrigação nas partes mais baixas do terreno (GHEYI et al., 1997).

Toda água de irrigação contém sais dissolvidos, principalmente cloretos, bicarbonatos e carbonatos em combinação com sódio, cálcio e magnésio. Estes sais, dependendo das condições, poderão acumular-se no solo e atingir níveis que afetam a capacidade produtiva. O processo de salinização do solo provocado pelo homem exerce um grande impacto do ponto de vista econômico, pois a recuperação de solos salinizados é uma técnica onerosa e demorada.

Um dos fatores responsáveis pela indução da salinidade é a aplicação excessiva de fertilizantes com índice salino elevado, tais como cloreto de potássio, nitrato de amônia e formulações comerciais, de forma indiscriminada e excessiva, que pode induzir a um incremento da pressão osmótica na solução do solo, prejudicando a germinação das sementes e o desenvolvimento de plantas muito jovens (WANDERLEY, 2009).

O uso de fertilizantes em excesso via água de irrigação eleva os níveis de salinidade do solo a ponto de superar os limites de tolerância pela maioria das culturas, refletindo-se na diminuição do rendimento; desta forma, a prática da fertirrigação, embora contribua de maneira significativa para o aumento da produtividade em determinadas situações pode, também, resultar no acúmulo do teor salino no solo. Este excesso de sais reduz a disponibilidade de água às plantas além de exercer efeitos tóxicos de íons específicos sobre os processos fisiológicos e metabólicos das plantas e comprometer o rendimento e a qualidade da produção (MEDEIROS et al., 2009). Os problemas decorridos após sucessivos anos de irrigação refletem-se na perda da fertilidade, restrição ao movimento livre de ar, água, ao enraizamento das plantas e produtividade das culturas, o que resulta em graves transtornos de natureza socioeconômica e ambiental (LEITE et al., 2007).

Além disso, o acúmulo de sais no solo está intimamente relacionado com o processo de evapotranspiração (SILVA et al., 2008). Conforme a água é absorvida pelas plantas ou evapora na superfície do solo, os sais se acumulam. A maneira pela qual os sais são transportados e acumulados no perfil do solo depende da quantidade e da qualidade da água de irrigação o que, em junção com os fatores ambientais, como evapotranspiração, sequência de cultivos e intensidade e distribuição das chuvas, promovem o desenvolvimento de um perfil salino característico para diferentes tipos de solo. Observa-se nas regiões semiáridas, que,

em áreas irrigadas, a solução do solo é frequentemente mais salina que a água de irrigação. Isto se deve à ocorrência de alto índice evaporativo, que proporciona um acúmulo de sais da água de irrigação no solo e a dissolução de alguns minerais existentes no solo (MEIRELES et al., 2003).

A salinização pode ser provocada tanto pela presença de sais na água usada para irrigação quanto por deficiência na drenagem da área (ARAÚJO, 1994). A drenagem do solo é um fator crítico para que a lixiviação dos solos seja efetiva. Quando ela é realizada de maneira inadequada, seja natural ou artificial, pode inviabilizar a lavagem que, contrariamente, pode resultar numa elevação do lençol freático e, conseqüentemente, aumentar a salinização do solo e reduzir a aeração (BERNARDO, 1995).

3.5 Nutrientes aplicados no cultivo da uva e da manga

3.5.1 Fósforo

O fósforo está presente, na solução do solo, como ânions H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} e sua concentração é menor que $0,01 \text{ mg.dm}^{-3}$ ou $0,02 \text{ kg.ha}^{-1}$. Esta é apenas uma pequena fração do fósforo total e é a forma solúvel que as plantas absorvem (BRAGA, 2010).

Os solos brasileiros são carentes de P em consequência da forte interação dele com o solo e do material de origem (RAIJ, 1991), em que menos de 0,1% encontra-se em solução (FARDEAU, 1996). A aplicação de P em doses elevadas em solos intemperizados é justificada pela intensa fixação desse elemento, ocasionando baixo conteúdo de P disponível, principalmente em solos onde há predomínio de minerais sesquióxidos (BÜLL et al., 1998).

Com a correção do pH para valores acima de 5,8 possivelmente, há uma redução no teor de P na solução do solo, devido à adição de calcário, que gera um

grande aumento na quantidade de Ca no solo, favorecendo a precipitação do P na forma de fosfato de cálcio (ERNANI et al., 1996).

Segundo Alvarez et al. (1999) os teores de P disponível considerado como: baixo, médio, bom e muito bom são respectivamente 10,1-20; 20,1-30; 30,1-45; e >45 mg.dm⁻³, esses valores são para solos com teor de argila <15%.

Os baixos teores de lixiviação do PO₄²⁻ estão associados ao tipo de ligação que este íon forma com os óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, minerais da fração argila, isto é, o PO₄²⁻ forma complexos de esfera interna com esses minerais, e ligações covalentes com sua superfície (SPOSITO, 1989). A formação desses complexos resulta na baixa mobilidade do ânion, que pode ser considerada insignificante (CHEN et al., 2003; BASSO et al., 2005).

3.5.2 Potássio

A disponibilidade de K, assim como a capacidade de suprimento deste nutriente pelo solo, depende da presença de minerais primários e secundários, da aplicação de fertilizantes e da CTC do solo, além da ciclagem do nutriente pelas plantas. Em outras palavras, a disponibilidade depende das formas de K presentes e da quantidade armazenada em cada uma dessas formas (MUNSON, 1985; NACHTINGALL; VALL, 1991), aspectos que contribuem na movimentação e dinâmica do K no perfil do solo.

