

**Efeitos da irrigação nas características químicas e físicas
do solo e no desenvolvimento da cultura do trigo
(*Triticum aestivum* L.)**

*Effect of the irrigation in the physical and chemical
characteristics of the ground and in the wheat's culture
(*Triticum aestivum* L.)*

**Edgard Jardim Rosa Junior¹, Silvio Bueno Pereira¹,
Yara Brito Chaim Jardim Rosa¹**

¹ Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) / Universidade Federal da Grande Dourados
(UFGD), Rod. Dourados–Itahum, km 12, CEP: 79804-970, Dourados, MS.

E-mail: edgard@ufgd.edu.br

Recebido: 20/10/2008

Aceito: 01/12/2008

Resumo. Os benefícios proporcionados pela irrigação às plantas têm sido sistematicamente comprovados, no entanto podem surgir algumas modificações nas características químicas e físicas do solo, afetando-as de forma “negativa”. Estas modificações são mencionadas por vários pesquisadores, retratando o impacto das gotas de chuva sobre as perdas de solo, seja pelo efeito desagregador no solo ou de intensificar a eluviação de partículas minerais de solo, principalmente as de menores diâmetros. Com base neste enfoque, analisou-se, neste trabalho, o efeito da irrigação nas alterações das características químicas e físicas do um Latossolo Vermelho Distroférrico e no desenvolvimento da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.). Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões: o fornecimento de água pela irrigação promoveu a degradação mais rápida da matéria orgânica do solo em relação aos tratamentos de sequeiro; a irrigação causou a diminuição do teor de magnésio no solo; e a altura das plantas foi influenciada positivamente com a irrigação.

Palavras-chave: atributos químicos, plantio direto, manejo.

Abstract. The proportionate benefits for the irrigation to the plants have been systematically proven, however some modifications in the chemical and physical characteristics of the ground, affecting them of “negative” form. These modifications are mentioned by some researchers, portraying the impact of the rain drops on the losses of ground, either for the disaggregate effect in the ground or to intensify the eluviations of mineral ground particles, mainly of diameters minors. With base in this approach, was analyzed, in this work, the effect of the irrigation in the alterations of the chemical and physical characteristics of the one Red Latossolo Distroférrico and in the development of the culture of the wheat (*Triticum aestivum* L.). The results had allowed the following conclusions: the water supply for the irrigation promoted the degradation fastest of the organic substance of the ground in relation to the treatments of dry land;

the irrigation caused the reduction of the magnesium text in the ground; and the height of the plants was influenced positively with the irrigation.

Key-words: *chemical attributes, direct plantation, handling.*

Introdução

De acordo com United States Department of Agriculture – USDA (2002), o trigo, na safra de 2001/2002, foi a segunda cultura de grãos de maior produção no mundo, com 581,08 milhões de toneladas, sendo menor, apenas em relação à cultura do milho, com 599,69 milhões de toneladas. Deste montante, o Brasil contribuiu com 0,56% (3,3 milhões de toneladas) do total produzido, sendo o consumo anual no país, da ordem de, 10 milhões de toneladas. Portanto o Brasil é um dos maiores importadores deste cereal com aproximadamente 7,0 milhões de toneladas. Estes dados comprovam o grande consumo brasileiro e a baixa produção de trigo em um país com grande área agricultável, que pressupõe grande potencial agrícola que pode ser alcançado, em função, principalmente, de resultados de pesquisas, especialmente nas regiões com aptidão para a cultura.

A obtenção da auto-suficiência do trigo pode ser auxiliada pela tolerância da cultura à seca, devido sua maior eficiência de uso de água, provavelmente por ser originário de regiões semi-áridas; no entanto, existem respostas significativas da cultura com o fornecimento de água em condição de déficit hídrico (SCHLEHUBER & TUCKER, 1967). Segundo Bittencourt (1942), a necessidade de água, para o total do período vegetativo, variou de 135 a 340 mm e o déficit hídrico ocasionou queda na produtividade.

