

ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E DESENVOLVIMENTO DO ALGODOEIRO EM SEMEADURA DIRETA

Samuel Ferrari^{1*}, Enes Furlani Júnior², João V. Ferrari², Pablo F. Vargas¹, Rafael Montanari¹, Eusébio O. Persegil² e André R. Dos Reis³

¹ UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de Registro, SP, Brasil

² UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira (UNESP/FEIS), SP, Brasil

³ UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de Tupã, SP, Brasil

RESUMO

O trabalho objetivou avaliar o efeito da utilização de plantas de cobertura em semeadura direta e da aplicação de nitrogênio em pré-semeadura do algodoeiro, nas alterações dos atributos físicos do solo e desenvolvimento de plantas do algodoeiro. O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso, disposto em faixas, compostos por: três plantas de cobertura (nabo forrageiro, aveia preta e aveia branca) implantadas no período do inverno; quatro doses de nitrogênio (0, 30, 60, e 90 kg ha⁻¹ de N). Foram determinadas a resistência do solo à penetração, umidade gravimétrica, altura e número de nós das plantas de algodoeiro. O uso de aveia preta proporcionou aumento da umidade superficial do solo enquanto que o nabo forrageiro proporcionou aumento da umidade em profundidade. A utilização de culturas de cobertura não alterou a resistência do solo à penetração. A utilização de doses crescentes de nitrogênio em pré-semeadura do algodoeiro proporcionou aumento em altura e do número de nós por planta.

Palavras-chave: cultura de cobertura, *Gossypium hirsutum*, umidade do solo

SOIL PHYSICAL PROPERTIES AND DEVELOPMENT OF COTTON CROP IN NO-TILLAGE SYSTEM

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of cover crops on changes in soil physical properties and cotton plant growth related to no-tillage system and pre-sowing nitrogen application in cotton crop. The experimental design was a randomized blocks design composed of: three cover crops (forage turnip, black oat and white oat) sowing at winter period; four nitrogen rates (0, 30, 60, and 90 kg ha⁻¹ of N). In this study, penetration resistance, gravimetric moisture, plants height and plants nodes of cotton crop were evaluated. The use of black oats provided increased surface soil moisture while the forage turnip provided increased moisture at depth. The use of cover crops did not alter the penetration resistance. The use of increasing nitrogen rates in pre sowing of cotton crop provided increase in plant height and number of nodes per plant.

Keywords: cover crops, *Gossypium hirsutum*, soil moisture

* ferrari@registro.unesp.br

INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro é de extrema importância mundial, quer pelo valor da produção, multiplicidade de produtos que dela se originam e a sua utilização popular. A recomendação de adubação para a cultura do algodoeiro baseia-se em critérios dos resultados das análises de solo e de folhas. Doses adequadas de N são essenciais para o crescimento e floração do algodoeiro, contudo o excesso desse nutriente pode induzir a planta a estender o ciclo e diminuir a produtividade a depender da fertilidade do solo e da cultivar utilizada (ROSOLEM & VAN MELLIS, 2010; ROSOLEM *et al.*, 2012; ARAUJO *et al.*, 2013). A adubação nitrogenada normalmente é realizada no sulco de semeadura, contudo aplicação a lanço na pré-semeadura pode apresentar vantagens principalmente operacionais pela agilidade no processo de semeadura e maior desempenho dos implementos agrícolas.

Com a introdução do sistema plantio direto (SPD), há aumento na densidade e na resistência à penetração, em comparação com os solos preparados, (TORMENA *et al.*, 2004,). Embora esse efeito não tenha limitado o crescimento das raízes e a produção das culturas em solos bem estruturados, a compactação do solo em superfície é apontada como um dos principais problemas do SPD e pode estimular o abandono do sistema, mesmo que temporariamente (ROSIM *et al.*, 2012).

O papel da matéria orgânica na prevenção da compactação tem sido associado à formação de agregados

maiores e mais estáveis nos solos com maiores níveis de material orgânico (BRAIDA *et al.*, 2010). A importância da cultura de cobertura há muito tem sido reconhecida na agricultura (CORREIA & DURIGAN, 2008). Com o uso dessa prática cultural pode-se manter ou aumentar a produtividade das lavouras, com aumento do teor de matéria orgânica (MENEZES *et al.*, 2009), melhoria das qualidades físicas do solo (ALLEONI *et al.*, 2005). Os sistemas conservacionistas acumulam resíduos culturais na superfície, preservam a estrutura, retêm mais água na camada superficial do solo, além de influenciarem na dinâmica de microorganismos do solo (ALBUQUERQUE *et al.*, 2005, ALMEIDA *et al.*, 2008).

