

## **PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO INFLUENCIANDO A DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM ARGISSOLO SOB IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO**

N. O. MIRANDA<sup>1</sup>, S. L. A. LEVIEN<sup>1</sup>, P. R. F. MEDEIROS<sup>2</sup>, I. DUTRA<sup>1</sup>, J. F. MEDEIROS<sup>1</sup>

**RESUMO:** O trabalho foi realizado em área irrigada por gotejamento para determinar a influência do preparo e dos camalhões sobre a disponibilidade de água no solo. Em área de 40 x 100 m foram tomadas dez amostras de solo em cinco profundidades (0, 15, 30, 45 e 60 cm). Foram analisados: umidade do solo -0,005 MPa e a -0,01 MPa, água disponível entre -0,005 MPa e -0,01 MPa, densidade do solo, teores de silte, argila, areia fina e areia grossa. Os dados foram analisados por meio da estatística descritiva, correlação e regressão múltipla para as umidades do solo nas duas tensões e água disponível. A partir de 30 cm de profundidade observou-se aumento na densidade do solo, teor de argila e umidade nas duas tensões, sendo significativas as correlações entre estas variáveis. Além disso, a análise de regressão mostrou a contribuição de cada variável para a disponibilidade de água no solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** água disponível, preparo do solo, plantio em camalhão.

## **SOIL PHYSICAL PROPERTIES INFLUENCING WATER DISTRIBUTION IN AN ULTISOL UNDER DRIP IRRIGATION**

**SUMMARY:** This work was carried out in a drip irrigated field with the objective of determining the influence of soil tillage and bed forming on soil water availability. Samples were taken at five depths (0, 15, 30, 45 and 60 cm) in a 40 x 100 m area. Variables analyzed were: water content at potentials of -0,005 MPa and -0,01 MPa, available water between -0,005 MPa and -0,01 MPa, soil bulk density, soil contents of silt, clay, fine sand and coarse sand. Data were analyzed using descriptive statistics, correlation, and regression analysis for dependent variables water contents in both potentials, and available water between the two potentials. Increases in soil bulk density, clay content, and water contents in both potential were observed below 30 cm depth, and a significative correlation was observed between them. Regression analysis showed the contribution of each variable for soil water availability.

**KEYWORDS:** available water, soil tillage, bed planting

## **INTRODUÇÃO**

---

<sup>1</sup> Prof. Doutor, Departamento de Ciências Ambientais, ESAM, Caixa Postal 137, CEP 59625-900, Mossoró-RN, Fone: (84) 33151799. e-mail: [neyton@ufersa.edu.br](mailto:neyton@ufersa.edu.br); [slevien@esam.br](mailto:slevien@esam.br); [idunt@esam.br](mailto:idunt@esam.br); [jfmedeir@esam.br](mailto:jfmedeir@esam.br).

<sup>2</sup> Estudante de graduação em Agronomia. Bolsista do PIBIC.

A mecanização intensiva de áreas cultivadas com melão propicia a compactação pelo preparo do solo, que reduz a infiltração de água e o crescimento de raízes, além da pulverização e formação de crostas superficiais, que facilitam a erosão. Por isso, deve-se diminuir o número de operações de preparo e realizá-lo em condições adequadas de umidade, de forma a favorecer a drenagem e o desenvolvimento das raízes (DOS ANJOS et al., 2003).

A construção de camalhões em melão é devida à baixa eficiência da irrigação por sulcos, que conduz à aplicação excessiva de água. No caso da irrigação por gotejamento, a eficiência elevada permite controle adequado da umidade do solo. Os camalhões são necessários em solos argilosos e para plantio no período chuvoso, pois melhoram a drenagem, favorecem a aeração das raízes e evitam os prejuízos da superfície saturada sobre a sanidade e qualidade dos frutos, (SILVA et al., 2003). O plantio em camalhões aumentou a produtividade de caupi na Nigéria (ANKINYEMI et al., 2003) e proporcionou melhor estande de soja, em solos argilosos muito secos, para posterior irrigação por sulcos (POPP et al., 2003).

Alguns atributos físicos do solo, como teores de água e oxigênio, resistência do solo à penetração e temperatura, são diretamente relacionados ao desenvolvimento das plantas, enquanto textura, agregação, porosidade e densidade do solo são relacionadas indiretamente (SILVA et al., 2001). Enquanto os primeiros afetam processos fisiológicos das plantas, os outros influenciam a produtividade das culturas por meio da retenção de água, aeração, temperatura e crescimento das raízes. Segundo HADAS (1997), apesar da variabilidade espacial e temporal, a compreensão dos processos pelos quais atuam atributos físicos como conteúdo de água e estrutura do solo é fundamental para a sustentabilidade da agricultura.