Corsini *et al.* (1980) demonstraram a necessidade e a viabilidade da irrigação na cultura do trigo nas áreas ao norte do paralelo 24° S, além da estabilidade de produção, tendo em vista eliminar as incertezas relativas às chuvas, em decorrência da irrigação. Dados similares foram obtidos por Farias & Olitta (1987); observou aumento de 60% na produtividade do trigo, quando se aplicou de 150 a 200 mm de água, durante o ciclo da cultura, em relação ao tratamento que não houve fornecimento de água.

Os benefícios proporcionados pela irrigação, às plantas, têm sido sistematicamente comprovados, contudo, algumas características do solo podem ser afetadas de forma “negativa”. Santos & Ribeiro (2000) constataram que a irrigação e o cultivo promoveram modificações na morfologia dos horizontes superficiais em dois tipos de solos (Argissolo Amarelo e Latossolo Amarelo), com desenvolvimento de um horizonte Ap, de consistência “muito dura” e transição abrupta, afetando também o horizonte BA, nos casos do uso mais intensivo do solo. Os autores evidenciaram aumento significativo no teor de argila dos Argissolos, nos horizontes Ap e BA, proporcionalmente à intensidade de movimentação do solo e do uso da água; este fato comprova o aumento

da eluviação das partículas pela ação da água. Estas modificações podem ser compreendidas por meio das colocações de Bertoni & Lombardi Neto (1990), que retrataram o efeito da água, especificamente quanto ao impacto das gotas de chuva sobre as perdas de solo por erosão e Rosa Junior (1994), que considerou a água como um dos agentes que participa do processo de compactação em Latossolos quer seja por seu efeito desagregador ou de intensificar a eluviação de partículas minerais de solo, principalmente as de menores diâmetros.

O efeito das gotas de água que atingem a superfície do solo depende da intensidade e duração da chuva e do diâmetro médio das gotas (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990). Este efeito será tanto menor quanto mais densa for a cobertura do solo e maior a estabilidade dos agregados existentes.

Segundo Rosa Junior (1994), a desagregação causa aumento da argila dispersa (argila livre) em solos manejados intensamente e inadequadamente; por eluviação, a argila dispersa em água “desce” o perfil do solo, proporcionando a diminuição do tamanho médio dos poros subsuperficiais que, normalmente, já são menores que aqueles localizados na superfície do solo (região de maior agregação). A eluviação e o consequente fechamento de parte dos poros subsuperficiais do solo promovem aumento de adensamento, no entanto não pode ser analisado de forma isolada. A profundidade do fechamento da parte basal dos poros é variável em função, principalmente, do tipo de solo e manejo empregado.

Santos & Ribeiro (2000) observaram o efeito da eluviação das partículas de argilas em solos de áreas cultivadas e irrigadas; em função da prática da irrigação, outras características físicas também foram alteradas, dentre elas, a porosidade, estrutura, densidade do solo e condutividade hidráulica dos solos.

Camargo (1983) observou que solos adensados podem aumentar a quantidade de água retida na faixa de disponibilidade para as plantas; entretanto, esta disponibilidade deve ser relacionada com as condições de aeração e resistência mecânica do solo ao desenvolvimento das raízes.

Russel & Russel (1964) acreditam ser a baixa taxa de difusão de oxigênio e o acúmulo de gás carbônico, observados em solos compactados, os fatores responsáveis pelo pequeno desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, da planta. Evis *et al.* (1969) afirmam que a redução na expansão do sistema radicular ocorreu em função da baixa concentração de oxigênio, causando redução da pressão de turgescência da célula, ou mesmo, maior resistência da parede celular ao alongamento.

A irrigação também apresenta influência sobre as características químicas do solo, conforme Espinoza (1984), trabalhando com Latossolo Vermelho Escuro, sob Cerrado, irrigado por sulco. Observou perdas significativas por lixiviação de vários elementos químicos, como: cálcio (perdas de 34,8 a 203,0 kg ha⁻¹), potássio (perdas de 30% do fertilizante aplicado) e magnésio (16,2 a 73,3 kg ha⁻¹ de perdas), durante o período de 60 dias.

Com base neste enfoque, o presente trabalho teve como objetivos, avaliar os efeitos da irrigação nas características químicas e físicas do solo e no desenvolvimento da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.), considerando as condições edafoclimáticas da região de Dourados, MS.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizada nas coordenadas 22°14' de Latitude Sul e 55°49' de Longitude Oeste, e altitude de 458 m; o solo usado foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico.