Nos solos altamente intemperizados, o K trocável do solo pode constituir a reserva mais importante disponível às plantas (RAIJ, 1991). A recomendação de adubação potássica é fundamentada principalmente nos teores de K trocável do solo, porém Raij et al. (1996) admitem que outras duas fontes de K podem contribuir, em curto prazo, para a nutrição das plantas. Essas fontes são as formas não trocáveis de K em alguns solos e o K presente nos restos culturais. De fato, demonstrou-se que o K não trocável do solo pode ser absorvido em quantidades consideráveis por várias espécies vegetais em diversos tipos de solos brasileiros.

No solo comporta-se como íon cátion monovalente e dessa forma poderá ser facilmente lixiviado, absorvido, fixado, adsorvido as argilas ou permanecer na solução do solo. Cerca de 90 a 98% do potássio total do solo está na forma de minerais como ortoclásio, moscovita, biotita e leucita. Do potássio prontamente disponível (1 - 2% do total) cerca de 10% está na solução do solo e o restante está na forma fixada, isto é, não disponível às plantas. Seu teor trocável nos solos, considerado como médio, é de 0,1 a 0,3 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. O potássio por ser bastante móvel no solo é facilmente lixiviado em solos de baixa capacidade de troca catiônica. Há casos em que as perdas se aproximam das quantidades extraídas pelas culturas. Por razões como esta, recomenda-se sempre que possível o parcelamento dos adubos potássicos em solos com baixa CTC. Como, por exemplo, em solos arenosos (MALAVOLTA, 1976).

3.6 Movimentação de fósforo e potássio no solo

A absorção de nutrientes pelas plantas exige seu transporte até à superfície radicular, com destaque para os mecanismos de fluxo de massa e difusão (NEVES et al., 2009). A velocidade de transporte depende do teor de água no solo, da concentração do nutriente, da velocidade com que o nutriente é absorvido pela planta, da velocidade de difusão do nutriente na água, da temperatura, e de características do solo que influenciam a tortuosidade do percurso e a adsorção dos elementos na matriz. A velocidade de transporte é grande para o nitrogênio, considerado como nutriente móvel, pequena para o fósforo, nutriente imóvel no solo, e intermédia para o potássio (ARAÚJO et al., 2003).

O mecanismo predominante no transporte de um nutriente é determinado pela sua atividade na solução que se desloca, em direção às raízes, em resposta a uma diferença de potencial. Quando a quantidade do nutriente transportada até às raízes iguala ou excede a absorvida, o fluxo de massa é o único mecanismo presente. Nesse caso, o excesso de nutriente acumula-se na rizosfera. A difusão torna-se importante, quando a concentração do nutriente junto às raízes é muito

baixa. À medida que os nutrientes presentes na solução móvel ou de interagregados vão-se exaurindo, eles se movimentam por difusão do interior para a superfície dos agregados (ARAÚJO et al., 2003).

A disponibilidade de K às plantas depende muito de sua difusão no solo, uma vez que a quantidade que chega até as raízes por fluxo de massa é muito menor do que a taxa de absorção, sendo transportado predominantemente por difusão (NEVES et al., 2009).

O tipo de solo é um importante fator que controla a movimentação vertical do fósforo no perfil do solo, pois dependendo desse, se pode ter uma maior interação entre solo e a solução que percola no perfil.

O fósforo se movimenta pouquíssimo na maioria dos solos, sendo que, geralmente, permanece onde é colocado, seja por intemperismo dos minerais seja por adubação. Dessa forma, raramente ocorrem perdas de fósforo por lixiviação, mesmo que este tenha maior mobilidade em solos arenosos. Quase todo o fósforo movimenta-se no solo por difusão, sendo um processo lento e de pouca amplitude, o qual depende da umidade do solo. Devido à baixa mobilidade do fósforo a sua absorção pode ficar ainda mais comprometida em solos compactados, devido ao fato da resistência mecânica do solo reduzir a habilidade das raízes em absorver o fósforo além de favorecer a sua adsorção específica (RIBEIRO; VILELA, 2007). Pesquisas recentes têm mostrado que macroporos e fluxos preferenciais juntos podem incrementar as perdas de fósforo em subsuperfícies (SIMS et al., 1998).

A capacidade de retenção de nutrientes está relacionada com outras características, como estrutura, conteúdo de matéria orgânica, tipo de argila e de cátions, no entanto, possui boa relação com os teores de argila, aumentando, em geral, proporcionalmente a estes (KITAMURA et al., 2007). Já a textura arenosa confere aos solos baixa retenção de nutrientes e de água. As chuvas, com, aproximadamente, 2.000 mm anuais, tendem a lixiviar a maior parte dos nutrientes (BRITTEZ et al, 1997).

3.7 Recomendação de adubação para a cultura da manga e da uva

Além da idade da planta afetar a extração de nutrientes, o estado fisiológico durante o ano agrícola também afeta a absorção de nutrientes pela videira e pela mangueira. De acordo com o manual de Recomendação de Adubação para o Estado de Pernambuco (CAVALCANTI, 2008) são mostrados abaixo os teores médios recomendados para aplicação de P_2O_5 e K_2O , a depender do estágio de desenvolvimento e da produtividade pretendida, na cultura da manga (Tabelas 1 e 2) e da uva (Tabelas 3 e 4).

Tabela 1. Quantidades de P_2O_5 e K_2O indicadas para a adubação de plantio e formação da mangueira irrigada no Estado de Pernambuco.