A penetrometria ou avaliação da resistência do solo à penetração é uma metodologia interessante para se avaliar, comparativamente, a variabilidade estrutural do perfil do solo. Apesar de não ser conclusivo quanto à intensidade e ocorrência de compactação do solo (RALISCH *et al.*, 2008, RIBON & TAVARES FILHO, 2008), permite avaliar diferentes sistemas com plantas de cobertura empregados em mesmo tipo de solo, como no caso em questão.

O trabalho objetivou avaliar em dois anos de cultivo, o efeito da utilização de plantas de cobertura em semeadura direta e da aplicação de nitrogênio em pré-semeadura do algodoeiro, nas alterações dos atributos físicos do solo e desenvolvimento de plantas do algodoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Selvíria-MS, região originariamente coberta com vegetação de

Cerrado. As coordenadas geográficas da área em estudo são 20°20' de Latitude Sul e 51°24' de Longitude Oeste e com

altitude média de 344m, sendo o clima da região classificado segundo Köppen como do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Apresenta temperatura média anual de 24,5°C, precipitação média anual de 1.232mm e umidade relativa média anual de 64,8%.

O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico muito argiloso (SANTOS *et al*, 2006) com 500, 50 e 450 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente. Em junho de 2005 foi realizada amostragem de solo para caracterização das propriedades químicas seguindo a metodologia de análise descrita por RAIJ *et al* (2001) que revelou os valores de matéria orgânica de 24 g dm⁻³, 4,9 para pH (CaCl₂), 10 mg dm⁻³ de P_{resina}; 4,6, 18, 10, 24, 0 e 57 mmol_c dm⁻³, respectivamente, de K, Ca, Mg, H+Al; Al e CTC e 57% de saturação por bases (V%).

O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso disposto em faixas, e os tratamentos consistiram da implantação de três culturas de cobertura em semeadura direta no período de inverno precedendo a semeadura direta do milho e do algodoeiro respectivamente (nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), aveia preta (*Avena strigosa*) e aveia branca (*Avena sativa* L.)); e quatro doses de nitrogênio (0, 30, 60, e 90 kg ha⁻¹ de N) aplicadas no dia anterior à semeadura do algodoeiro. Nos dois anos agrícolas o milho (BN-2), foi cultivado após as culturas de cobertura e precedendo a semeadura direta do algodoeiro para aumentar a quantidade de palhada para o ensaio.

Em 2004 a área para o trabalho foi cultivada com algodoeiro. Em julho de 2005 foi realizado o preparo do solo, numa profundidade de 30 cm, com arado de aiveca e grade. Juntamente com a

operação de gradagem, e para elevar a saturação por bases a 70% (SILVA & RAIJ, 1997) foi aplicada 1 t ha⁻¹ de calcário de acordo com análise previa do solo. No ano agrícola de 2005/06 a área do ensaio foi utilizada com a cultura do algodoeiro, sendo a semeadura realizada de forma direta sobre palhada de milho.

Em 06 de maio de 2006 iniciaram-se as atividades referentes a este ensaio com a semeadura das plantas de cobertura em faixas, no espaçamento entre linhas de 17 cm. As densidades de semeadura foram 30 kg ha⁻¹ para nabo forrageiro e 50 kg ha⁻¹ para as aveias branca e preta. A semeadura das plantas de cobertura foi realizada sem adição de fertilizante. Nas fases de emergência das plântulas e de estabelecimento das culturas a área foi irrigada. Em 10 de agosto de 2006, no início do florescimento, foi determinada a matéria seca das plantas de cobertura. A determinação foi realizada coletando-se a parte aérea das plantas em 3 m² na área de cada parcela experimental (18 m²). Foram obtidos em matéria seca 2105 kg ha⁻¹ de nabo forrageiro, 1950 kg ha⁻¹ de aveia preta e 1720 kg ha⁻¹ de aveia branca.

