



**Lâminas de água condicionando atributos físicos de um latossolo cultivado com milho (*Zea mays* L.)**

***Water blades conditioning physical attributes of a latossolo cultivated with maize (*Zea mays* L.)***

**Silvio Bueno Pereira<sup>1</sup>, Edgard Jardim Rosa Junior<sup>2</sup>, Yara Brito Chaim Jardim Rosa<sup>2</sup>, Euclides Fedatto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Engenharia Agrícola, Av. PH Rolfs, s/n, Centro, CEP 36570-000, Viçosa, MG. E-mail: silviopereira@ufv.br

<sup>2</sup>Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados (FCA), Dourados, MS

Recebido em: 10/03/2011

Aceito em: 28/06/2012

**Resumo.** Apesar dos benefícios conhecidos que se podem obter a partir do uso da irrigação nos sistemas de exploração agropecuária, estas operações, como um tipo específico de manejo de solo, causam efeitos nas características do solo, quer sejam em termos físicos, químicos ou biológicos. Com base neste enfoque o presente trabalho teve como objetivos estudar o efeito de diferentes lâminas de água sobre os atributos físicos de um Latossolo Vermelho Distroférico, cultivado com a cultura do milho (*Zea mays* L.) O trabalho foi conduzido em uma área submetida ao sistema plantio direto nos últimos cinco anos, tendo a cultura do milho como sendo a última da rotação definida. O experimento foi disposto no delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, sendo o fator principal a lâmina de água e secundário a profundidade, sobre algumas características físicas do solo. Observou-se, nas condições de ocorrência da maior lâmina de água aplicada, houve aumento significativo nos valores de densidade do solo, interferindo negativamente sobre a produtividade da cultura do milho; com os mesmos índices de lâmina de água aplicada houve redução no tamanho dos agregados com aumento da profundidade.

**Palavras-chave.** Manejo do solo, plantio direto, irrigação

**Abstract.** Despite known benefits that can be gained from the use of irrigation in agricultural exploitation systems, these operations, such as a specific kind of soil management, cause effects on soil characteristics, whether physical, chemical or biological. Based on this approach the present work had as objectives to study the effect of different water slides on the physical attributes of a Red Latosol Distroférico cultivated with culture of maize (*Zea mays* L.) The work was conducted in an area subjected to tillage system over the past five years, and the culture of corn as the last rotation set. The experiment was arranged in randomized design, being subdivided parcels factor water blade main and secondary depth, about some physical characteristics of the soil. It was noted, in the conditions of occurrence of larger blade of water applied, there was significant increase in values of soil density, interfering negatively on productivity of corn cultivation; with the same indexes blade water applied there was reduction in size of the aggregates with increasing depth.

**Keywords.** Soil, tillage, irrigation

### **Introdução**

Originário da América Central, o milho (*Zea mays* L), segundo a USDA (2002) é a cultura mais produzida no mundo, com 585,4 milhões de toneladas na safra 2000/2001. No Brasil, a cultura do milho é considerada uma importante fonte de renda para o agricultor, utilizada, principalmente, como matéria prima na fabricação de ração animal.

Embora esteja comprovada a eficiência da irrigação na otimização do uso do solo pelas plantas, minimizando as incertezas quanto a não disponibilidade de água durante as fases mais críticas do desenvolvimento das plantas, deve-se considerar, além dos custos desse tipo específico de manejo do solo, os possíveis efeitos que esta prática pode ocasionar no mesmo. A quantidade de água proveniente da precipitação pluvial, que pode



possibilitar o pleno desenvolvimento da cultura do milho, pode ser dependente, além da necessidade específica das plantas, também de fatores externos. Shaw (1977), concluiu que o consumo de água requerido pela cultura do milho variou de 410 a 610 mm; Fancelli (1996) sugere que há uma exigência mínima de 300 a 350 mm de água para uma produção satisfatória, sem uso da irrigação, sendo essa quantidade bem distribuída durante o ciclo da cultura.

De acordo com Winter (1976), a exigência hídrica do milho é variável, dependendo de fatores climáticos, variedade e estágio de desenvolvimento da cultura. Henckel (1964), afirmou que se houver deficiência hídrica uma semana após a emissão das anteras, pode ocorrer uma queda de 50% na produção; com exceção dessa fase crítica, deficiências posteriores resultarão em danos da ordem de 25 a 30%.

A cultura do milho é potencialmente a planta que melhor aproveita a água para produção de grãos, no entanto é conhecida como sensível ao encharcamento, necessitando de um ambiente bem arejado e drenado. Sob este aspecto, existe uma carência de estudos quanto à quantidade adequada de água a ser fornecida, especialmente nas áreas onde se realiza a prática de irrigação. Embora trabalhando com a cultura da soja, Stegman (1989), mostrou que o nível mínimo de água disponível na zona da raiz, em relação à produção, deveria ser mantido acima de 45% para atingir a produtividade máxima. Pode-se, entretanto, supor que à medida que a quantidade total de água aumenta ao ponto de restringir a quantidade de oxigênio às raízes, as plantas poderão comprometer suas potencialidades.

A resposta do uso de sistema de irrigação e da quantidade de água requerida, ainda deixa a desejar para a maioria das regiões do país, sendo menos conhecidos os efeitos dessa prática sobre as características físicas e químicas dos solos. Alguns efeitos sobre características químicas do solo, a partir da ação do uso de sistemas de irrigação, já são conhecidos, como é o caso do efeito da água sobre o processo de lixiviação de nutrientes, notadamente para aqueles denominados de "móveis". Trabalhando com a cultura do milho, Munson e Taylor (1963), citados por Bertsch & Thomas (1985), afirmaram que a perda de potássio pode ser muito pequena em solos de textura argilosa, podendo ser superior a  $0,6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  em solos siltoso e, de até  $12,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , em solos arenosos.