Adubação	P Mehlich-1, $mg\ dm^{-3}$				K solo, $cmolc\ dm^{-3}$			
	<10	10 - 20	21 - 40	> 40	<0,16	0,16 - 0,30	0,31 - 0,45	>0,45
	----- P_2O_5 , $g.cova^{-1}$ -----				----- K_2O , $g.cova^{-1}$ -----			
Plantio	250	150	120	80	-	-	-	-
0-12 meses	-	-	-	-	80	60	40	20
13-24 meses	160	120	80	40	120	100	80	60
25-30 meses	-	-	-	-	80	60	40	20

Tabela 2. Quantidades de P_2O_5 e K_2O indicadas para a adubação de produção da mangueira em função da produtividade e da disponibilidade de nutrientes.

Produtividade esperada $t.ha^{-1}$	P Mehlich-1, $mg\ dm^{-3}$				K solo, $cmolc\ dm^{-3}$			
	<10	10-20	21-40	> 40	<0,16	0,16-0,30	0,31-0,45	>0,45
	----- $kg.ha^{-1}$, P_2O_5 -----				----- $kg.ha^{-1}$, K_2O -----			
< 10	20	15	8	0	30	20	10	0
10 - 15	30	20	10	0	50	30	15	0
15 - 20	45	30	15	0	80	40	20	0
20 - 30	65	45	20	0	120	60	30	0
30 - 40	85	60	30	0	160	80	45	0
40 - 50	110	75	40	0	200	120	60	0
> 50	150	100	50	0	250	150	75	0

A recomendação de cálcio e magnésio para a mangueira é feita de acordo com a necessidade de calagem, mas considerando a exigência da mangueira em cálcio, recomenda-se associar a calagem com a aplicação de gesso variando essa quantidade de acordo com a textura do solo. Em relação à aplicação

de matéria orgânica, recomenda-se 20-30 L de esterco de curral bem curtido. Repetir essa dose a cada ano. (CAVALCANTI, 2008).

Tabela 3. Quantidades de P_2O_5 e K_2O indicadas para a adubação de plantio e crescimento da videira irrigada no Estado de Pernambuco.

Adubação	Solo arenoso, $mg.dm^{-3}$ de P					K solo, $cmolc.dm^{-3}$			
	<11	11-20	21-40	41-80	> 80	<0,16	0,16 – 0,30	0,31 – 0,45	>0,45
	----- P_2O_5 , $g.cova^{-1}$ -----					----- K_2O , $g.cova^{-1}$ -----			
Plantio	160	120	80	40	40	-	-	-	-
Crescimento	30	-	-	-	-	160	120	80	40

Tabela 4. Quantidades de P_2O_5 e K_2O indicadas para a adubação de produção da videira em função da produtividade e da disponibilidade de nutrientes.

Produtividade esperada $t.ha^{-1}$	P Mehlich-1, $mg.dm^{-3}$				K solo, $cmolc.dm^{-3}$			
	<11	11-20	21-40	> 40	<0,16	0,16-0,30	0,31-0,45	>0,45
	----- $kg.ha^{-1}$, P_2O_5 -----				----- $kg.ha^{-1}$, K_2O -----			
< 15	120	80	40	20	100	75	50	-
15 – 25	160	120	80	40	200	150	75	50
26 – 35	200	160	120	60	300	225	100	75
> 35	250	200	160	80	400	300	150	100

A recomendação de cálcio e magnésio para a cultura da uva é feita de acordo com a necessidade de calagem. Em relação à aplicação de matéria orgânica, recomenda-se 20-40 L de esterco de curral bem curtido. Repetir essa aplicação a cada ciclo de produção na linha da planta. (CAVALCANTI, 2008).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em oito áreas distintas de produção de uva e manga, divididas em 20 subáreas de cada cultura. As mesmas pertenciam aos perímetros irrigados do Projeto Senador Nilo Coelho (PSNC) N-03 (09° 20' 07" S, 40° 37' 46" O), N-04 (09° 22' 03" S, 40° 40' 16" O), N-10 (09° 19' 03" S, 40° 24' 35" O), Maria Tereza (09° 08' 18" S, 40° 34' 47" O) e Bebedouro (09° 05' 50" S, 40° 18' 40" O), à Agrovila Caatinguinha (09° 27' 31" S, 40° 36' 11" O) e ao Instituto Federal Sertão Pernambucano, Campus Zona Rural (09° 20' 03" S, 40° 41' 43" O), em Petrolina-PE (Quadro 1). Segundo a classificação de Köeppen, o clima da região é classificado como tipo BswH, sendo a temperatura média anual de 26,4°C, com chuvas irregulares e forte evaporação em consequência das altas temperaturas (LEÃO; SILVA, 2003).

O sistema de irrigação utilizado nas áreas era por gotejamento e microaspersão. Em todas as propriedades faz-se uso da fertirrigação.

As coletas foram realizadas em áreas com solo de textura que variam de arenosa a franco arenosa, classificado como Neossolo Quartzarênico e Neossolo Regolítico através do Mapa de Solos da Embrapa por meio das coordenadas geográficas das áreas. As análises de solo em áreas de Caatinga (vegetação arbustiva arbórea) foram tomadas como referência para identificação do acúmulo e deslocamento de nutrientes no perfil do solo.

Quadro 1. Histórico das áreas irrigadas de um Neossolo Quartzarênico e um Neossolo Regolítico do Submédio do São Francisco.

