



INFLUÊNCIA DOS ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*) NOS ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS DO SOLO¹

DAVID AUGUSTO PEIXOTO CASIERO², KLEBER PEREIRA LANÇAS³ & CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL⁴

RESUMO: A evolução da colheita mecanizada de cana-de-açúcar fez com que o setor questionasse o espaçamento de plantio adotado em função do aumento da compactação do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos físico-hídricos do solo em dois espaçamentos de plantio após o tráfego de máquinas agrícolas. O experimento de campo foi conduzido na usina Santa Cândida, localizada no município de Bocaina - SP. Os tratamentos foram distribuídos seguindo o delineamento de blocos ao acaso com doze repetições, sendo submetido à análise de variância em esquema fatorial 2². Avaliou-se a densidade, o teor de água e o índice de cone do solo na posição da fileira da cultura (LC) e a 0,1m da fileira, em paralelo (LP), nas faixas de profundidade de 0 a 0,2 e 0,2 a 0,4m de ambos espaçamentos de plantio após a quarta safra. Os resultados mostraram que os espaçamentos de plantio de 1,4 e 1,5m não influenciaram os valores médios de densidade e do teor de água do solo nas faixas de profundidade e posições amostrais estudadas. Entretanto, na faixa de profundidade de 0,2 a 0,4m, os valores de índice de cone do solo do espaçamento de plantio de 1,5m foram superiores ao de 1,4m, em ambas as posições amostrais. Independente do espaçamento de plantio e posição amostral, os valores de índice de cone do solo na faixa de profundidade de 0,2 a 0,4m foram superiores à faixa de profundidade de 0 a 0,2m.

PALAVRAS-CHAVE: Compactação do solo, colheita mecanizada, tráfego.

INFLUENCE OF SUGAR CANE (*Saccharum spp*) ROW SPACINGS ON SOIL HYDRO-PHYSICAL ATTRIBUTES

ABSTRACT: The evolution of sugar cane mechanized harvesting made the sector to question the current row spacing used due to its influence on soil compaction. The aim of this study was to evaluate the soil hydro-physical attributes in two row spacings after the farm machinery traffic. The treatments were conducted in a randomized block design with twelve repetitions, being subjected to the variance analyze in double factorial arrangement. The bulk density, the gravimetric water content, and the soil cone index along the position of crop lines (LC) and 0,1m from the row (LP) at the range of depth of 0 to 0.2m and 0.2 to 0.4m were assessed in both row spacings after the fourth harvest season. The results showed that the row spacings of 1.4 and 1.5m did not affect the values of bulk density and gravimetric water content of the soil in all ranges of depth and sample positions studied. However, in the depth range of 0.2 to 0.4 m, the values of soil cone index (IC) in the row spacing of 1.5 m were higher than the values in row spacing of 1.4 m, at both sampling positions. Regardless of row spacing and sample position, the values of soil cone index in the depth range of 0.2 to 0.4m were higher than the depth range of 0 to 0.2m.

KEYWORDS: Soil compaction; mechanized harvesting, traffic.

¹ Parte da Dissertação de mestrado do primeiro autor. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Energia na Agricultura. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, São Paulo.

² Mestre em Agronomia pelo programa de pós-graduação Energia na Agricultura, FCA-UNESP, Botucatu-SP. E-mail: david.a.casiero@monsanto.com

³ Prof. Titular do Departamento de Engenharia Rural, FCA - UNESP, Botucatu/SP. E-mail: kplanças@fca.unesp.br

⁴ Prof. Titular do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal, FCA - UNESP, Botucatu/SP. E-mail: crusciol@fca.unesp.br

1 INTRODUÇÃO

Os estudos sobre espaçamentos de plantio em cana-de-açúcar foi pesquisado no passado, tendo como propósito esclarecer quais deles resultavam em maiores produtividades, contemplando o desempenho da cultivar (BANERJEE et al., 2012), níveis de irrigação (KUNZ et al., 2007) e ambientes de produção. A maior parte destes estudos convergiram para melhores resultados de produtividade em espaçamentos de plantio menores (FABRIS et al., 2013; SOUZA, 2012).