A área experimental foi submetida ao sistema de plantio direto nos últimos seis anos; nessas condições de manejo, em que a cultura do trigo participava do sistema de rotação de culturas, avaliou-se o sistema de manejo empregado, na época de semeadura da cultura do trigo, quanto aos atributos químicos e físicos do solo e desenvolvimento da cultura, adotando-se três tratamentos: um irrigado e dois na condição de sequeiro, sendo um com cultura antecessora a soja e outro, o algodão.

O procedimento estatístico utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas.

A cultura do trigo foi semeada na segunda quinzena de abril de 2002, no espaçamento de 17 cm nas entrelinhas e com estande de, aproximadamente, 60 sementes por metro linear.

A cultivar de trigo utilizado foi a BR18, com adubação de 300 kg ha⁻¹ da formulação 7-20-20 de NPK, no momento do plantio.

O sistema de irrigação empregado foi aspersão convencional, cujas especificações são: aspersores Agropolo, modelo NY 30; diâmetro do bocal de 5,0 x 4,9 mm; pressão de serviço de 20 mca; vazão de 2,55 m³ h⁻¹; espaçamento de 12 x 12 m e intensidade de aplicação de 14,5 mm h⁻¹. O sistema de irrigação foi constituído por uma linha principal, formada de nove aspersores; cada tratamento possuía três aspersores dispostos em linha; a frequência de irrigação foi pré-estabelecida, em intervalos fixos, uma vez por semana, por um período de duas horas de irrigação, variando em função das chuvas ocorrentes.

Foram avaliadas as características da planta e cobertura do solo em relação à presença ou ausência da irrigação. As características vegetais estudadas foram: altura das plantas; tamanho das espigas; e comprimento do sistema radicular.

A altura das plantas foi realizada semanalmente, a partir do dia 11 de maio até 30 de julho, escolhendo-se aleatoriamente seis plantas por parcela, com a medida feita entre a superfície do solo e a ponta da folha mais alta.

O tamanho da espiga foi determinado uma semana antes da colheita, sendo a medida feita desde a base da espiga até a ponta do último grão; para tanto se mensurou aleatoriamente oito espigas por parcela.

Durante o experimento avaliou-se o sistema radicular das plantas de trigo em quatro épocas distintas (32, 66, 93 e 127 dias após a semeadura). A metodologia utilizada para amostragem e determinação do comprimento das raízes foi realizada de acordo com Marsh (1971) e Tennant (1975), adequado por Rosa Junior (2000), exceto o amostrador de solo, que nesse caso, restringiu-se a uma forma em chapa de aço de 4 mm de espessura, 20 cm de comprimento, 5 cm de largura e 4 cm de profundidade. A forma de amostragem do sistema radicular foi colocada no centro e cruzando a linha de plantio, realizando-se coletas nas profundidades de 0 a 4, 4 a 8, 8 a 12, 12 a 16, 16 a 20, 20 a 24 e 24 a 28 cm.

Realizou-se a coleta da cobertura morta, com quatro amostras aleatórias por parcela, utilizando-se a configuração de 50x50 cm; posteriormente foi colocada em estufa a 65°C, durante 48 horas e em seguida pesada.

Após a colheita foram coletadas amostras de solo nas profundidades de: 0 a 5,3; 5,3 a 10,6; 10,6 a 15,9; 15,9 a 21,2; 21,2 a 26,5; 26,5 a 31,8 cm, para análise física, sendo determinadas: densidade do solo (método do anel); densidade de partícula (método do balão volumétrico); e porosidade total (obtida a partir dos valores de densidade do solo e de partícula).

Durante a última coleta de raiz, foram tiradas amostras de solo para análise química, determinando-se: pH do solo (determinado em água e em CaCl₂, 0,01 mol L⁻¹ na proporção solo-líquido de 1:2,5); cátions trocáveis (alumínio, cálcio e magnésio) obtidos pela metodologia de Defelipo & Ribeiro (1981); potássio trocável, determinado conforme Vettori (1969); fósforo disponível obtido pela metodologia de Defelipo & Ribeiro (1981); capacidade de troca de cátions e acidez trocável determinados pelo método de Barreto *et al.* (1997); carbono orgânico – CO obtido pelo método de Walkley-Black, conforme Jackson (1958); e matéria orgânica – MO.