Localização	Classe de solo	Área	Cultivar	Tempo de cultivo (anos)
Agrovila Caatinginha (09° 27' 31" S, 40° 36' 11" O)	Neossolo Quartzarênico	Manga 1	Tommy Atkins	8
		Manga 2	Tommy Atkins	15
		Manga 3	Tommy Atkins	12
		Manga 4	Tommy Atkins	13
		Manga 5	Tommy Atkins	12
		Manga 6	Tommy Atkins	13
		Manga 7	Tommy Atkins	10
		Manga 8	Tommy Atkins	10
		Manga 9	Tommy Atkins	6
		Manga 10	Tommy Atkins	14
		Uva 1	Itália Moscato	6
		Uva 2	Itália Moscato	7
		Uva 3	Itália Moscato	6
		Uva 4	Itália Moscato	5
		Uva 5	Itália Moscato	1
		Uva 6	Itália Moscato	1,6
Uva 7	Benitaka Brasil	1,6		
Uva 8	Benitaka Brasil	1		
*PSNC N-04 (09° 22' 03" S, 40° 40' 16" O)	Neossolo Quartzarênico	Manga	Tommy Atkins	6
PSNC N-03 (09° 20' 07" S, 40° 37' 46" O)	Neossolo Regolítico	Uva 1	Benitaka Brasil	7
		Uva 2	Itália Moscato	5
		Uva 3	Itália Moscato	7
PSNC N-10 (09° 19' 03" S, 40° 24' 35" O)	Neossolo Quartzarênico	Uva 1	Itália Moscato	6
		Uva 2	Crimson	5
		Uva 3	Crimson	5
		Uva 4	Festival	3
		Uva 5	Itália Moscato	8
		Manga 1	Palmer	8
		Manga 2	Palmer	8
		Manga 3	Tommy Atkins	10
		Manga 4	Tommy Atkins	9
		Manga 5	Palmer	6
		Manga 6	Palmer	6
Manga 7	Palmer	7		
PSNC Maria Tereza (09° 08' 18" S, 40° 34' 47" O)	Neossolo Regolítico	Uva 1	Festival	14
		Uva 2	Crimson	5
		Uva 3	Festival	6
PSNC Bebedouro (09° 05' 50" S, 40° 18' 40" O)	Neossolo Quartzarênico	Manga 1	Tommy Atkins	18
		Manga 2	Tommy Atkins	18
**IF Sertão - Zona Rural (09° 20' 03" S, 40° 41' 43" O)	Neossolo Quartzarênico	Uva	Benitaka Brasil	10

* Projeto Senador Nilo Coelho; ** Instituto Federal.

Em cada subárea cultivada foram coletadas 10 amostras simples de solo, nas profundidades 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm, as quais foram secas ao ar e passadas por peneira de 2 mm. Massas iguais de solo de cada uma delas foram homogeneizadas para compor uma amostra composta de cada camada. Nestas, foram determinados os teores de P e K extraíveis com Mehlich⁻¹ quantificados por espectrofotometria e fotometria de chama, respectivamente (EMBRAPA, 1997).

As análises das amostras de solo foram realizadas no Laboratório de Matéria Orgânica do Solo da Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Campus CCA II, Departamento de Solos e Engenharia Rural, Areia-PB; no Laboratório de Solos do Instituto Federal Sertão Pernambuco, Campus Zona Rural e no Laboratório de Análises de Solo da Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE.

O delineamento experimental foi DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado), sendo três tratamentos (uva, manga, caatinga), e cinco profundidades (0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm) com 20 repetições para a uva e a manga e duas repetições para a caatinga (testemunha). Os resultados das análises de solo foram submetidos à análise de variância por meio do *software* estatístico Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2010), com o Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas áreas de uva, na profundidade de 0-20 cm, os teores médios de fósforo e potássio foram de 330,04 mg.dm⁻³ e 0,54 cmol.c.dm⁻³ que correspondem a 7,6 e 3,8 vezes maiores, respectivamente, quando comparados com as de manga. Estatisticamente, os teores médios de P e K no cultivo de manga não apresentaram diferença significativa em relação à testemunha, (Figuras 2 e 3), porém para o P houve uma diferença considerável de 34,0 mg.dm⁻³, não diferindo estatisticamente provavelmente devido ao alto valor do coeficiente de variação (CV) que foi de 63,38%. O movimento de P é favorecido quando há aplicação de altas doses continuamente ao longo dos anos aliada à assimilação de pequenas quantidades pela cultura, visto que a recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco para a cultura da uva e da manga é de 250 e 150 kg ha⁻¹ ciclos, respectivamente (CAVALCANTI, 2008). Em solos arenosos, há uma tendência de maior disponibilidade deste nutriente uma vez que a adsorção é menor em função da baixa concentração de argila, porém doses excessivas podem implicar em perdas do nutriente (MACHADO et al., 2011). O grande aporte de P via esterco também contribui para esses altos teores. Essa hipótese é validada pelo teor de P em profundidade na camada de 60-100 cm. Nas áreas cultivadas com manga, por ser uma cultura menos atrativa economicamente, recebe menor atenção e, conseqüentemente, menores doses de fertilizantes.

Na camada de 60-100 cm tem mais de 192 mg.dm⁻³ de P disponível, sendo que teor maior que 45 mg.dm⁻³ é considerado muito bom, segundo Alvarez et al., (1999). E ainda levando em consideração que a uva tem profundidade de

sistema radicular efetivo de 60 cm (SANTOS et al., 2002; SOARES; NASCIMENTO, 1998). Foi verificado no trabalho de Kao e Blanchar (1973), que após 82 anos de contínua aplicação de esterco e fertilizantes, observaram uma quantidade significativa de fósforo disponível a uma profundidade de 1,0 a 1,4 m. Comparando a lixiviação de fósforo com aplicação de fertilizante e resíduo orgânico (esterco), trabalhos mostram que esta tem sido maior com aplicação de resíduos orgânicos, evidenciando assim uma maior mobilidade de fósforo no solo na forma orgânica (MOZAFFARI; SIMS, 1994; EGHBALL et al., 1996). Esse P deslocado para as camadas mais profundas pode ser considerado como perdido, caso não seja utilizada alguma alternativa de ciclagem desse nutriente por plantas de sistema radicular mais profundo.