A adoção de espaçamentos de plantio menores vem sendo muito questionada em função da intensificação do tráfego de colhedoras e transbordos sobre os canaviais nas suas diversas fases, na qual podem alterar as propriedades físico-hídricas do solo e, conseqüentemente, prejudicar o desenvolvimento da planta. De acordo com o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC, 2012), 76% da colheita de cana-de-açúcar foi realizada mecanicamente na região Centro sul do Brasil, na safra 12/13.

Para Resende Silva et al. (2011), o tráfego intensivo de máquinas agrícolas é o principal responsável pelo aumento da densidade e resistência do solo à penetração, resultando na compactação do solo e limitação no desenvolvimento radicular das culturas.

Segundo Roboredo et al. (2010), a resistência do solo à penetração, medida por penetrômetro, pode ser utilizada para verificar a existência de camadas compactadas. No entanto, é importante mensurar o teor de água no solo em função da correlação negativa e significativa entre os dois atributos (ALMEIDA et al., 2008).

Para Lanças (1996), a densidade do solo é um método preciso para a avaliação da compactação do solo. Segundo Klein (2008), as alterações na densidade do solo podem afetar propriedades físico-hídricas importantes, como a porosidade, a taxa de infiltração de água e a resistência do solo à penetração.

A densidade está intimamente relacionada com a textura e a estrutura do solo. Em geral, quanto maior a densidade em solos de textura semelhante, mais compacto é o solo, sua estrutura é menos definida, os espaços porosos são menores e a taxa de crescimento diário das raízes é reduzida devido ao menor volume de água disponível e a concentração de O₂ no solo (MEURER, 2007).

Com base nessas considerações, o objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos físico-hídricos do solo nos espaçamentos de plantio de 1,4 e 1,5m após o tráfego de máquinas agrícolas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Nas Tabelas 1 e 2 observou-se que não houve diferenças significativas nos teores de água do solo entre os espaçamentos de plantio nas faixas de profundidade e posições amostrais. Entretanto, na posição amostral de FP (Tabela 1) o teor de água do solo, na faixa de

profundidade de 0,2 a 0,4m, foi significativamente superior à faixa de profundidade de 0 a 0,2m no espaçamento de plantio de 1,5m.

Tabela 1 - Valores médios de teor de água do solo, em m³ m⁻³, entre os espaçamentos de plantio e as faixas de profundidade na posição de 0,1m da fileira da cultura, em paralelo (FP).

Faixa de Profundidade ²	Espaçamento de plantio ¹	
	1,4m	1,5m
0-0,2m	10,2 Aa	10,2 Ba
0,2-0,4m	10,5 Aa	10,9 Aa
Teste F - Espaçamento de Plantio	0,432	
Teste F - Faixa de Profundidade	0,049	
Teste F - Faixa de Prof.x Espaç.	0,299	
CV (%)	8,6	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste LSD ($P \leq 0,10$) para o fator espaçamento; ² Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste LSD ($P \leq 0,10$) para o fator faixa de profundidade.

A comparação dos valores médios de IC entre os espaçamentos de plantio tornou-se possível devido os resultados semelhantes de teor de água do solo, concordando com Almeida et al. (2008).

Tabela 2 - Valores médios de teor de água do solo, em m³ m⁻³, entre os espaçamentos de plantio e as faixas de profundidade na posição da fileira da cultura (FC).

Faixa de Profundidade ²	Espaçamento ¹	
	1,4m	1,5m
0-0,2m	11,5 Aa	11,5 Aa
0,2-0,4m	11,6 Aa	11,7 Aa
Teste F - Espaçamento de Plantio	0,810	
Teste F - Faixa de Profundidade	0,470	
Teste F - Faixa de Prof.x Espaç.	0,760	
CV (%)	7,2	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste LSD ($P \leq 0,10$) para o fator espaçamento; ² Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste LSD ($P \leq 0,10$) para o fator faixa de profundidade.

Os valores de IC na faixa de profundidade de 0,2 a 0,4m foram significativamente superiores à faixa de profundidade de 0 a 0,2m nos dois espaçamentos de plantio e em ambas as posições amostrais, atingindo valores acima de 2MPa (Tabelas 3 e 4), sendo este valor considerado restritivo ao crescimento das raízes de cana-de-açúcar em algumas condições específicas (OTTO et al., 2011). O tráfego dos transbordos e da colhedora de cana-de-açúcar podem ter influenciado os valores de IC na subsuperfície do solo, concordando com Laia et al. (2006), Masiero et al (2013) e Vasconcelos et al. (2014) que afirmaram que a presença de compactação em subsuperfície é determinada pela propagação de tensões

aplicadas na superfície do solo e, também, pela frequência do tráfego.