Todos os fatores físicos do solo diretamente relacionados ao crescimento das plantas são dependentes da umidade do solo, sendo o efeito da umidade sobre a aeração e resistência do solo à penetração intensificado pelo aumento da densidade do solo e/ou quantidade de poros de pequeno tamanho, que caracterizam a compactação do solo (SILVA et al., 2001). Neste sentido, HAKANSSON & LIPIEC (2000) afirmam que quando se usa a densidade ou porosidade do solo para relacionar o estado de compactação com o desenvolvimento das culturas, obtêm-se respostas diferentes das culturas para diferentes condições de solo além de diferentes valores ótimos destes parâmetros, ou seja, os valores que resultam em máxima produtividade das culturas.

O objetivo deste trabalho foi determinar a influência das alterações físicas no solo, causadas pelo preparo do solo e construção de camalhões, sobre a distribuição de água no solo sob irrigação por gotejamento para o melão.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido em dezembro de 2004 na Fazenda Norfruit Ltda, em Mossoró-RN, localizado a 5° 11' de latitude sul, 37° 20' de longitude oeste e altitude de 18 m. O solo foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico latossólico, com textura variando com a profundidade de areia franca para franco argilo arenoso. Na área de 40 x 100 m estava instalado experimento com fertirrigação em meloeiro. O preparo do solo se constituiu de aração, gradagem para destorroamento, sulcamento para adubação e construção de camalhões na faixa de plantio, os quais tinham 1,80 m de largura e 0,30 m de altura.

As amostras de solo foram retiradas em dez locais, seguindo dois alinhamentos a 10 e 30 m na largura, com pontos de coleta a 10, 30, 50, 70 e 90 m na largura. Em cada local foram obtidas seis amostras indeformadas em anéis de aço com volume de 50 cm<sup>3</sup>. As profundidades amostradas, referenciadas pela face superior do anel, foram 0, 15, 30, 45 e 60 cm.

As variáveis analisadas foram: umidade do solo a -0,005 MPa e a -0,01 MPa, água disponível entre -0,005 MPa e -0,01 MPa, densidade do solo, teores de silte, argila, areia fina e areia grossa, todos conforme EMBRAPA (1997). A análise dos dados segundo a estatística descritiva incluiu média, mínimo, máximo, desvio padrão, coeficiente de variação, assimetria e curtose. O teste para normalidade foi o Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade. Utilizou-se o mesmo procedimento de QUEIROZ et al. (1999) para eliminar dados considerados discrepantes. Foram investigadas relações de causa e efeito entre as variáveis utilizando-se a análise de correlação e a regressão múltipla sem a constante, pelo método stepwise com seleção “backward”, tendo como variáveis dependentes a umidade nas tensões de -0,005 MPa e -0,01 MPa e a água disponível entre as duas tensões.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O ajuste à normalidade e a variabilidade importante dos teores de argila, areia fina e silte podem ser constatados na Tabela 1. A densidade do solo apresenta baixa variabilidade e indica a existência de encrostamento superficial e compactação subsuperficial, a partir da profundidade de 30 cm, a qual coincide com a do preparo do solo e com a altura dos camalhões. O aumento da densidade pode ser atribuído à pressão exercida pelo arado e rodas dos tratores, além de coincidir com o gradiente textural próprio dos Argissolos. A partir daquela profundidade os teores de argila dobram, enquanto que os teores das outras frações granulométricas têm uma variação bem menos acentuada. As crostas são favorecidas pelo teor de silte, excessiva mobilização superficial pelas grades, ciclos de umedecimento e secagem devido à irrigação, e pelo acúmulo de sais devido à fertirrigação.

Tabela 1. Estatística descritiva de propriedades físicas do ARGISSOLO amostradas em diferentes profundidades na Fazenda Norfruit, Mossoró, RN, 2004