O potássio mesmo sendo muito móvel no solo (ERNANI et al., 2007), ainda apresentou acúmulo em todas as profundidades estudadas (Figura 5), especialmente nas áreas de uva, por receberem doses mais elevadas desse elemento, sendo recomendado, para o Estado de Pernambuco, a aplicação de 400 kg ha⁻¹, em média (CAVALCANTI, 2008). Provavelmente esse acúmulo de K está relacionado ao esterco e o bagaço de cana aplicados ao solo frequentemente. Nas áreas de manga, os valores nas camadas mais profundas, foram semelhantes à testemunha, sugerindo que o K aplicado via fertilizante não está sendo suficiente para o aporte da cultura devido às perdas desse nutriente, que em condições de excesso de irrigação pode estar sendo carregado para camadas abaixo de 100 cm.

A média dos teores de todas as profundidades de P e K nas áreas testemunhas sob caatinga (Figura 4 e 5) foram de 7,37 mg.dm⁻³ e 0,13 cmolc. dm⁻³, respectivamente e são considerados baixo, segundo Alvarez et al. (1999).

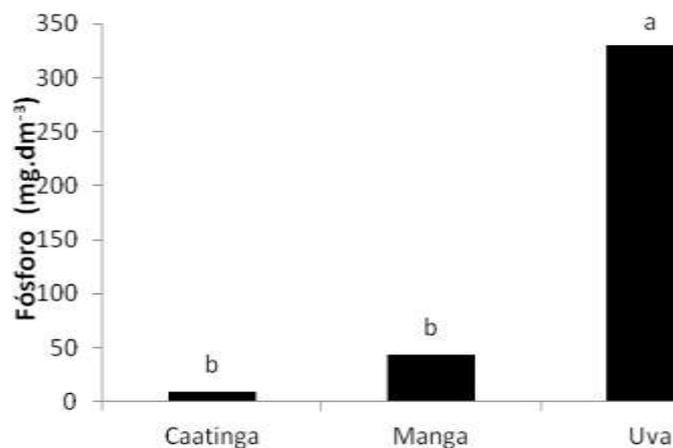


Figura 2. Teor de fósforo no solo na profundidade 0-20 cm em áreas cultivadas com manga, uva e a testemunha (caatinga). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

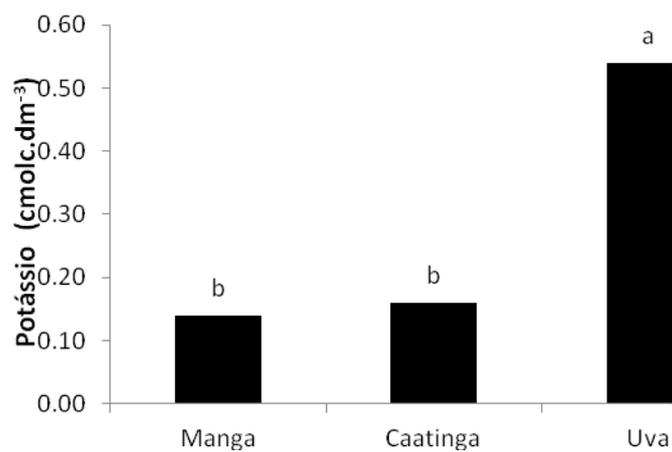


Figura 3. Teor de potássio no solo na profundidade 0-20 cm em áreas cultivadas com manga, uva e a testemunha (caatinga). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

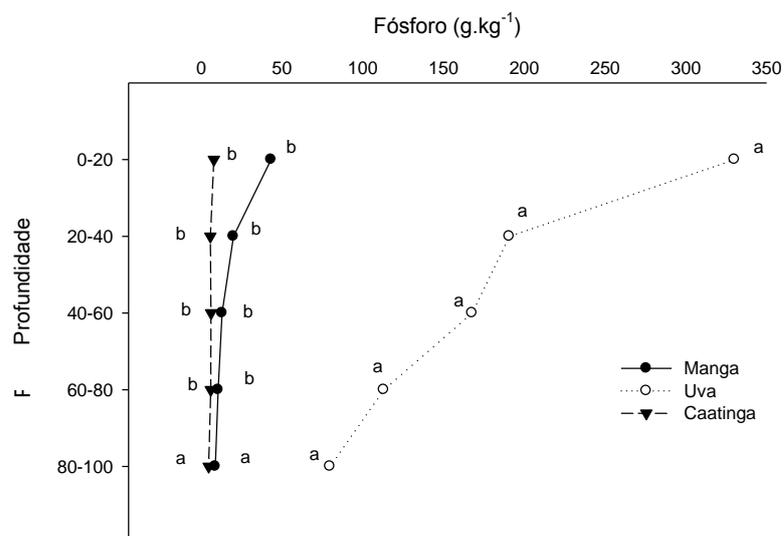


Figura 4. Teor médio (n=20) de fósforo no solo nas profundidades 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm em áreas cultivadas com manga, uva e a testemunha (caatinga). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