Em 11 de agosto de 2006 foi realizada a dessecação das culturas de inverno mediante a aplicação de herbicida glifosato na dose de 3 L ha⁻¹. Em 24 de agosto do mesmo ano foi realizada a semeadura do milho, no espaçamento de 0,45 m entre linhas e 10 kg ha⁻¹ de sementes, para obtenção de palha na área. Após o desenvolvimento dessa cultura aos 72 dias após a semeadura, foi realizada a dessecação com o herbicida glifosato na dose de 4 L ha⁻¹ e, posteriormente, a trituração. Foi produzido 6 t ha⁻¹ de matéria seca. Em 17 de novembro de 2006 foram aplicadas as doses de nitrogênio (adubação em pré-semeadura do algodoeiro), as quais fazem parte dos tratamentos em estudo, com o fertilizante sulfato do amônio (20% N e

24% S), de forma manual, a lanço e na superfície da palhada do milho.

A semeadura direta do algodão-eiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch) cultivar Deltaopal foi realizada mecanicamente com auxílio de semeadora adubadora sobre a palhada do milho em 18/11, com uma densidade de 11 sementes por metro. Esse cultivar foi utilizado por apresentar elevada produtividade nas condições de implantação do trabalho (FERRARI *et al*, 2008). A adubação de semeadura do algodoeiro foi realizada sem a aplicação de nitrogênio, contudo, foi de acordo com o recomendado por SILVA e RAIJ (1997), para o P e K. Com base na análise de solo, foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 60 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio). A emergência das plântulas ocorreu aos cinco dias após a semeadura. Após o estabelecimento das plantas estas foram raleadas, deixando-se um estande de oito plantas por metro. Cada parcela experimental foi composta por quatro linhas, com cinco metros de comprimento e espaçamento de 0,9 m, sendo a área útil constituída pelas duas linhas centrais da parcela.

O regulador de crescimento (cloreto de mepiquat) foi aplicado de forma única, aos setenta dias após a emergência com pulverizador costal, na dose de 1,0 L ha⁻¹ do produto comercial, sendo a pulverização realizada no período matutino com intuito de serem evitadas as elevadas temperaturas constatadas ao longo do dia. O controle de pragas e doenças foi realizado visando um adequado desenvolvimento, de modo que não houvesse interferência negativa nos tratamentos em estudo.

Para o ano agrícola de 2007/08 as atividades foram realizadas exatamente ao ano agrícola de 2006/07 e na mesma sequência. As datas foram, para

semeadura das três plantas de cobertura em 11/05, em 14/08 foi determinada a matéria seca das plantas de cobertura sendo obtidos em matéria seca 2327 kg ha⁻¹ de nabo forrageiro, 2274 kg ha⁻¹ de aveia preta e 2098 kg ha⁻¹ de aveia branca. A dessecação dessas plantas de cobertura ocorreu em 15/08/07. A semeadura do milho de forma direta em 28/08, dessecação do milho em 09/11 (matéria seca obtida de 5,6 t ha⁻¹), corte dessa cultura e aplicação do fertilizante nitrogenado em cobertura em 20/11/07, semeadura do algodoeiro de forma direta em 21/11/07.

Após o manejo das culturas de inverno, em 18 de agosto de 2006 e 22 de agosto de 2007 foram realizadas seis determinações de resistência do solo à penetração para cada tratamento utilizando um penetrógrafo tipo Penetrographer PAT^{SC-60}. No mesmo momento foram retiradas amostras de solo com auxílio de trado Tipo Sonda, sendo então acondicionadas em sacos plásticos.

As amostras foram encaminhadas para o laboratório onde realizou-se a pesagem de cada amostra obtendo assim o peso úmido. Na sequência estas foram levadas para uma estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 105 °C. Após 24 horas realizaram-se as leituras de peso seco e por diferença dos pesos (peso úmido – peso seco) foi obtida a umidade gravimétrica.