Resultados e Discussão

Apresenta-se, na Tabela 1, o resumo da análise de variância, relativo ao teste F, para os atributos químicos analisados. Observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, considerando os atributos químicos: pH, potássio (K), alumínio (Al) e cálcio (Ca); no entanto, no que se refere aos teores de matéria orgânica (MO), fósforo (P) e magnésio (Mg), ocorreram diferenças significativas, como também, na análise da profundidade, para MO, P, K, Ca e Mg.

Tabela 1. Resumo da análise de variância, relativo aos valores do teste F de Fisher, calculados para os atributos químicos analisados, sendo: matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K), alumínio (Al), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

Fontes de Variação	MO	pH (CaCl ₂)	pH (H ₂ O)	P	K	Al	Ca	Mg
Tratamentos (T)	88,14**	0,62 ^{ns}	0,57 ^{ns}	158,40**	4,88 ^{ns}	1,00 ^{ns}	137,07 ^{ns}	380,70**
Resíduo (a)	7,42	0,76	0,76	13,79	5,29	0,59	720,31	33,43
Profundidade (P)	253,78**	0,39 ^{ns}	0,36 ^{ns}	1323,27**	82,66**	0,53 ^{ns}	381,21*	280,63**
T x P	2,51 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,22 ^{ns}	99,10**	1,26**	0,19 ^{ns}	20,26**	36,68**
Resíduo (b)	3,40	0,31	0,41	8,78	0,36	0,29	131,06	2,00
Coefficiente de Variação (%)	6,16	11,32	11,05	19,94	19,06	34,06	23,73	8,89

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F

ns = não significativo

Na Tabela 2 têm-se as diferenças entre os teores de matéria orgânica e magnésio, considerando os sistemas de manejo empregado. A diferença nos valores de MO, no tratamento irrigado em relação aos sequeiros, pode ser explicada pelas condições que a irrigação propiciou para a decomposição da biomassa fornecida ou existente no solo. Esta perda de MO pode ser prejudicial ao solo, pois está relacionado com a capacidade de troca de cátion, armazenamento de nitrogênio, fósforo e enxofre (SCHNITZER, 1991) e a função de agir como principal sítio de sorção de pesticidas e metais pesados no solo (SENESI, 1999). A MO também tem a função biológica de prover carbono como fonte de energia para fixação de nitrogênio pelas bactérias, melhorar o desenvolvimento das plantas, absorção de nutrientes, síntese de clorofila e germinação de sementes (SCHNITZER, 1991).

Tabela 2. Valores médio de matéria orgânica (MO) e magnésio (Mg), considerando os tratamentos: trigo irrigado, trigo sequeiro semeado após a cultura da soja e trigo sequeiro semeado após a cultura do algodão.

Tratamentos	MO (g dm ⁻³)	Mg (mmol dm ⁻³)
Trigo irrigado	27,9 b	11,8 b
Trigo sequeiro (após soja)	31,4 a	16,9 a
Trigo sequeiro (após algodão)	30,3 a	18,9 a
CV(%)	6,16	8,89

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação ao Magnésio (Tabela 2), a diferença entre os tratamentos irrigado e sequeiro, pode ser devido à lixiviação promovida pela irrigação, fato também observado por Espinoza (1984) quando trabalhou com um Latossolo Vermelho Escuro, sob irrigação por sulcos, manejo que aumentou a perda por lixiviação de Ca, K e Mg. Possivelmente, devido ao método de irrigação empregado, não se constatou perdas significativas por lixiviação para Cálcio e Potássio, já que o sistema de irrigação adotado, neste trabalho, foi aspersão convencional.

Embora o potássio não demonstre diferença significativa entre os tratamentos considerados (Tabela 1), se constatou uma tendência de menores teores deste elemento nas profundidades de 0 a 4 e 4 a 8 cm (Figura 1), decorrentes de uma possível lixiviação, ainda não constatada com valores estatisticamente significativos.