Tabela 3 - Valores médios do índice de cone do solo, em MPa, entre os espaçamentos de plantio e as profundidades amostrais na posição de 0,1m da fileira da cultura, em paralelo (FP).

Faixa de Profundidade ²	Espaçamento de plantio ¹	
	1,4m	1,5m
0-0,2m	1,7 Ba	1,9 Ba
0,2-0,4m	3,6 Ab	4,0 Aa
Teste F - Espaçamento de Plantio	0,017	
Teste F - Faixa de Profundidade	<0,001	
Teste F - Faixa de Prof.x Espaç.	0,404	
CV (%)	40,4	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste LSD ($P \leq 0,10$) para o fator espaçamento; ² Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste LSD ($P \leq 0,10$) para o fator faixa de profundidade.

Na faixa de profundidade de 0,2 a 0,4m, os valores de IC, no espaçamento de plantio de 1,5m, foram significativamente superiores ao espaçamento de plantio de 1,4m, em ambas as posições amostrais (Tabelas 3 e 4). Esse resultado pode estar associado à proximidade de raízes da cana-de-açúcar em subsuperfície no espaçamento de plantio menor. Conforme Vasconcelos (2002), o crescimento radicular da cana-de-açúcar é acumulativo durante o ciclo da cultura, sendo que a dinâmica de renovação e morte das raízes a cada safra no espaçamento de plantio de 1,4m pode ter contribuído para o aumento de macroporos no solo e consequentemente, uma diminuição nos valores médios de IC.

Tabela 4 - Valores médios do índice de cone do solo, em MPa, entre os espaçamentos de plantio e as profundidades amostrais na posição da fileira da cultura (FC).

Faixa de Profundidade ²	Espaçamento de plantio ¹	
	1,4m	1,5m
0-0,2m	1,1 Ba	1,3 Ba
0,2-0,4m	2,7 Ab	3,2 Aa
Teste F - Espaçamento de Plantio	0,007	
Teste F - Faixa de Profundidade	<0,001	
Teste F - Faixa de Prof.x Espaç.	0,242	
CV (%)	47,1	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste LSD ($P \leq 0,10$) para o fator espaçamento; ² Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste LSD ($P \leq 0,10$) para o fator faixa de profundidade.

Os valores de coeficiente de variação do IC foram considerados altos, concordando com Carvalho et al. (2003). Esta alta variabilidade pode estar associada à posição amostral em que foi avaliado tal atributo, sendo que houve uma grande quantidade de raízes e rizomas da

cana-de-açúcar nesses locais, que podem ter interferido nos valores de IC. Segundo Torres e Saraiva (1999) é temerário definir se um solo está ou não compactado apenas com as avaliações feitas com o penetrômetro.

Conforme as Tabelas 5 e 6, não houve diferenças significativas nos valores de densidade do solo (Ds) entre os espaçamentos de plantio nas faixas de profundidade e posições amostrais. Independentemente do espaçamento de plantio, posição e faixa de profundidade amostral, foram observados valores de (Ds) superiores à 1,69 g cm⁻³. Para Torres et. al (1990), os valores de Ds acima de 1,4 g cm⁻³ podem restringir o desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar. Segundo Fagundes et. al (2014) a variação da densidade do solo de 1,0 g cm⁻³ para 1,8 g cm⁻³ pode ocasionar, dependendo da cultivar, uma redução de 73% na produção de perfilhos, 54,4% na produtividade de colmos e 50,4% no desenvolvimento radicular.

Tabela 5 - Valores médios de densidade do solo, em g cm-3, entre os espaçamentos de plantio e as profundidades amostrais na posição de 0,1m da fileira da cultura, em paralelo (FP).