Em 24 de abril de 2007 e 29 de abril de 2008 foram avaliadas as características agrônomicas de altura de plantas (com auxílio de trena do ponto mais alto do algodoeiro até o nível do solo) e número de nós na haste principal em dez plantas na sequência de uma mesma linha, em cada parcela.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do teste F e teste de comparação de médias (Tukey) e

Regressão polinomial ao nível de significância de $p < 0,01$ utilizando a metodologia descrita por Banzatto &

Kronka (2006). O software estatístico utilizado foi Sisvar 5.3 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 apresenta os resultados da umidade gravimétrica do solo realizada em 2006, após o manejo das culturas de inverno, para o perfil do solo em função dos tratamentos em estudo. Pela análise da referida tabela verifica-se que na profundidade de 0-15 cm ocorreu alteração na umidade em função da utilização das plantas de cobertura, sendo que a cultura da aveia preta proporcionou aumento da umidade quando comparada com o nabo forrageiro. Essa diferença de umidade no solo pode estar aliada a diferença na velocidade de decomposição das diferentes palhadas, haja visto que a cultura do nabo forrageiro se decompõe mais rapidamente pela menor relação C/N de sua matéria seca (CUNHA *et al*, 2011). Por outro lado a aveia preta, com decomposição mais lenta, promoveu maior tempo de cobertura do solo,

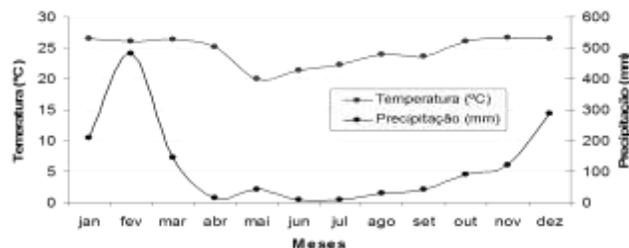
aumentando a umidade nessa profundidade. Por outro lado as diferentes doses de N aplicadas em pré-semeadura do algodoeiro não alteraram os valores de umidade gravimétrica do solo.

Nas profundidades de 15-30 e 30-45 cm (Tabela 1) não foi possível encontrar nenhuma alteração na umidade do solo em função dos diferentes tratamentos, tanto com doses de N quanto com as plantas de cobertura. Por outro lado na profundidade de 45-60 cm verificou-se que a cultura do nabo forrageiro proporcionou aumento de umidade gravimétrica em comparação com as demais culturas envolvidas no trabalho. Esse resultado pode ter ocorrido pelo fato do nabo forrageiro ter um sistema radicular mais profundo, o que resulta, após a decomposição das raízes, em canais de infiltração de água no solo.

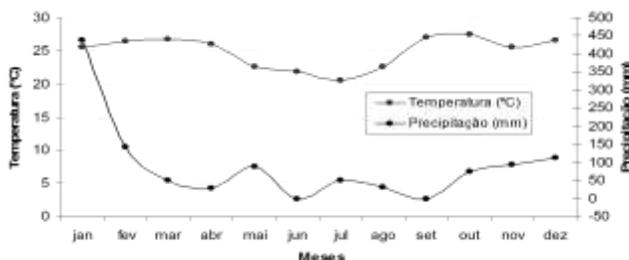
Tabela 1. Umidade gravimétrica do solo (kg kg^{-1}), ao longo do perfil, em função dos tratamentos. Selvíria-MS. Anos agrícolas 2006/07 e 2007/08

		Profundidade 0-15 cm	Profundidade 15-30 cm	Profundidade 30-45 cm	Profundidade 45-60 cm
2006/07					
Plantas de cobertura	Aveia branca	0,197** ab	0,198	0,208	0,195* b
	Aveia preta	0,200 a	0,198	0,208	0,193 b
	Nabo forrageiro	0,195 b	0,196	0,199	0,203 a
Doses	0	0,196	0,197	0,202	0,196
	30	0,198	0,196	0,206	0,195
	60	0,197	0,196	0,207	0,197
	90	0,197	0,198	0,204	0,198
CV%	1,90	2,02	4,44	2,84	
2007/08					
Plantas de cobertura	Aveia branca	0,173	0,179	0,179	0,172
	Aveia preta	0,175	0,181	0,181	0,173
	Nabo forrageiro	0,174	0,180	0,183	0,174
Doses	0	0,173	0,181	0,183	0,174
	30	0,173	0,177	0,183	0,172
	60	0,174	0,180	0,175	0,173
	90	0,175	0,183	0,184	0,175
CV%	3,31	5,09	12,91	8,03	