Os benefícios proporcionados pela irrigação às plantas têm sido sistematicamente comprovados, no entanto, algumas características do solo podem ser afetadas de forma negativa, conforme constatado por Santos & Ribeiro (2000). Observaram que a irrigação e o cultivo promoveram modificações na morfologia dos horizontes superficiais em dois tipos de solos, Argissolo Amarelo e Latossolo Amarelo, os quais tiveram o desenvolvimento de um horizonte Ap, de consistência muito dura e transição abrupta; houve aumento significativo no teor de argila entre os horizontes Ap e BA dos Argissolos, proporcionalmente à intensidade de movimentação do solo e do uso da água; essa última observação realizada pode comprovar o aumento da eluviação das partículas pela ação da água.

Modificações como essas podem ser compreendidas por meio das colocações de Bertoni e Lombardi Neto (1990), que retratam o efeito negativo do impacto das gotas de chuva sobre o solo e suas perdas por erosão, como também constatado por Rosa Junior (1994), que considera a água como um dos agentes que participam do processo de compactação em Latossolos quer seja por seu efeito desagregador ou por sua ação intensificando a eluviação de partículas minerais de solo, notadamente aquelas de menor diâmetro. O efeito das gotas de água depende, de acordo com Bertoni & Lombardi Neto (1990), da intensidade e da duração das chuvas, como de seu diâmetro médio. Esse efeito da água será tanto menor quanto mais densa for a cobertura do solo e maior a estabilidade dos agregados existentes.

A desagregação causa o aumento da argila dispersa em água (argila livre) em solos manejados intensamente e inadequadamente. A eluviação e conseqüente obstrução de parte dos poros subsuperficiais do solo, por si só, promovem um aumento de adensamento, que podem ser intensificados pelo uso de outras práticas de manejo utilizadas (Rosa Junior, 1984). Por eluviação, a argila dispersa em água se desloca no perfil, proporcionando a diminuição do tamanho médio dos poros subsuperficiais que, normalmente, são menores que aqueles localizados na superfície do solo, região essa de maior agregação. Por sua vez, a profundidade da obstrução da parte basal dos poros é variável em função, principalmente do tipo de solo e manejo empregado (Rosa Junior, 1994).

O efeito de eluviação das partículas de argila em solos de áreas exploradas sob irrigação, também foi observado por Choudhury & Oliveira



(1982) e Santos & Ribeiro (2000). 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 (Coelho, 1992; Almeida, 1995; Silva, 1996).

Camargo (1983) observou que solos apresentando camadas adensadas podem aumentar a quantidade de água retida na faixa de disponibilidade para as plantas. Esta pode ser uma situação comum em Latossolos irrigados sob plantio direto, mas essa disponibilidade deve ser relacionada com as condições de aeração e resistência mecânica do solo ao desenvolvimento das raízes.

O conceito de disponibilidade de água, no entanto, de acordo com Rosa Junior (1999), apesar de abranger apenas a porção de água retida sob tensões em que as plantas cultivadas teriam condições de absorver, deveria ter a possibilidade de ser absorvida e, para isso, ser disponibilizada a energia necessária por parte das plantas, a qual é obtida via processo de respiração radicular.

Se as características físicas forem alteradas pode-se ter decréscimo no desenvolvimento radicular (Russel & Russel, 1964), por ser a baixa taxa de difusão de oxigênio, como o acúmulo de gás carbônico verificado em solos compactados, os fatores responsáveis pelo pequeno desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, da planta. Esta alegação é referendada por Evis et al. (1969), que relatam que a redução na expansão do sistema radicular deve ter ocorrido em função da baixa concentração de oxigênio, a qual causaria redução da pressão de turgescência da célula, ou mesmo, maior resistência da parede celular ao alongamento.

Pesquisando o efeito das condições do subsolo sobre o fornecimento de oxigênio e o desenvolvimento de raízes de milho, Bertrand & Khonke (1957), verificaram que o crescimento de raízes de plantas de milho praticamente paralisou quando a densidade do solo foi de  $1,5 \text{ g cm}^{-3}$ , condição que o solo apresentava apenas 5,4% de macroporos. Com a redução da densidade para  $1,2 \text{ g cm}^{-3}$  e a macroporosidade na ordem de 14,6%, o efeito da compactação foi menos efetiva. Também enfatizam que a aplicação de fertilizantes no subsolo compactado pode ter efeito acelerador na restrição de oxigênio, baseando-se no fato de que os microorganismos do solo na presença desses elementos seriam mais ativos no processo de decomposição e, portanto, se utilizam de maiores

quantidades de oxigênio, formando um ambiente desfavorável ao desenvolvimento das culturas.

Ao estudar o efeito da água e da nutrição sobre o desenvolvimento do milho, Lawton (1945) constatou, além do efeito da oxigenação, existe a relação água/ar. O desenvolvimento máximo da planta ocorria quando se oferecia para as plantas 25% de água no solo e para que a nutrição fosse considerada completa, a condição era de que, aproximadamente, 20% dos poros estivessem ocupados por ar. Estas indicações são importantes quando se averigua as ações de sistemas de preparo de solo sobre o desenvolvimento de plantas, pois as alterações físicas irão afetar diretamente a absorção de nutrientes e, conseqüente, desenvolvimento radicular. Em Latossolos Vermelho distroférico, essa relação pode assumir papel ainda mais importante, pois as características físicas são muito dependentes do manejo do solo (Rosa Junior et al., 1988).

Com base neste enfoque o presente trabalho teve como objetivos estudar o efeito de diferentes lâminas de água sobre os atributos físicos de um Latossolo Vermelho Distroférico, cultivado com a cultura do milho (*Zea mays* L.).

### **Material e Métodos**

O estudo foi realizado em um Latossolo Vermelho Distroférico na Faculdade de Ciências Agrárias/UFGRD, localizado nas coordenadas 22°10' de Latitude Sul e 54°56' de Longitude Oeste, com altitude média de 458 m, no município de Dourados, MS.