	DS (Mg m <sup>-3</sup> )	Argila (g kg <sup>-1</sup> )	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	AG (g kg <sup>-1</sup> )	AF (g kg <sup>-1</sup> )	Areia (g kg <sup>-1</sup> )	A-0,005 (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	A-0,01 (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	DISP (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )
Profundidade 0 cm									
Amostras	9	10	10	9	10	9	10	10	9
Mínimo	1,48	7,1	7,2	48,7	2,2	52,3	0,17	0,11	0,04
Máximo	1,58	14,6	38,8	53,5	33,7	85,7	0,24	0,19	0,05
Média	1,53	10,6	24,2	51,1	14,6	67,0	0,19	0,14	0,044
DP	0,03	2,4	13,6	1,4	13,7	13,9	0,02	0,02	0,0004
CV (%)	2,3	22,6	56,3	2,8	93,9	20,7	10,7	14,1	8,3
KS	0,21 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
Profundidade 15 cm									
Amostras	10	7	10	9	10	9	10	10	10
Mínimo	1,33	7,6	6,5	46,2	2,7	50,5	0,16	0,11	0,04
Máximo	1,56	11,0	40,2	53,8	30,2	83,5	0,21	0,17	0,08
Média	1,48	9,7	25,0	49,8	13,7	63,6	0,18	0,13	0,051
DP	0,07	1,1	14,3	2,5	11,5	12,6	0,02	0,02	0,01
CV (%)	4,9	11,7	57,4	5,0	83,9	19,8	8,5	12,6	22,2
KS	0,17 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>
Profundidade 30 cm									
Amostras	9	10	10	7	10	7	10	10	9
Mínimo	1,51	9,7	8,4	41,7	2,3	44,3	0,15	0,11	0,03
Máximo	1,73	34,0	43,2	49,8	32,0	81,9	0,33	0,33	0,05
Média	1,63	20,2	25,9	44,0	11,2	56,3	0,23	0,21	0,043
DP	0,07	8,2	13,4	2,9	11,3	13,6	0,05	0,07	0,006
CV (%)	4,6	40,7	51,7	6,6	100,0	24,2	22,1	36,2	15,1
KS	0,15 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>
Profundidade 45 cm									
Amostras	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Mínimo	1,48	16,2	6,4	31,8	1,55	38,1	0,18	0,14	0,03
Máximo	1,69	36,3	45,3	48,1	29,4	77,2	0,30	0,25	0,05
Média	1,58	24,9	22,2	40,3	12,6	52,9	0,24	0,19	0,042
DP	0,07	6,7	12,9	5,5	11,2	11,4	0,04	0,04	0,006
CV (%)	4,3	26,9	57,9	13,8	88,8	21,5	15,3	19,0	15,0
KS	0,16 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>
Profundidade 60 cm									
Amostras	9	10	10	8	10	8	10	10	10
Mínimo	1,54	24,1	7,8	30,7	0,55	36,1	0,23	0,18	0,03
Máximo	1,70	39,1	32,9	44,1	24,3	68,1	0,30	0,27	0,05
Média	1,62	29,9	18,1	39,5	9,7	51,3	0,25	0,22	0,037
DP	0,05	4,8	8,5	4,9	10,4	11,7	0,02	0,03	0,007
CV (%)	3,1	16,2	47,2	12,4	107,5	22,9	8,5	12,3	20,1
KS	0,14 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>

\* DP - desvio padrão; CV - coeficiente de variação; KS - valor calculado do teste Kolmogorov-Smirnov; <sup>ns</sup> não significativo a 0,05 de probabilidade. DS - densidade do solo; AG - teor de areia grossa; AF - teor de areia fina; A-0,005 - teor de água na tensão de -0,005 MPa; A-0,01 - teor de água na tensão de -0,01 MPa; DISP - água disponível entre -0,005 e -0,01 MPa.

A umidade do solo nas duas tensões aumentou a partir de 30 cm, porém a água disponível entre as duas tensões não aumentou. Naquela camada, o aumento na umidade a -0,005 e -0,01 MPa pode ser devido às condições de solo no camalhão, com muitos poros de grande diâmetro, nos quais a água drena rapidamente e não fica disponível para as plantas. Enquanto isso, na camada inferior, a maior densidade, maior teor de argila e poros de menor diâmetro faz com que a água, embora retida a maior tensão, fique disponível para as plantas. A pequena variação na água disponível entre as duas tensões indica que, ao mesmo tempo,

houve um aumento nos poros de diâmetro muito pequeno, nos quais a água, retida a tensões maiores do que -0,005 MPa, fica indisponível para as plantas.

As correlações apresentados na Tabela 2 indicam que o aumento na densidade do solo influenciou positivamente a umidade nas duas tensões e que o aumento na densidade do solo é favorecido pelo aumento nos teores de argila, ambos influenciando positivamente a umidade nas duas tensões e negativamente a disponibilidade de água entre elas. Também fica evidenciada a influência negativa dos teores de areia grossa da camada mais superficial sobre a densidade do solo e umidade nas duas tensões. Altos teores de areia grossa determinam a ocorrência de poros de grande diâmetro, que perdem água mais facilmente por percolação.