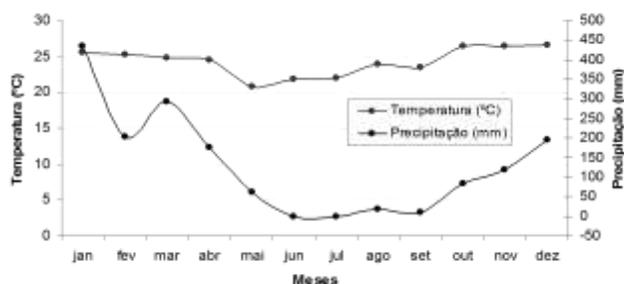
** , * Significativo a $p < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente pelo teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de $p < 0,05$ pelo teste de Tukey



(a)



(b)



(c)

Figura 1. Precipitação pluvial e temperaturas médias, no período de janeiro a dezembro dos anos de 2006(a), 2007(b) e 2008(c). Selvíria-MS

No ano agrícola de 2007/08 não foi possível verificar variação na umidade gravimétrica do solo em função dos tratamentos utilizados. Tais resultados indicam que, a quantidade de matéria seca produzida pelas culturas de cobertura não foi suficiente para alterar a umidade do solo nas diferentes profundidades analisadas. Indicam ainda que, pela pouca quantidade de chuvas ocorrida nas épocas de avaliações (Figura 1), nos dois anos agrícolas (2006/07 e 2007/08) a umidade gravimétrica foi baixa (Arshad *et al*, 1996). CUNHA *et al* (2011) também encontraram baixa umidade gravimétrica no solo em função do diferentes datas de avaliações no município de Ibirubá-RS.

Os valores de resistência à penetração determinados após o manejo das culturas de inverno estão apresentados na Tabela 2. De acordo com os resultados obtidos nos dois anos agrícolas (2006/07 e 2007/08) verifica-se que nas profundidades estudadas (0-15, 15-30, 30-45 e 45-60 cm) não houve diferença significativa em função das doses crescentes de N tão pouco quanto às diferentes plantas de cobertura testadas. De posse desses resultados pode-se classificar a resistência a penetração deste solo (Arshad *et al* 1996) como sendo alta (2006/07) e alta a muito alta (2007/08). Tais valores foram obtidos, muito provavelmente, pela pouca umidade no solo neste período do ano

(Figura 1 e Tabela 1). Essa baixa umidade é característica na região Nordeste do Mato Grosso do Sul (Figuras 1), que apresenta inverno quente e seco, resultando em pouca umidade no solo e altos valores de resistência do solo à penetração. CUNHA *et al* (2011) ao

estudarem um LATOSSOLO VERMELHO Escuro no Rio Grande do Sul em duas épocas de avaliação (março e abril) verificaram que também ocorreu aumento da resistência do solo à penetração com a menor umidade do período.

Tabela 2. Resistência à penetração (MPa), ao longo do perfil, em função dos tratamentos. Selvíria-MS. Anos agrícolas 2006/07 e 2007/08

		Profundidade 0-15 cm	Profundidade 15-30 cm	Profundidade 30-45 cm	Profundidade 45-60 cm
2006/07					
Plantas de cobertura	Aveia branca	2,545	3,256	3,456	3,019
	Aveia preta	2,635	3,298	3,722	3,274
	Nabo forrageiro	2,791	3,435	3,501	3,299
	0	2,833	3,259	3,705	3,302
Doses	30	2,463	3,498	3,592	3,237
	60	2,637	3,084	3,509	3,269
	90	2,659	3,280	3,596	3,193
CV%	17,56	22,95	23,31	23,92	
2007/08					
Plantas de cobertura	Aveia branca	2,841	4,366	4,858	4,550
	Aveia preta	2,791	3,783	4,658	4,616
	Nabo forrageiro	2,766	4,333	4,925	4,641
	0	2,677	4,177	4,911	4,677
Doses	30	2,766	3,933	4,711	4,500
	60	2,955	4,300	4,655	4,488
	90	2,800	4,233	4,933	4,744
CV%	20,85	20,73	13,47	14,46	

*, * Significativo a $p < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente pelo teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de $p < 0,05$ pelo teste de Tukey