A condução se deu no ano agrícola de 2001/2002, em área submetida ao sistema de plantio direto com irrigação nos últimos cinco anos, com rotação de culturas composta por feijão/algodão e ervilhaca/milho.

O sistema de irrigação utilizado foi aspersão convencional, marca: Agropolo; modelo: NY 30; diâmetro do bocal: 5,0 x 4,9 mm; pressão de serviço: 20 mca; vazão:  $2,55 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ ; espaçamento entre aspersores: 12 x 12m.

As intensidades de aplicação de água para caracterizar as lâminas aplicadas foram:  $12 \text{ mm h}^{-1}$  (caracterizando a lâmina de água  $L_1$ , que correspondeu a 105 mm),  $10 \text{ mm h}^{-1}$  (lâmina de água  $L_2$ , que correspondeu a 87,5 mm) e  $08 \text{ mm h}^{-1}$  (lâmina  $L_3$ , correspondendo a 70 mm de água). O delineamento experimental adotado para as características físicas e raízes foi o inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, considerando



como fator principal as lâminas de água, e fator secundário, as profundidades, com quatro repetições.

A lâmina de água de irrigação foi distribuída ao longo do ciclo da cultura como suplementar a precipitação. A cultivar de milho utilizada foi o híbrido triplo Dekalb 350, ciclo precoce, semeado dia 06 de setembro, recebendo no ato da semeadura  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  da fórmula 02-20-20 de NPK. A cultura antecessora foi dessecada 12 dias antes da implantação do experimento com uso do Glyphosate, na dose de  $3,0 \text{ L ha}^{-1}$ .

Para os parâmetros vegetais e cobertura do solo o experimento foi analisado no delineamento inteiramente casualizado, sendo as lâminas de água os tratamentos considerados, com quatro repetições.

Foram avaliadas como características das plantas o comprimento do sistema radicular e produtividade. Como características físicas do solo foram avaliadas a densidade do solo e da partícula, porosidade e distribuição de agregados e, como dados complementares, determinou-se a cobertura morta superficial.

Os sistemas radiculares das plantas de milho foram coletados de acordo com Rosa Junior (2000) e seus comprimentos respectivos, determinados de acordo com Marsh (1971) e Tennant (1975), adequado por Rosa Junior (2000). A coleta se deu durante o pendoamento, aos 70 dias após semeadura, nas profundidades de 0,0-7,5; 7,5-15,0; 15,0-22,5; 22,5-30,0; 30,0-37,5; e 37,5-45,0 cm. Em cada profundidade foi coletado todo o material de solo e raízes, considerando uma área de 45,0 cm de comprimento, 10,0 cm de largura e 7,5 cm de altura, correspondendo a um quadrante da área total de exploração de uma planta, ou seja,  $\frac{1}{4}$  da área que teoricamente seria explorada por uma planta. Para essas amostragens procurou-se utilizar áreas onde o espaçamento entre plantas eram uniformes. Essa determinação ocorreu durante o florescimento das plantas de milho.

A determinação do índice de cobertura do solo foi realizada semanalmente, iniciando-se aos 42 dias após a semeadura até o final do ciclo da cultura, com duas amostragens por parcela. Utilizou-se, como metodologia, uma corda de 15 m dividida em 0,15 em 0,15 m, com a consequente obtenção de 100 pontos marcados (divisões na corda). A corda, com seus respectivos marcadores, eram deixados diagonalmente, e ao acaso, nas parcelas

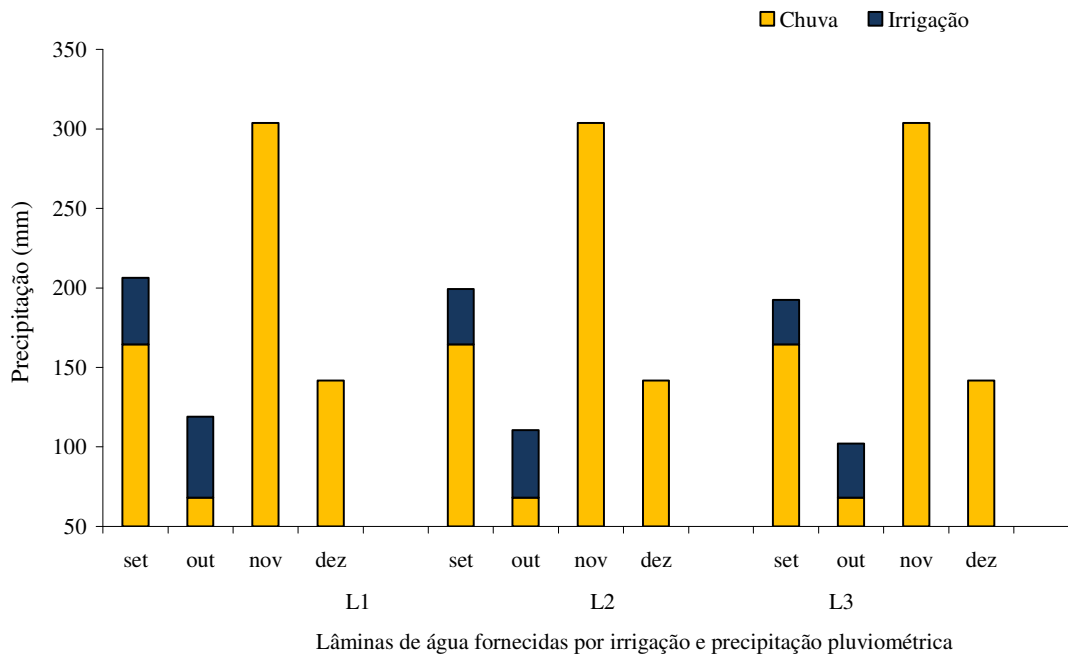
experimentais, a partir do que se faziam as leituras visuais dos pontos marcados que ficavam sobre qualquer resíduo orgânico ocorrente na superfície do solo. A disposição diagonal da corda na área teve como finalidade se evitar possíveis distorções em termos de concentrações de matéria orgânica superficial em função, notadamente, do resultado da colheita das culturas em rotação. Para expressar o resultado das medições considerou-se que cada marcação da corda coincidente com matéria orgânica deixada na superfície do solo representava um ponto percentual de cobertura do solo.