Tabela 2. Coeficientes de correlação entre as propriedades físicas do ARGISSOLO amostradas em diferentes profundidades na Fazenda Norfruit, Mossoró, RN, 2004

Variáveis	Densidade	Argila	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Areia
Densidade	1,00	0,37*	-0,43**	-0,20 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	-0,34*
Teor de água a -0,005 Mpa	0,47**	0,80**	-0,79**	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>ns</sup>	-0,36*
Teor de água a -0,01 Mpa	0,47**	0,80**	-0,81**	-0,02 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>	-0,39**
Armazenamento de água	-0,16 <sup>ns</sup>	-0,46**	0,28 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>

\*\*Significativo a 0,01 de probabilidade; \*Significativo a 0,05 de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

Através do coeficiente de determinação parcial das variáveis independentes significativas das regressões múltiplas (Tabela 3) verifica-se a contribuição delas para as umidades nas duas tensões e disponibilidade de água. Foi constatada a influência da densidade do solo e do teor de areia grossa, no entanto, sua contribuição foi muito baixa. Da mesma maneira, a densidade influenciou a disponibilidade água entre as duas tensões, com uma contribuição de apenas 0,27% do coeficiente de determinação.

Tabela 3. Estimativas de parâmetros, somas de quadrados tipo II parciais e coeficientes de determinação parciais das regressões múltiplas de variáveis de armazenamento de água no solo em função de atributos físicos do ARGISSOLO na Fazenda Norfruit, Mossoró, RN, 2004

R <sup>2*</sup>	Água a -0,005 Mpa			Água a -0,01 Mpa			Armazenamento		
	EST	SQ II	R <sup>2</sup> (%)	EST	SQ II	R <sup>2</sup> (%)	EST	SQ II	R <sup>2</sup> (%)
Armazenamento	0,66	0,0011	0,06	-0,615	0,00013	0,07	-	-	-
Teor de água a -0,005 MPa	-	-	-	0,93	0,024	1,87	0,874	0,0011	1,63
Teor de água a -0,01 MPa	1,06	0,027	1,43	-	-	-	-0,96	0,0014	2,05
Argila	-0,0003	0,00006	0,003	0,00036	0,0001	0,008	-	-	-
Areia Grossa	0,0002	0,0001	0,005	-0,00017	0,00006	0,005	-0,0004	0,00011	0,16
Densidade	-	-	-	-	-	-	0,024	0,0002	0,27

\*R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação.

## CONCLUSÕES

As alterações físicas do solo, provocadas pelo preparo do solo e construção de camalhões, bem como o gradiente textural característico do solo, contribuíram para as variações nos teores de água no solo nas tensões estudadas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANKINYEMI, J.O.; AKINPELU, O.E.; OLALEYE, A.O. Performance of cowpea under three tillage systems on an Oxic Paleustalf in southwestern Nigeria. **Soil and Tillage Research**, v.72, n.1, p. 75-83, 2003.

DOS ANJOS, J.B.; LOPES, P.R.C.; FARIA, C.M.B.; COSTA, N.D. Preparo e conservação do solo, calagem e plantio. In: SILVA, H.R.; COSTA, N.D. **Melão, produção, aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.35-39.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

HADAS, A. Soil tilth – the desired soil structural state obtained through proper soil fragmentation and reorientation processes. **Soil Tillage Research**, v.43, n.1, p.7-40, 1997.

HAKANSSON, I.; LIPIEC, J. A review of the usefulness of relative bulk density values in studies of soil structure and compaction. **Soil Tillage Research**, v.53, n.2, p.71-85, 2000.

POPP, M.P.; MANNING, P.M.; OLIVER, L.R.; KEISLING, T.C.; GORDON, E.C.; COUNCE, P.C. Analysis of a novel bedded planting system for dry clay soil management of full-season and double crop soybean. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.34, n.19-20, p.2925-2950, 2003.

QUEIROZ, J.E.; CRUCIANI, D.E.; LIBARDI, P.L. Variabilidade espacial da porosidade drenável de um solo de várzea no município de Piracicaba, São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.2, p.135-139, 1999.

SILVA, H.R.; COSTA, N.D.; CARRIJO, O.A. Exigências de clima e solo e épocas de plantio. In: SILVA, H.R.; COSTA, N.D. **Melão, produção, aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 23-28.

SILVA, A.P.; TORMENA, C.A.; IMHOFF, S. Intervalo hídrico ótimo. In: MORAES, M.H.; MÜLLER, M.M.L.; FOLONI, J.S.S. **Qualidade física do solo: métodos de estudo – sistemas de preparo e manejo do solo**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. p.1-20.