Faixa de Profundidade ²	Espaçamento de plantio ¹	
	1,4m	1,5m
0-0,2m	1,84 Aa	1,83 Aa
0,2-0,4m	1,85 Aa	1,89 Aa
Teste F - Espaçamento de Plantio	0,596	
Teste F - Faixa de Profundidade	0,243	
Teste F - Faixa de Prof.x Espaç.	0,303	
CV (%)	4,6	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste LSD ($P \leq 0,10$) para o fator espaçamento; ² Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste LSD ($P \leq 0,10$) para o fator faixa de profundidade.

De acordo com a Tabela 6, na posição da FC do espaçamento de plantio de 1,5m, o valor médio de Ds na faixa de profundidade de 0,2 a 0,4m foi significativamente superior à faixa de profundidade de 0 a 0,2m, contrariando os resultados de Otto et al. (2011) que encontrou valores semelhantes de densidade do solo nas faixas de profundidade de 0 a 0,2m e 0,2 a 0,4m. Conforme o mesmo autor, os valores de densidade do solo inferiores na camada superficial podem estar relacionados com os resíduos provenientes da colheita mecanizada de cana-de-açúcar, sendo estes responsáveis por diminuir o impacto do tráfego agrícola nas faixas de profundidade de 0 a 0,2m.

Para Reinert et al. (2008), os valores inferiores de densidade do solo na camada superficial estão relacionados com a maior densidade de raízes e teor de matéria orgânica.

Tabela 6 - Valores médios de densidade do solo, em g cm⁻³, entre os espaçamentos de plantio e as profundidades amostrais na posição da fileira da cultura (FC).

Faixa de Profundidade ²	Espaçamento de plantio ¹	
	1,4m	1,5m
0-0,2m	1,70 Aa	1,69 Ba
0,2-0,4m	1,76 Aa	1,82 Aa
Teste F - Espaçamento de Plantio	0,436	
Teste F - Faixa de Profundidade	0,010	
Teste F - Faixa de Prof.x Espaç.	0,294	
CV (%)	7,4	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste LSD ($P \leq 0,10$) para o fator espaçamento; ² Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste LSD ($P \leq 0,10$) para o fator faixa de profundidade.

Conforme Albiero et al. (2011), as variáveis dependentes da operação de preparo de solo (rotação, velocidade e profundidade de trabalho) podem influenciar os valores dos atributos do solo entre as faixas de profundidade.

4 CONCLUSÕES

Os espaçamentos de plantio de 1,4 e 1,5m não influenciaram os valores médios de densidade e o teor de água do solo nas faixas de profundidade e posições amostrais.

Os valores médios de IC no espaçamento de plantio de 1,5m foram superiores ao espaçamento de plantio de 1,4m, na faixa de profundidade de 0,2 a 0,4m de ambas posições amostrais.

Independente do espaçamento de plantio e posição amostral, os valores médios de IC na faixa de profundidade de 0,2 a 0,4m foram superiores à faixa de profundidade de 0 a 0,2m.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBIERO, D.; MACIEL, A. J. S.; GAMERO, C. A.; LANCAS, K. P.; MION, R. L.; VILIOTTI, C. A.; MONTEIRO, L. A. Dimensional analysis of soil properties after treatment with the rotary paraplow, a new conservationist tillage tool. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 9, p. 693-701, 2011.
- ALMEIDA, C. X.; CENTURION, J. F.; FREDDI, O. DA S.; JORGE, R. F.; BARBOSA, J. C. Funções de pedotransferência para a curva de resistência à penetração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2235-2243, 2008.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. **ASABE EP542**: Procedure for using and reporting data obtained with the soil cone penetrometer. St. Joseph, MI, 2009. 3 p.
- BANERJEE, K.; PRAMANIK, B. R.; PUSTE, A. M. Effect of different row spacing on ratoonnability of high

sugar genotypes of sugarcane hybrids. **Journal of Crop and Weed**, Nadia, v. 8 (2), p. 77-79, 2012.

CARVALHO, J.R.P.; SILVEIRA, P.M.; VIEIRA, S.R. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.1151-1159, 2003.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA – CTC. Relatório de Desempenho Agrícola – Mútuo Agrônômico. **Documentos de divulgação restrita**. Piracicaba, 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Brasília, 1997. 212p.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa SPI, Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306p.