A determinação da produtividade se deu a partir da coleta de espigas, coletadas após atingirem a maturação fisiológica, de uma área correspondente a duas linhas com cinco metros de comprimento.

Os materiais de solo utilizados para as determinações físicas foram coletados nas mesmas profundidades e na mesma época em que se coletaram os sistemas radiculares. As densidades do solo e de partículas foram determinadas, respectivamente, pelos métodos descritos por Blake (1968) e EMBRAPA (1997). A porosidade total foi determinada a partir dos valores de densidade do solo e de partículas, de acordo com a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997). A distribuição de agregados via peneiramento a seco, foi determinada de acordo com o exposto por Grohmann (1960), e possibilitou a obtenção das seguintes classes de agregados: entre 9,52-4,76 mm; 4,76-2,00 mm; 2,00-1,00 mm; 1,00-0,50 mm; 0,50-0,25 mm e  $< 0,25 \text{ mm}$ . Para este peneiramento foi amostrado material indeformado de solo nas profundidades estudadas, via obtenção de pequenos blocos de solo, os quais foram submetidos ao peneiramento a seco, após secagem ao ar e na sombra por um período de 45 dias.

## **Resultados e Discussão**

Durante o período experimental, além das lâminas de água aplicadas, fornecidas entre os meses de setembro e outubro, ocorreu precipitação pluvial de 706 mm. Na metade para o final do ciclo da cultura ocorreu precipitações elevadas e muito bem distribuídas, período que não houve necessidade de irrigação suplementar, pois as plantas estavam próximas da maturação fisiológica, fato que resultou em fornecimento suplementar de água apenas nos dois primeiros meses da cultura (Figura 1).



**Figura 1.** Precipitação pluvial e lâminas de água suplementar ( $L_1 = 105$  mm,  $L_2 = 87,5$  mm e  $L_3 = 70$  mm) fornecidas durante o período de desenvolvimento da cultura do milho.

Não foram observadas diferenças significativas, em função das lâminas de água aplicadas ( $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$ ) para os valores de densidade do solo e porosidade total, havendo, no entanto, diferenças significativas em função da profundidade de determinação. A variação dos valores de densidade do solo pode ser melhor visualizada pela Figura 2, na qual se observou que quanto maior a lâmina de água aplicada no solo, maior o valor de densidade, especialmente na camada superficial do solo (0-15 cm de profundidade). Esta ação da água sobre a densidade do solo pode ocorrer em decorrência do efeito lubrificante que a água apresenta no solo, promovendo uma melhor acomodação entre as partículas e agregados existentes no mesmo.

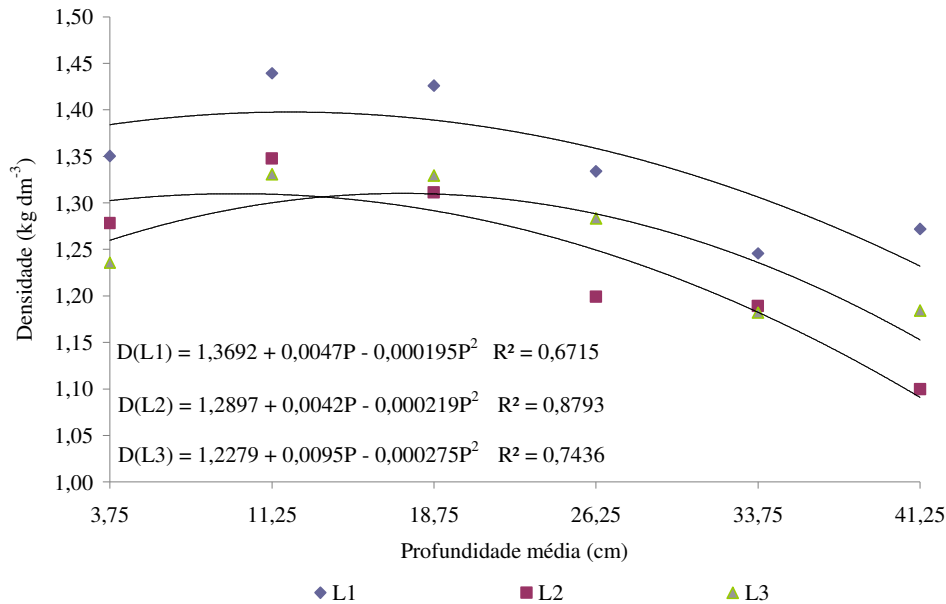
As lâminas de água fornecidas somente proporcionaram diferenças significativas para as classes de agregados de 4,76-2,00 mm, 0,50-0,25 mm e menores que 0,25 mm de diâmetro. Com a aplicação das menores lâminas de água ( $L_3$ ), obteve-se as maiores quantidades de agregados maiores (4,76-2,00 mm de diâmetro), seguido pelas parcelas em que se adicionaram quantidades intermediárias de água ( $L_2$ ) e por último, com o seu maior fornecimento ( $L_1$ ). Ao mesmo tempo, também com o aumento da quantidade de água no solo houve, proporcionalmente, aumentos nos

percentuais de agregados menores, como aqueles classificados nas classes de 0,50-0,25 mm e menores que 0,25 mm de diâmetro. A partir dessas informações pode-se inferir que houve diminuição nos percentuais de agregados maiores à medida que se aumentou a quantidade de água no solo, que pode ter ocorrido, provavelmente, em função de sua ação benéfica sobre a microflora do solo, aumentando a decomposição de matéria orgânica do solo, que seria responsável por parte da sua CTC e, conseqüentemente, do processo de agregação. Por outro lado, pode-se considerar que o aumento da água no solo aumentaria a possibilidade de lixiviação de íons no solo, dentre os quais estariam parte dos cátions que poderiam participar do referido processo de agregação.