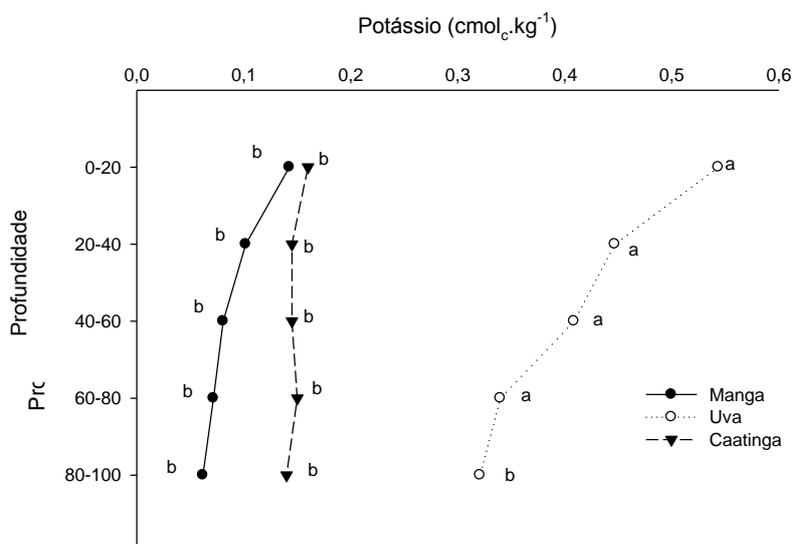


Figura 5. Teor médio (n=20) de potássio no solo nas profundidades 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm em áreas cultivadas com manga, uva e a testemunha (caatinga). Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6. CONCLUSÕES

1. As adubações com P e K na uva são excessivas. A adubação fosfatada pode ser suspensa por um ou mais ciclos de produção.
2. O potássio mesmo sendo muito móvel no solo, ainda apresentou acúmulo em todo perfil, especialmente nas áreas de uva.
3. Os altos teores de fósforo e potássio observados nas áreas cultivadas com uva sugerem que as análises de solo realizadas antes de cada cultivo não são levadas em consideração e para evitar este acúmulo excessivo deve-se fazer um ajuste nas doses de fertilizantes recomendadas com base nos resultados dessas análises.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, V. V. H.; NOVAES, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.

AMORIM, J. R. A.; CRUZ, M. A. S.; RESENDE, R. S. Qualidade da água subterrânea para irrigação na bacia hidrográfica do Rio Piauí, em Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.804-811, 2010.

ARAÚJO, C. A. S. **Avaliação de feijoeiros quanto à tolerância à salinidade em solução nutritiva**. 1994. 87p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 1994.

ARAÚJO, C. A. S.; RUIZ, H. A.; SILVA, D. J.; FERREIRA, P. A.; ALVAREZ, V. H. V.; BAHIA FILHO, A. F. C. Eluição de magnésio, cálcio e potássio de acordo com o tempo de difusão em colunas com agregados de um Latossolo Vermelho distrófico típico. **R. Bras. Ci. Solo**, 27:231-238, 2003.

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (BNB). **Polos de desenvolvimento integrado: Polo Petrolina/Juazeiro - Localização**. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/Polos_Desenvolvimento/Polo_Petrolina_Juazeiro/gerados/polo_petrojua_localizacao.asp>. Acesso em: 7 ago. 2011.

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL - BNB. **Polo Integrado Petrolina/Juazeiro: Atuação inovadora potencializa desenvolvimento**. Notícias, p. 7-126, ago. 1998.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; POLETTO, N.; GIROTTO, E. Dejeito líquido de suínos: II-perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1305-1312, 2005.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6 ed. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1995. 657 p. il.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Comércio exterior brasileiro: Brasil – exportações agropecuárias**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 13 abr. 2011.

BRITZ, R. M.; SANTOS FILHO, A.; REISSMANN, C. B.; SILVA, S. M.; ATHAYDE, S. F.; LIMA, R. X.; QUADROS, R. M. B. Nutrientes no solo de duas florestas da planície litorânea da ilha do mel, Paranaguá, PR. **R. bras. Ci. Solo**, Viçosa, 21:625-634, 1997.

BRAGA, G. N. M. **O fósforo do solo e a eficiência agrônômica**. Jun. 2010b. Disponível em < <http://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2010/06/o-fosforo-do-solo-e-eficiencia.html>>. Acesso em: 17 ago 2011.

BÜLL, L. T.; FORLI, F.; TECCHIO, M. A.; CORRÊA, J. C. Relação entre fósforo extraído por resina e resposta da cultura do alho vernalizado à adubação fosfatada em cinco solos com e sem adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.459-470, 1998.

CAVALCANTI, F. J. A., coord. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**. 2ª aproximação. 3.ed. Recife, IPA , 2008. 212p.

CHEN, Y. X.; ZHU, G. W.; TIAN, G. M.; CHEN, H. L. Phosphorus and copper leaching from dredged sediment applied on a sandy loam soil: Column study. **Chemosphere**, v.53, p.1179-1187, 2003.

CUNHA, T. J. F.; SILVA, F. H. B. B. DA; SILVA, M. S. L. DA; PETRERE, V. G.; SÁ, I. B.; OLIVEIRA NETO, M. B. DE; CAVALCANTI, A. C. **Solos do Submédio do Vale do São Francisco: potencialidades e limitações para uso agrícola**. Petrolina, PE : Embrapa Semiárido, 2008. 60 p.; 21 cm. ----- (Embrapa Semiárido. Documentos, 211). ISSN 1808-9992.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de Métodos de Análises de solos**. 2.Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997, 212p.

EGHBALL, B.; BINFORD, D.G.; BALTENSBERGER, D. Phosphorus movement and adsorption in a soil receiving long-term manure and fertilizer application. **J. Environ. Qual.**, Madison, v.25, n.6, p.1339-1343, 1996.

ERNANI, P. R.; BAYER, C.; ALMEIDA, J. A. Mobilidade vertical de cátions influenciada pelo método de aplicação de cloreto de potássio em solos com carga variável. **R. Bras. Ci. Solo**, 31:393-402, 2007.

ERNANI, P. R.; FIGUEIREDO, O. R. A.; BECEGATO, V; ALMEIDA, J. A. 1996. Decréscimo na retenção de fósforo no solo pelo aumento do pH. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 20: 159-162.