FABRIS, L. B.; FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.; SANTOS, D. H.; SANTOS, G. S.; SILVA, P. C. G. Produtividade e desempenho de cana soca cultivada em diferentes espaçamentos e doses de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Agrarian**, Dourados, v.6, n.21, p.252-258, 2013.

FAGUNDES, E. A. A.; SILVA, T. J. A.; BONFIM SILVA, E. M. Desenvolvimento inicial de variedades de cana-de-açúcar em Latossolo submetidas a níveis de compactação do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.2, p.188-193, 2014.

JOAQUIM, A. C.; DONZELLI, J. L.; QUADROS, A. D.; SARTO, L. F. Potencial de Produção de cana-de-açúcar In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 7., Piracicaba/SP: Centro de Tecnologia Copersucar, **Anais...**, Piracicaba, p. 68-76, 1997.

KLEIN, V.A. **Física do solo**. Passo Fundo, Universidade de Passo Fundo, 2008. 6 - 212 p.

KUNZ, J. H.; BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; HECKLER, B. M. M.; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.11, p.1511-1520, nov. 2007.

LAIA, A. M.; MAIA, J. C. S.; KIM, M. E. Uso do penetrômetro eletrônico na avaliação da resistência do solo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.2, p.523-530, 2006.

LANÇAS, K. P. **Desempenho operacional de pneus radiais em função da pressão de inflação, da lastragem e do deslizamento das rodas de tratores**

agrícolas. 1996. 170 f. Tese (Livre Docência em Mecânica Aplicada) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP, 1996.

LANÇAS, K. P.; SANTOS, C. A. Penetrômetro hidráulico-eletrônico equipado com DGPS para avaliação da compactação do solo. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA RURAL: INGENIERÍA RURAL Y MECANIZACIÓN AGRARIA EN EL ÁMBITO LATINOAMERICANO, 1, 1998, La Plata. **Anais...** La Plata: Sociedade Latinoamericana de Ingeniería Rural La Plata, 1998. p. 570-576.

MASIERO, F. C.; LANÇAS, K. P.; MARASCA, I.; SPADIM, E. R.; MONTANHA, G. K. Compactação do solo em diferentes ciclos, nas entre linhas e linhas da cultura de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 42., Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: CONBEA, 2013.

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, cap. 2, p. 65-60, 2007.

OTTO, R.; SILVA, A. P.; FRANCO, H. C. J.; OLIVEIRA, E. C. A.; TRIVELIN, P. C. O. High soil penetration resistance reduces sugarcane root system development. **Soil and Tillage Research**. Elsevier, v. 117, p. 201-210, 2011.

REINERT, D.J.; ALBUQUERQUE, J.A.; REICHERT, J.M.; AITA, C.; ANDRADA, M.M.C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.1805-1816, 2008.

RESENDE SILVA, A.; DIAS JUNIOR, M. S.; LEITE, F. P. Avaliação da intensidade de tráfego e carga de um forwarder sobre a compactação de um LATOSSOLO VERMELHO AMARELO. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, p. 547-554, 2011.

ROBOREDO, D.; MAIA J. C. S.; OLIVEIRA, O. J.; ROQUE, C. G. Uso de dois penetrômetros na avaliação da resistência mecânica de um LATOSSOLO VERMELHO distrófico. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.2, p. 307- 314, 2010.

SOUZA, T. R. **Componentes morfológicos e de rendimento de duas variedades de cana-de-açúcar em espaçamentos de plantio simples e duplos**. 2012. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

TORRES, E.; SARAIVA, O. F. **Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a**

soja. Londrina: EMBRAPA, 1999. 58p. (Circular Técnico, 23).

TORRES, J. S.; YANG, S. J.; VILLEGAS, F. Soil compaction and cane stool damage by semi-mechanized harvesting systems in the wet season, **Sugarcane**, Cali, v. 5, p. 12–16, 1990.

VASCONCELOS, A. C. M. **Desenvolvimento do sistema radicular da parte aérea de socas de cana-de-açúcar sob dois sistemas de colheita: crua mecanizada e queimada manual**. 2002. 140 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

VASCONCELOS, R. F. B.; SOUZA, E. R.; CANTALICE, J. R. B.; Silva, L. S. Qualidade física de LATOSSOLO AMARELO de tabuleiros costeiros em diferentes sistemas de manejo da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.4, p.381–386, 2014.