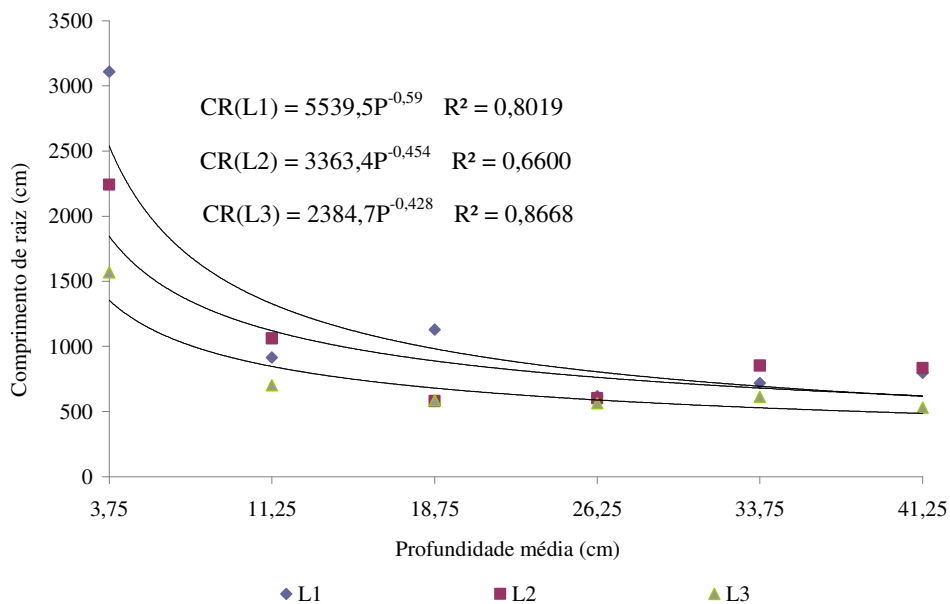
O maior valor de densidade do solo observado ( $1,44 \text{ kg dm}^{-3}$ ) foi obtida na camada de 7,5-15 cm de profundidade (profundidade média de 11,25 cm), com a utilização da máxima lâmina de água aplicada ( $L_1$ ), conforme observado na Figura 2. Este fato explica a redução do desenvolvimento radicular da cultura do milho nesta camada, como se pode observar na Figura 3, ou seja, um maior desenvolvimento radicular na camada mais superficial do solo (0-7,5 cm de profundidade) para todos os tratamentos, com destaque para o valor obtido com o uso da maior lâmina de água, e a

consequente maior diminuição desse parâmetro até a camada de 7,5-15,0 cm de profundidade, o que pode ter ocorrido em função do maior adensamento no solo, resultado do maior fornecimento de água ao

solo. Estes resultados estão de acordo com os apresentados por Bertrand & Khonke (1957) e Rosa Junior (2000).



**Figura 2.** Densidade do solo (D) em função da profundidade do solo (P) e das lâminas de água aplicadas (L1 = 105 mm; L2 = 87,5 mm; e L3 = 70 mm) em um Latossolo Vermelho Distroférrico, cultivado com milho no sistema plantio direto.



**Figura 3.** Comprimento de raiz (CR) em função da profundidade do solo (P) e das lâminas de água aplicadas (L1 = 105 mm; L2 = 87,5 mm; e L3 = 70 mm) em um Latossolo Vermelho Distroférrico, cultivado com milho no sistema plantio direto.





Dentre os efeitos negativos do aumento dos valores da densidade do solo pode-se citar a sua ação restringindo a penetração de raízes no solo, embora este deva estar com um conteúdo de água mais elevado o que, a princípio, poderia facilitar as condições para que o solo, estando mais “lubrificado”, pudesse proporcionar às raízes melhores condições de vencer a resistência do solo à sua penetração. Outro efeito negativo é que este solo poderia, pela diminuição da porosidade total e mais especificamente pelo aumento da microporosidade, não estar apresentando condições para que haja no solo as condições mínimas de oxigenação, e desta forma, não propiciar as melhores condições que as plantas necessitam para obter a energia necessária para absorver, além de nutrientes essenciais, a própria água, a qual estaria presente no solo, mas em sua maior parte retida sob tensões de retenção maiores, tornando-a, até mesmo, indisponível.

Entre as camadas de 15-22,5 cm e 22,5-30 cm de profundidade, ainda se constatou um efeito restritivo ao crescimento das raízes promovido por reduções nos valores de densidade do solo, o que pode ser observado pelos menores valores encontrados de comprimento das raízes nestas profundidades, a partir das quais, aparentemente, as plantas teriam maiores facilidades de desenvolvimento de suas raízes (Figura 3). Pela análise da Figura 3 se pode observar um ponto de estrangulamento no crescimento das raízes na camada do solo localizada entre 22,5-30,0 cm de profundidade, o que pode ter ocorrido em função de “espelhamento” produzido pelo atrito de discos nesta profundidade do solo, pela sistemática ação de implementos nos anos subsequentes de uso da área em questão.

Um fato que pode suscitar questionamentos na Figura 3 é a brusca queda no crescimento radicular, na camada de 7,5-15,0 cm de profundidade, para o tratamento L<sub>1</sub>. A explicação para o ocorrido é que nesta camada, que existe um máximo em termos de densidade do solo (Figura 2), pode estar havendo déficit de aeração, promovido pela maior retenção de água nesta faixa, que seria o agente causal da diminuição do crescimento radicular da cultura.