FAO, Unesco. **Irrigation drainage and salinity: an international source book**. Paris: Hutchison/FAO/UNESCO, 1973. 510p.

FARDEAU, J. C. Dynamics of phosphate in soils: an isotopic outlook. **Fertility Research**, v.45, p.91-100, 1996.

FERREIRA, D. F. **SISVAR 5.3**. Sistema de Análises Estatísticas. Lavras: UFLA, 2010.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H. Soil Phosphorus Fractions in Sandy Soils Amended with Cattle Manure for Long Periods. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, p.613-622, 2009.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, p.99-105, 2008.

GHEYI, H. R., QUEIROZ, J. E., MEDEIROS, J. F. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Paraíba: UFPB, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro, v. 37, p.1-91, 2010.

KAO, C.W.;BLANCHARD, R.W. Distribution and chemistry of phosphorus in Albaqualf soil after 82 years of phosphate fertilization. *J, Enviro. Qual.*, Madison, v.2, n.1, p.237-240, 1973.

KITAMURA, A. E.; CARVALHO, M. de P. e; LIMA, C. G. de R. Relação entre a variabilidade espacial das frações granulométricas do solo e a produtividade do feijoeiro sob plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 31:361-369, 2007.

LAHVE, J. H.; JOHNSON, R. S. **Peaches, plums and nectarines: growing and handling for fresh market**, California: Division of Agriculture and Natural Resources, 1989.

LEÃO, P. C. de S; SILVA, E. E. G. da. Brotação e fertilidade de gemas em uvas sem sementes no Vale do São Francisco. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 3, p. 375-378, 2003.

LEITE, E. M.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, R. V. dos; ALVES, G. da S.; CAVALCANTE, I. H. L. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. *Irriga*, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 168-176, 2007.

LIMA, M. A. C.; RIBEIRO, M. **Uvas finas de mesa e magas cultivadas no Vale do Submédio São Francisco ganham selo de Indicação de Procedência**. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br/imprensa/noticias/uvras-finis-de-mesa-e-mangas-cultivadas-no-vale-do-submedio-sao-francisco-ganham-selo-de-indicacao-de-procedencia/>>. Acesso em: 02 ago. 2016.

MACHADO, V. J.; SOUZA, C. H. E. de; ANDRADE, B. B. de; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H. Curvas de disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 70-76, Jan./Feb. 2011.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1976. 528 p.

MEDEIROS, P. R. F. de.; DUARTE, S. N.; DIAS, C. T. S. Tolerância da cultura do pepino à salinidade em ambiente protegido. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.13, n.4, p.406–410, 2009.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A., OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.469-472, 2003.

MEIRELES, A. C .M. Avaliação do impacto da fertirrigação em cambissolos na chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**. v. 34, n. 2, 2003.

MELLO, M. R. de. **Desempenho da vitivinicultura brasileira em 2015**. Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9952204/artigo-desempenho-da-vitivinicultura-brasileira-em-2015>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA; SECRETARIA DE POLÍTICA AGRÍCOLA - SPA. Cadeia produtiva de frutas. Brasília: MAPA/SPA. **Agronegócios**, v. 7, 102 p., 2007.

MOZAFFARI, M. & SIMS, T.S. Phosphorus availability and sorption in an Atlantic Coastal plain watershed dominated by animal based agriculture. **Soil Sci.**, Baltimore, v.157, n.2, p.97-107, 1994.

MUNSON, R. D. **Potassium in agriculture**. Madison, American Society of Agronomy, 1985. p.277-308.

NACHTIGALL, G. R. & VAHL, L. C. Capacidade de suprimento de potássio dos solos da região do Rio Grande do Sul. **R. Bras. Ci. Solo**, 15:37-42, 1991.

NASCIMENTO NETO, M. A.; OLIVEIRA FILHO, S. F. S.; XAVIER, L. F.; SOBEL, T. F.; COSTA, E. de F. Acesso a mercados: estudo de caso para a fruticultura Irrigada do polo Petrolina-Juazeiro. **Anais. VII Encontro De Economia Baiana – Set.** 2011.

NEVES, L. S. DAS; ERNANI, P. R.; SIMONETE, M. A. Mobilidade de potássio em solos decorrente da adição de doses de cloreto de potássio. **R. Bras. Ci. Solo**, 33:25-32, 2009.

OLIVEIRA FILHO, F. A. de. Produção, área colhida e efetivo de uva no Nordeste. **Informe Rural ETENE – Banco do Nordeste**. Ano V, n. 05. Abr/2011.

OLIVEIRA, F. F. de; SANTOS JÚNIOR, G. P. dos; FRAGA, V. da S.; VIEIRA, N. M.; EZEQUIEL, M. J.; SOUZA, M. C. S. de. **Acúmulo e movimento vertical de fósforo e potássio em solos cultivados com Uva e Manga**. In: FERTBIO, 17-21 set., 2012, Maceió. **Anais**, 2012.

OLIVEIRA, F. F.; SALCEDO, I. H.; FRAGA, V. S. Eficiência de adubação de batatinha com esterco e n mineral (¹⁵N) e efeito residual no cultivo do milheto. **Revista brasileira de ciência do solo**, 35:551-557, 2011.

OLIVEIRA, I. R. S.; OLIVEIRA, F. N. de; MEDEIROS, M. A. de; TORRES, S. B.; TEIXEIRA, F. J. V. Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função da salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 40-45, out.-dez., 2010.

OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia para o seu reconhecimento**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201 p.