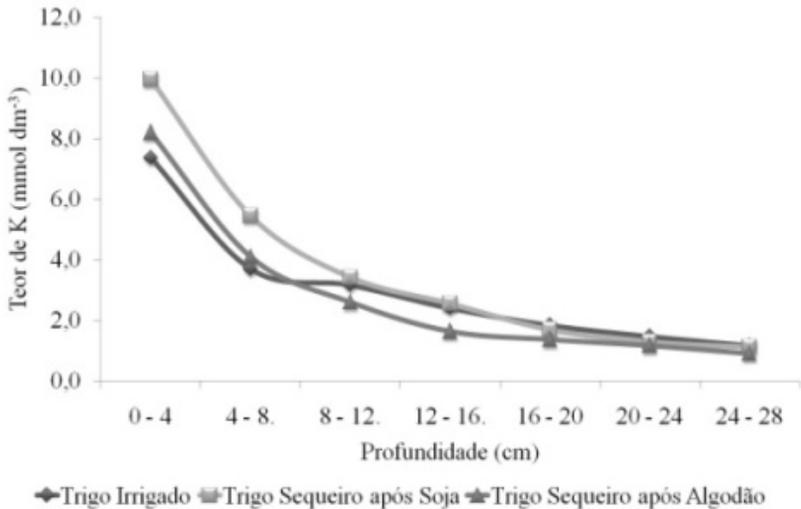


Figura 1. Teores de potássio (K) em função da profundidade para os tratamentos: trigo irrigado; trigo sequeiro após a cultura da soja; e trigo sequeiro após a cultura do algodão.

A Figura 2 apresenta a densidade do solo, para os manejos utilizados, em função da profundidade. Observou-se que os tratamentos de sequeiro apresentaram a mesma tendência de aumento na densidade em função da profundidade, até os 15 cm, e diminuição da densidade após esta profundidade, enquanto o tratamento irrigado não acompanhou esta tendência, resultando em uma densidade do solo maior com o aumento da profundidade. Estas altera-

ções podem ser devido à eluviação das partículas de argila que poderiam estar ocupando os poros do solo e, conseqüentemente, aumentando sua densidade, corroborando com Santos & Ribeiro (2000). Este fato demonstra que a irrigação pode estar interferindo na estrutura física do solo; no entanto, esta afirmação somente seria comprovada por meio da análise textural do solo nas camadas estudadas.

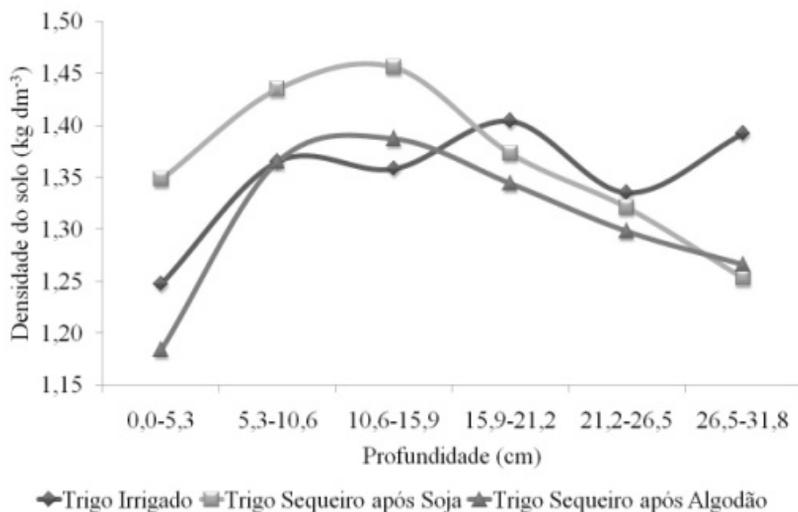


Figura 2. Densidade do solo (kg dm^3) para os tratamento irrigado, sequeiro após soja e sequeiro após algodão, em função da profundidade.

Pela análise da Figura 3, observa-se, no tratamento irrigado, nas profundidades abaixo de 15 cm, aumento nos valores da densidade do solo e diminuição da porosidade total. Este fato pode ser explicado devido à aceleração no processo de eluviação de partículas de argila dispersa em água, ou do efeito lubrificante da água, fato que promoveria maior justaposição de partículas ou agregados tipo face a face.