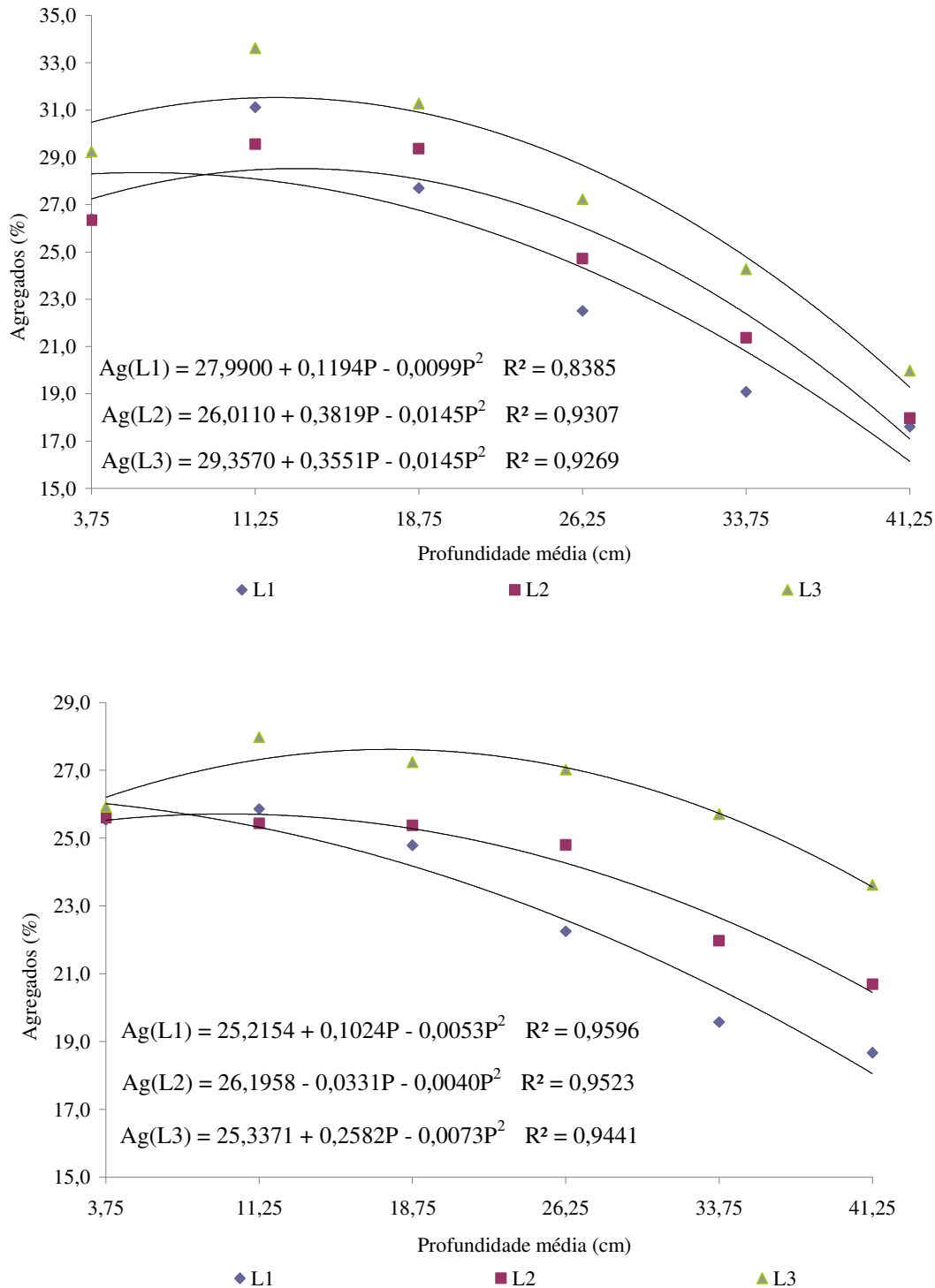
Analisando a Figura 4 constatou-se a ação da aplicação das lâminas de água sobre os valores obtidos de agregados, demonstrando que com o menor fornecimento da lâmina de água (L<sub>3</sub>) obteve o maior percentual de macro-agregados (agregados maiores que 2 mm de diâmetro), diminuindo com o

aumento da lâmina de água. Inversamente proporcional ocorreu para os micro-agregados (agregados menores que 0,5 mm de diâmetro), como se verifica na Figura 5. A presença de menores quantidades de macro-agregados no L<sub>1</sub> pode ser devido à desagregação causada pela água o que estaria de acordo com Rosa Junior (1994), que possivelmente foi a causa do maior adensamento do solo na camada de 7,5-22,5 cm de profundidade, onde por eluviação das partículas de argila dispersa em água foram se acumulando nestas camadas.

Estudando separadamente os agregados por classes de tamanho, como é o caso dos agregados compreendidos nas classes de 9,52-4,76 mm e 4,76-2,00 mm de diâmetro (Figura 4), pode-se observar a mesma tendência constatada na Figura 3, no entanto, dois comentários específicos podem ser feitos, sendo o primeiro deles relativo ao fato de que há diminuição na quantidade total dos agregados contidos nas duas classes estudadas em função da profundidade do solo, o que pode estar ocorrendo em decorrência da diminuição da matéria orgânica e da CTC do solo, já que este último atributo do solo depende diretamente da elevação do pH, o qual diminui também com a profundidade; e o segundo, e mais curioso é que, principalmente para os agregados compreendidos entre as peneiras de 9,52 e 4,76 mm de malha, que tiveram seus quantitativos aumentados na camada de 7,5-15,0 cm de profundidade. Nesse caso, embora efetivamente se tivesse proporcionado um aumento na quantidade desses agregados obtidos por peneiramento nessas condições, deve ficar claro que necessariamente esses “aglomerados” de solo não são agregados, e sim, o que Rosa Junior (1984) denominou de “empacotamento de solo” ou pequenos torrões que, sob a ação da água dissolve-se quase que totalmente.