ORTEGA, A. C.; SOBEL, T. F. Desenvolvimento territorial e perímetros irrigados: avaliação das políticas governamentais implantadas nos perímetros irrigados Bebedouro e Nilo Coelho em Petrolina (PE). **Planejamento e políticas públicas**, n. 35, jul./dez. 2010.

PIMENTEL, C. R. M. Oportunidades e barreiras à expansão do comércio internacional para a manga nordestina. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v.31, n.2, p. 166-176, abr-jun 2000.

PIMENTEL, C. R. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Mercado internacional de manga: situação atual e perspectivas. In: PIMENTEL, C. R. M. et al. **Frutas do Brasil: Manga Pós-colheita**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000.

PIRES, R. C. de M.; SAKAI, E.; FOLEGATTI, M. V.; PIMENTEL, M. H. L.; FUJIWARA, M. Distribuição e profundidade do sistema radicular da videira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande: SBEA/UFPB. 1997. 1 CD-ROM.

POLL, H.; VENCATO, A. Z.; KIST, B. B.; SANTOS, C.; CARVALHO, C. DE; REETZ, E. R.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro da fruticultura**. Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta Santa Cruz, 2011. 128 p.

PORTAL G1. **Vale do São Francisco deve sofrer retração nas exportações de frutas**. Disponível em: < <http://g1.globo.com/pe/petrolina-regiao/noticia/2014/09/vale-do-sao-francisco-deve-sofrer-retracao-nas-exportacoes-de-frutas.html>>. Acesso em: 31 jul. 2016.

PRADO, R. M. **Nutrição e desordens fisiológicas na cultura da manga**. In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. (Eds.) *Manga: produção integrada, industrialização e comercialização*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.199-232.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres; 1991. 343p.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996. 285p.

RIBEIRO, D. O.; VILELA, L. A. F. **Nutrientes**. Faculdades Integradas de Mineiros. Instituto de Ciências Agrárias. Mineiros, GO. 2007.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Department of Agriculture, 1954. 160p. Agriculture Handbook, 60.

RITCHEY, K. D.; SILVA, J. E.; COSTA, U. F. Calcium deficiency in clayey B horizons of savanna oxisols. **Soil Science**, v.133, p.378-382, 1982.

SANTOS, R. A., HERNANDEZ, F. B. T., KONRAD, M., BRAGA, R. S.; SASSAKI, N. Comportamento do sistema radicular da videira (*vitis vinifera* L.), variedade benitaka, frente ao manejo da irrigação por aspersão sob copa. XXXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2002, **Anais**, Salvador-BA, 2002.

SEAGRI – SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, IRRIGAÇÃO, PESCA E AQUICULTURA. **Fruticultura no Vale do São Francisco é uma das prioridades da ADAB**. Mar/2015. Disponível em <<http://www.seagri.ba.gov.br/noticias/2015/03/06/fruticultura-no-vale-do-s%C3%A3o-francisco-%C3%A9-uma-das-prioridades-da-adab>>. Acesso em: 31 jul 2016.

SEBRAE – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Pernambuco. **Fruticultura**. Caso de sucesso. Abril/2016. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/a57f1210ab9efd93970e77d3ccf46366/\\$File/6038.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/a57f1210ab9efd93970e77d3ccf46366/$File/6038.pdf)>. Acesso em:31 jul 2016.

SILVA, M. J. R. JESUS, P. R. R. de; ANJOS, J. M. C. dos; MACHADO, M.; RIBEIRO, V. G. Caracterização agrônômica e pós-colheita das bananeiras 'Maravilha' e 'Preciosa' no Submédio do Vale São Francisco. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n.1, Jan/Fev. 2016.

SILVA, M. O.; FREIRE, M. B. G. S.; MENDES, A. M.; FREIRE, F. J.; SOUSA, C. E. S.; GÓES, G. B. Crescimento de meloeiro e acúmulo de nutrientes na planta sob irrigação com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 12, n. 6, p.593–605, 2008.

SILVA, J. E. da; LEMANSKI, J.; RESCK, D. V. S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de Cerrados do Oeste Baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 541-547, 1994.

SIMS, J. T., SIMARD, R. R; JOERN, C. B. Phosphorus losses in agricultural drainage: historical perspective and current research. **J. Environ. Qual.**, Madison, v.27, n.2, p.277-293, 1998.

SOARES, J. M; NASCIMENTO, T. 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.

SOUZA, E. R.; MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SANTOS, T. E. M.; ANDRADE, T. S.; PEDROSA, E. R. Variabilidade espacial das frações granulométricas e da salinidade em um Neossolo Flúvico do semiárido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, 2008.

SPOSITO, G. **The chemistry of soils**. 1.ed. Oxford: Oxford University Press, 1989, 277p.

VALEXPOR. **Há 19 anos unindo forças para o desenvolvimento do Vale do São Francisco e da fruticultura brasileira**. Petrolina, PE: Valexport, 17p. 2008.

VALEXPOR, **Associação dos Produtores e Exportadores de Hortifrutigranjeiros e Derivados do Vale São Francisco**. 2009. Disponível em: <<http://www.valexport.com.br/>>. Acesso em: 12 dez. 2011.

VIEIRA, M. J. **Solos de baixa aptidão agrícola: opções de uso e técnicas de manejo e conservação**. Londrina: IAPAR, 1987. 68 p. (IAPAR. Circular, 51).

VITAL, T. W.; MOLLER, H. D.; FAVERO, L. A.; SAMPAIO, Y. de S. B.; SILVA, E. **A fruticultura de exportação do Vale do São Francisco e a crise econômica: efeitos sobre a convenção coletiva de trabalho 2009-2010**. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v.4, n.3, p. 365-390, set/dez. 2011.