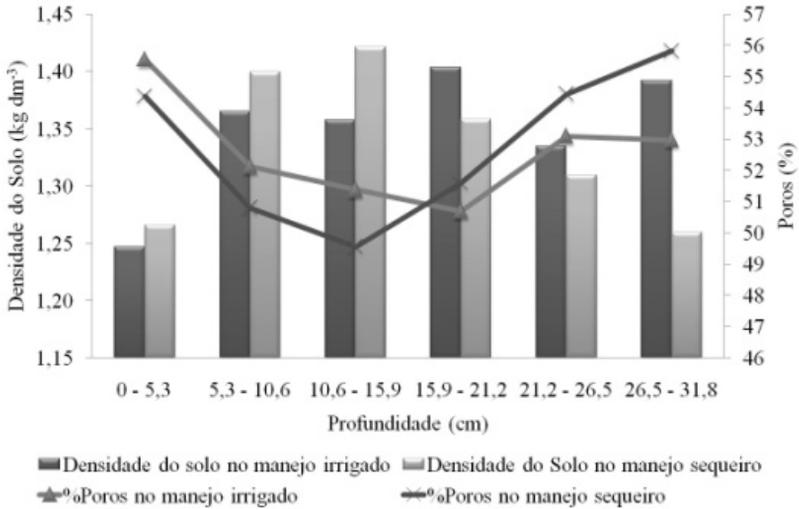


Figura 3. Densidade do solo e porosidade total em função da profundidade, em relação à presença e ausência de irrigação.

As alterações nas características físicas do solo influenciaram o sistema radicular das plantas, conforme evidenciado na Tabela 3. No tratamento irrigado houve diferença significativa no comprimento do sistema radicular, quando comparado com os tratamentos sequeiros, em duas das quatro épocas de coleta das amostras. Em três épocas de amostragem, o tratamento irrigado apresentou menor volume radicular, em relação aos tratamentos sequeiros. Considerando as duas épocas de amostragens, que se mostraram estatisticamente significativas, apesar de constatar menor sistema radicular no tratamento irrigado, a camada superficial (0 a 4 cm) apresentou maior quantidade de raízes em relação aos tratamentos sequeiros, e uma menor quantidade nas outras profundidades.

Tabela 3. Valores médios de comprimento de sistema radicular (cm), para os tratamentos irrigado, sequeiro após soja e após algodão, em função de quatro épocas após o plantio.

Tratamento	Dias após semeadura			
	32	66	93	127
Trigo Irrigado	182,1 b	162,7 a	274,5 a	288,0 b
Trigo sequeiro após soja	212,6 ab	218,8 a	215,9 a	310,4 ab
Trigo sequeiro após algodão	219,6 a	184,1 a	215,7 a	348,4 a
CV (%)	34,60	24,39	18,21	10,33

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O menor desenvolvimento radicular no tratamento irrigado está relacionado a dificuldade do sistema radicular explorar as camadas mais adensadas, uma vez que, estas camadas apresentam resistência mecânica do solo ao desenvolvimento das raízes e condições impróprias de aeração, que proporcionam baixa taxa de difusão de oxigênio e acúmulo de gás carbônico, proveniente das raízes e da flora e fauna do solo. O menor desenvolvimento do sistema radicular, também pode ser devido à disponibilidade de água, pois neste tratamento não ocorreu déficit hídrico durante as fases da cultura, enquanto, nos tratamentos sequeiros, houve déficit hídrico, ocasionando um maior desenvolvimento em profundidade das raízes, devido à procura de água, e não apenas na camada superficial do solo.

Observa-se, pela Tabela 4 que o tratamento irrigado apresentou melhor desenvolvimento vegetativo, pelo fato de não ter ocorrido déficit hídrico. Quanto ao comprimento das espigas, o tratamento sequeiro semeado após a cultura da soja, apresentou-se maior, provavelmente, pelo fornecimento de nitrogênio residual da soja. A cobertura morta do solo não apresentou diferença significativa, embora se constate uma tendência de menor cobertura morta no tratamento irrigado, que pode estar associada à degradação mais rápida dos materiais orgânicos, em função da disponibilidade de água, permitindo que os microorganismos degradem estes materiais mais rapidamente.