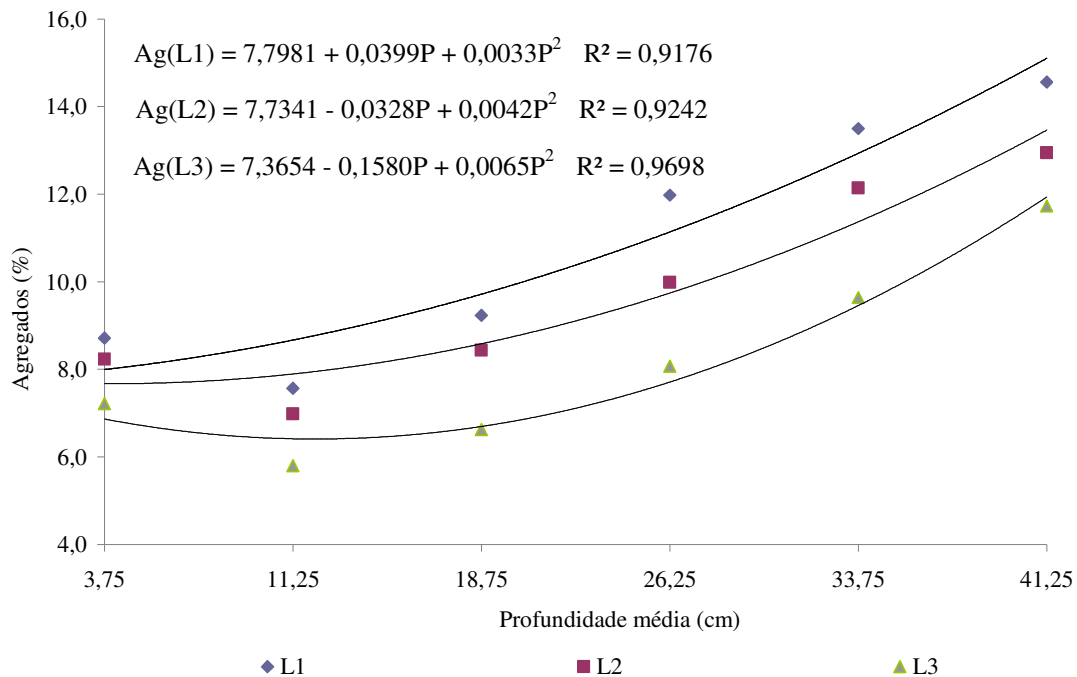
Os valores obtidos de produtividade para a cultura do milho também seguiram os efeitos das lâminas de água fornecidas, de tal forma que com a aplicação da maior lâmina (L<sub>1</sub>) se obteve a menor produtividade média (9.382,9 kg ha<sup>-1</sup>), contra 10.183,7 kg ha<sup>-1</sup> e 10.690,1 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para a lâmina intermediária (L<sub>2</sub>) e menor lâmina de água (L<sub>3</sub>). Esse aumento nos valores de produtividade observado à medida que ocorre o decremento nas quantidades de água adicionadas, pode ter ocorrido em função do aumento dos valores de densidade do solo (Figura 2). Essa ocorrência deve considerar que o pequeno volume de água fornecido pela irrigação para a cultura do milho foi pontual, pois se ressalta

que esta área está recebendo água via irrigação a mais de cinco anos.



**Figura 4.** Conteúdo de agregados (Ag) em função da profundidade (P) e das lâminas de água aplicadas (L1= 105 mm; L2= 87,5 mm; e L3= 70 mm) em um Latossolo Vermelho Distroférico, cultivado com milho no sistema plantio direto, a) classe de tamanho de 9,52-4,73 mm; e b) classe de tamanho de 4,76-2,00 mm.

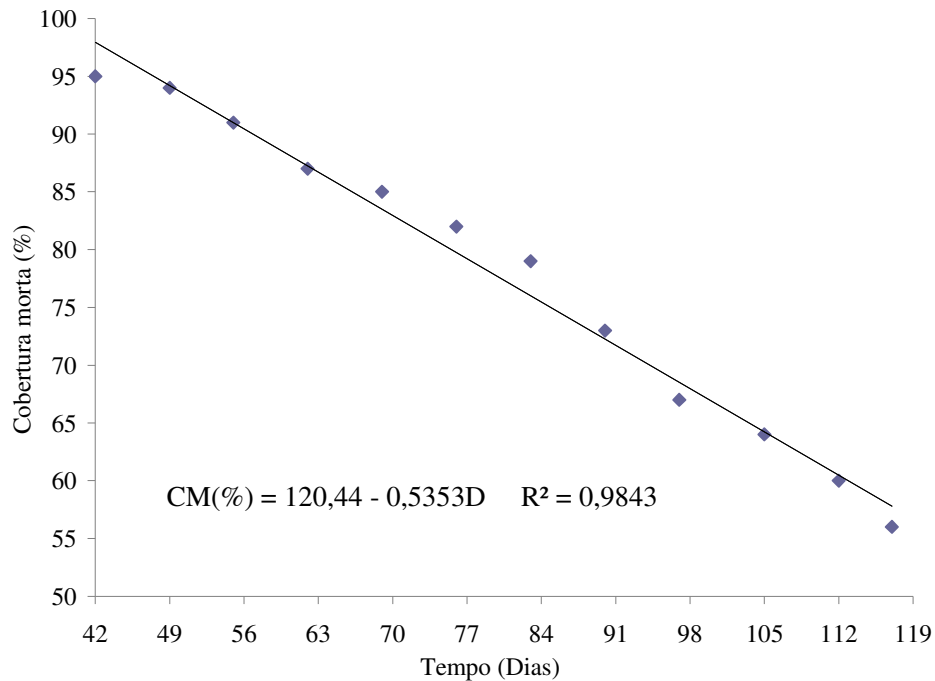




**Figura 5.** Conteúdo de agregados (Ag) em função da profundidade (P) e das lâminas de água aplicadas (L1 = 105 mm; L2 = 87,5 mm; e L3 = 70 mm) em um Latossolo Vermelho Distroférrico, cultivado com milho no sistema plantio direto.