Avaliando-se a altura das plantas em função das doses de nitrogênio em pré-semeadura (Tabela 3), observou-se que o algodoeiro respondeu de forma linear ao aumento das doses utilizadas, com maior altura (1,24 m em 2006/07 e 1,49 m em 2007/08) na dose de 90 kg ha⁻¹ de N. Os resultados indicam que apesar desse LATOSOLO apresentar elevada resistência à penetração durante o período do inverno, que é seco na região, proporcionou boas condições para o desenvolvimento da cultura do algodoeiro durante as estações de primavera-verão. Indicam ainda que o algodoeiro necessita de grande quantidade de nitrogênio para seu desenvolvimento (ROSOLEM & van MELLIS, 2010) e que a aplicação desse nutriente em pré-semeadura é eficiente no fornecimento necessário para o desenvolvimento da cultura. Tais resultados discordam daqueles encontrados por Lima *et al* (2006) que ao fazer uso de doses crescentes da adubação nitrogenada (até 240 kg ha⁻¹ de N),

divididas em duas épocas (34 e 51 DAE) para a cultivar BRS Verde, em condições de casa de vegetação, não encontram resposta significativa para altura de plantas, na avaliação aos 120 DAE, em função das doses aplicadas. Por outro lado, estes resultados se assemelham dos encontrados por LAMAS & STAUT (2005), que avaliaram altura de plantas de algodão em resposta a doses de nitrogênio (0, 45, 90, 135, 180 e 225 kg ha⁻¹ de N) associada à aplicação do cloreto de mepiquat (CM) (0,50, 75 e 100 g ha⁻¹ de CM) e encontraram diferenças significativas para as médias apresentadas para ambos tratamentos.

Para a quantidade de nós na haste principal das plantas de algodoeiro foi verificado aumento linear em função das doses de N aplicadas (Tabela 3), indicando que a cultura responde significativamente ao aumento das doses aplicadas, mesmo em pré-semeadura com N aumentando o porte das plantas.

Tabela 3. Características agrônômicas do algodoeiro, cultivar Deltaopal no momento da colheita em função dos tratamentos. Selvíria-MS. Anos agrícolas 2006/07 e 2007/08

		Altura (m) 2006/07	Altura (m) 2007/08	Número de Nós 2006/07	Número de Nós 2007/08
Plantas de cobertura	Aveia branca	1,17	1,44	13,2	13,9
	Aveia preta	1,19	1,48	13,9	14,0
	Nabo forrageiro	1,21	1,46	13,8	13,8
Doses	0	1,15 ^{**} (1)	1,38 ^{**} (2)	13,8	13,5 ^{**} (3)
	30	1,18	1,46	14,1	13,4
	60	1,21	1,46	13,7	14,1
	90	1,24	1,49	13,9	14,2
CV%		4,97	4,52	12,24	7,94

Equações Polinomiais

$$^{(1)}Y=1,148 + 0,106x \quad R^2=0,99$$

$$^{(2)}Y=1,43,248+0,112x \quad R^2=0,75$$

$$^{(3)}Y=13,291 +$$

$$0,257x \quad R^2=0,92$$

^{**}, ^{*} Significativo a $p<0,05$ e $p<0,01$, respectivamente pelo teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de $p<0,05$ pelo teste de Tukey

CONCLUSÕES

O uso de aveia preta proporcionou aumento da umidade superficial do solo enquanto que o nabo forrageiro proporcionou aumento da umidade em profundidade.

A utilização de culturas de cobertura como nabo forrageiro, aveia

preta e aveia branca não alteraram a resistência do solo à penetração.

A utilização de doses crescentes de nitrogênio em pré-semeadura do algodoeiro proporcionou aumento em altura e do número de nós por planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J. A.; ARGENTON, J. B. C.; WILDNER, L. do P.; KUNTZE, M. A. G. Relação de atributos do solo com a agregação de um latossolo vermelho sob sistema de preparo e plantas de verão por área cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 2, p. 415-424. 2005.

ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A.; CAIRES, E. F. Atributos químicos de um latossolo de Cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29: n. 4, p. 923-934. 2005.

ALMEIDA, V. P. de; ALVES, M. C.; SILVA, E. C. da; OLIVEIRA, S. A. de. Rotação de culturas e propriedades físicas e químicas em Latossolo Vermelho de cerrado sob preparo convencional e semeadura direta em adoção. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 2, p. 227-1237. 2008.