Tabela 4. Valores médios de altura de planta, comprimento de espiga e cobertura morta para os tratamentos irrigado e sequeiro após soja e sequeiro após algodão.

Manejo	Altura de planta (cm)	Comprimento de espigas (cm)	Cobertura morta do solo (g m ⁻²)
Irigado	84,33 a	7,07 ab	300,52 a
Sequeiro após soja	70,12 b	7,27 a	411,97 a
Sequeiro após algodão	73,29 b	6,85 b	343,12 a
CV%	2,76	3,00	27,02

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Conclusões

O fornecimento de água pela irrigação promoveu a degradação mais rápida da matéria orgânica do solo;

A irrigação diminuiu os teores de magnésio e potássio nos horizontes superficiais do solo;

A irrigação promoveu aumento da densidade do solo abaixo dos 15 cm de profundidade e diminuição da porosidade total;

A altura das plantas de trigo foi influenciada positivamente com a irrigação.

Referências

- BARRETO, W.O.; DURIEZ, M.A.M.; JOHAS, R.A.L. Análises químicas. Parte II. In: OLIVEIRA, L.B. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: SNLCS, EMBRAPA, 1997.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.
- BITTENCOUT, H.V.C. Aspectos da irrigação para a cultura do trigo no estado de São Paulo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônômico, 1942.
- CAMARGO, O.A. **Compactação do solo e desenvolvimento das plantas**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 44p.
- CORSINI, P.C.; TELLES, D.A.; MATSUCAMA, H.C. Trigo irrigado: necessidades de água a nível de Nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. **Anais...** Brasília: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1980. p.222-237.
- DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. **Análise química do solo**. Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 1981. 17p. (Boletim de extensão n. 29).

ESPINOZA, W. Lixiviação em Latossolo Vermelho escuro de cerrado II. Magnitude do fenômeno sob irrigação. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v.19, n.1, p.85-94, 1984.

EVIS, B.W.; RATLIFF, L.F.; TAYLOR, H.M. Use of a dead-load technique to determine axial root growth pressure. **Agron. J. Madison**, v.61, p.640-43, 1969.

FARIAS, R.T.; OLITTA, A.F.L. Lamina de irrigação na cultura do trigo utilizando o sistema de "Aspersão em Linha". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p.999-1008, 1987.

JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis**. [S.l.]: Prentice-Hall, 1958. 498p.

MARSH, L.A.R. Measurement of length in random arrangement of lines. **Journal Ecology**, v.8, n.1, p.265-7, 1971.

ROSA JUNIOR, E.J. Compactação em Latossolos I: Sua Gênese. **Revista Cerrados**, v.1, p.51-54, 1994.

ROSA JUNIOR, E.J. **Efeitos de sistemas de manejo na cultura do milho (*Zea mays* L.) em um Latossolo Roxo Distrófico de Dourados-MS**. 2000. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2000.

RUSSEL, E.J.; RUSSEL, E.W. **Las condiciones de suelos y el desarrollo de las plantas**. Madrid: Aguilar, 1964. 177p.

SANTOS, E.E.; RIBEIRO, M.R.; Influência da irrigação e do cultivo nas propriedades de um latossolo e um argissolo da região do submédio São Francisco: atributos morfológicos e físicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.875-884, 2000.

SENESI, N. Aggregation Patterns and Macromolecular morphology of humic substances: a fractal approach. **Soil Science**, v.164, n.11, p.841-856, 1999.

SCHLEHUBER, A.M.; TUCKER, B.B. Culture of wheat. And wheat improvement. Madison: **America Society of Agronomy**, p.154-160, 1967.

SCHNITZER, M. Soil organic Matter-The next 75 Years. **Soil Science**, v.151, p.41-57, 1991.

TENNANT, D.A. Test of a modified line intersect of estimating root length. **Journal Ecology**, v.32, n.1, p.995-1001, 1975.

VETTORI, L. **Métodos de análises de solos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim técnico n. 7).

UNITED STATES DEPARTMENTE OF AGRICULTURE – USDA. World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE) report, USDA, <www.usda.gov/news/calindex.htm>, WASDE-382, January 11, 2002.