ARAÚJO, É. de O.; CAMACHO, M. A.; VICENSI, M. M. Nitrogen use efficiency by cotton varieties. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 36, n. 1, p. 10-16. 2013.

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: Doran, J.W.; Jones, A.J. *Methods for as-sessing soil quality*. Soil Science Society of America, Madison, USA. p. 123-141. 1996.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. *Experimentação Agrícola*. Funep, Jaboticabal, Brasil: 237 p. 2006.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; VEIGA, M. Teor de carbono orgânico e a susceptibilidade à compactação de um Nitossolo e um Argissolo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 1, p. 131-139. 2010.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Culturas de cobertura e sua influência na fertilidade do solo sob sistema de plantio direto (SPD). *Bioscience Journal*, v. 24, n. 1, p. 20-31. 2008.

CUNHA, E. de Q.; STONE, L. F.; DIDONET, A. D.; FERREIRA, E. P. de B.; MOREIRA, J. A. A.; LEANDRO, W. M. Atributos químicos de solo sob produção orgânica influenciados pelo preparo e por plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, n. 3, p. 1021-1029. 2011.

FERRARI, S.; FURLANI JÚNIOR, E.; FERRARI, J. V.; SANTOS, M. L.; SANTOS, D. M. A. dos. Desenvolvimento e produtividade do algodoeiro em função de espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 30, n. 2, 365-371. 2008.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 3, p. 1039-1042. 2011.

- LAMAS, F. M.; STAUT, L. A. Nitrogênio e cloreto de mepiquat na cultura do algodoeiro. *Revista Ceres*, v. 51, n. 2, p. 755-764. 2005.
- LIMA, M. M. de; AZEVEDO, C. A. V.; BELTRÃO, N. E. M.; DANTAS NETO, J.; GONÇALVES, C. B.; SANTOS, C. G. F. Nitrogênio e promotor de crescimento: efeitos no crescimento e desenvolvimento do algodão colorido verde. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 10, n. 2, p. 624-628. 2006.
- MENEZES, L. A. S.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P. de; FERREIRA, A. C. de B.; SANTANA, J. das G.; BARROS, R. G. Produção de fitomassa de diferentes espécies, isoladas e consorciadas, com potencial de utilização para cobertura do solo. *Bioscience Journal*, v. 25, n. 1, p. 7-12. 2009.
- RALISCH, R.; MIRANDA, T. M.; OKUMURA, R. S.; BARBOSA, G. M. de C.; GUIMARÃES, M. de F.; SCOPEL, E.; BALBINO, L. C. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, n. 2, 381-384. 2008.
- RIBON, A. A.; TAVARES FILHO, J. Estimativa da resistência mecânica à penetração de um Latossolo Vermelho sob cultura perene no norte do estado do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 3, p. 1817-1825. 2008.
- ROSIM, D. C.; DE MARIA, I. C.; SILVA, R. L.; SILVA, A. P. da. Compactação de um Latossolo Vermelho Distroférico com diferentes quantidades e manejos de palha em superfície. *Bragantia*, v. 71, n. 2, p. 502-508. 2012.
- ROSOLEM, C. A.; VAN MELLIS, V. Monitoring nitrogen nutrition in cotton. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 3, p. 1601-1607. 2010.
- ROSOLEM, C. A. ECHER, F. R.; LISBOA, I. P.; BARBOSA, T. S. Acúmulo de Nitrogênio, fósforo e potássio pelo algodoeiro sob irrigação cultivado em sistemas convencional e adensado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, n. 2, p. 457-466. 2012.
- ROTH, C.; VIEIRA, M. J. Infiltração de água no solo. *Plantio Direto*, v. 1, p. 4-9. 1983.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVIERA, V. A. de; OLIVIERA, J. B.; COELHO, M. R.; LIMBRESAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, Brasil, 306 p. 2006.
- SECCO, D.; Da Ros, C. O.; SECCO, J. K.; FIORIN, J. E. Atributos físicos e produtividade de culturas em um latossolo vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 2, p. 407-414. 2005.
- SILVA, N. M.; RAIJ, B. VAN. *Fibras*. In: RAIJ, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Fundação IAC, Campinas, Brasil. p. 107-111. 1997.
- TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; ARAÚJO, M. A.; PINTO, J. C. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 8, n. 1, p. 65-71. 2004.