Para uma mesma época de amostragem da cobertura morta, não se observou diferenças significativas entre os tratamentos estudados. No entanto, e independentemente da quantidade de água fornecida (valores médios entre L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> e L<sub>3</sub>), a cobertura morta superficial, em porcentagem de solo coberto (Figura 6), foi determinada por medições no decorrer do experimento, demonstrando que não se produziu matéria orgânica em quantidade suficiente para proporcionar condições de cobertura sobre o solo, o que seria um problema para o sistema de plantio direto, ou o fato de se fornecer água por irrigação de forma complementar aumentou ainda mais a velocidade de decomposição dos resíduos orgânicos deixados na superfície.

Além de ter sido expressiva a diminuição da porcentagem de cobertura morta durante o ciclo da cultura do milho (Figura 6), ocorreu de forma diferente entre as lâminas de água aplicadas (Tabela 1). Observou-se uma redução maior nas parcelas que receberam as menores lâminas de água, caso em que a cobertura morta superficial chegou ao seu mínimo (57%), com redução de 39% da cobertura morta inicial, o que, em condições de falta de irrigação, poderia implicar em sérios problemas às culturas cultivadas. A menor redução (34%, em relação ao conteúdo inicial), aconteceu com a aplicação da maior lâmina de água (L<sub>1</sub>), que talvez tenha ocorrido em função do excesso de água ter restringido as condições ambientais ótimas necessárias aos organismos decompositores.



**Figura 6.** Cobertura morta superficial (CM) em função do tempo após semeadura em um Latossolo Vermelho Distroférico, cultivado com milho no sistema plantio direto irrigado.

**Tabela 1.** Cobertura morta superficial no início e término do ciclo da cultura do milho em função das lâminas de água aplicadas

Avaliações	Cobertura morta superficial (%) em função das lâminas de água aplicadas no solo		
	L <sub>1</sub> (105 mm)	L <sub>2</sub> (87,5 mm)	L <sub>3</sub> (70 mm)
Início do ciclo da cultura (42 dias)*	96	93	96
Término do ciclo da cultura (117 dias)*	62	56	57
Perda de cobertura morta superficial durante o ciclo da cultura do milho	34	37	39

\*Dias após a semeadura

### Conclusões

Houve aumento significativo nos valores de densidade do solo, interferindo negativamente sobre a produtividade da cultura do milho;

Com os mesmos índices de lâmina de água aplicada houve redução no tamanho dos agregados com aumento da profundidade;

A ação da aplicação das lâminas de água sobre os valores obtidos de agregados demonstra que com o menor fornecimento de água tem-se o maior percentual de macro-agregados, diminuindo com o aumento da lâmina de água aplicada;

### Referências

ALMEIDA, B.G. **Avaliação do impacto do manejo com irrigação em solos brunos não cálcicos do estado de Sergipe**. 1995. Tese (Mestrado). Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1995. 117p.

BERTONI J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo. Ícone, 1990. 355p.

BERTRAND, A.R.; KOHNKE, H. Subsoil conditions and their effects on oxygen supply and the growth of corn roots. **Soil Science Society of America**, v.21, p.135-9, 1957.



BERTSCH, P.M.; THOMAS, G.W. Potassium status of temperate region soil. In, Munson, R.O. Potassium in Agriculture, **Soil Science Society of America**, p.131-162. 1985.

BLAKE, G. R. Bulk density. In: BLACK, C.A. Methods of soil analysis. Madison: **American Society of Agronomy**, 1968. p.344-90 (Agronomy series n° 9).

CAMARGO, O.A. **Compactação do solo e desenvolvimento das plantas**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 44p.

CHOUDHURY, E.N.; OLIVEIRA, C.A.V. **Influência do preparo de solo na produção de melancia e na compactação em Latossolo Vermelho Amarelo irrigado**. Petrolina, Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semi-Árido, 1982, 24p. (Boletim de Pesquisas, 13)

COELHO, R.D. **Análises físicas de solo para projetos e manejo de sistemas de irrigação**. In: MAQUINARIA Agrícola. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, p.4-5, 1992.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de solos. (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de Métodos de análise de solo/** Centro Nacional de Pesquisa de solos. -2. ed. ver. Atual. - Rio de Janeiro, 1997. 212p.: il. (EMBRAPA - CNPS. Documentos; 1).

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

FANCELLI, A.L. Milho e Feijão: elementos de manejo em agricultura irrigada. In: DOURADO NETO, D.; SAAD, A.M.; JONG VAN LIER, Q. **Fertirrigação**: algumas considerações. Piracicaba: ESALQ, Dep. de Agricultura, 1996. p.1-29.

GROHMANN, F. Análise de agregados de solos. **Bragantia**, v.19, n.13, p.201-13, 1960.

HENCKEL, P.A. Physiology of plants under drought. **Annual Review of plant physiology**, v.15, p.363-86, 1964.

LAWTON, K. The influence of soil aeration on growth and absorption of nutrients by corn plants. **Soil Science Society of America**, v.10, p.263-8, 1945.

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

ROSA JUNIOR, E.J.; SILVA, T.C.A.; COSTA, L.M. Efeito de sistemas e tempo de manejo sobre algumas características físicas de um Latossolo Roxo Distrófico no município de Ponta Porã-MS. **Revista Científica**, UFMS, Campo Grande, v.especial, p.26-32, 1988.

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

ROSA JUNIOR, E.J. **Efeito de sistemas de manejo e tempo de uso sobre características físicas e químicas de dois solos no Município de Ponta Porã - MS**, Imprensa Universitária, UFV, 1984, 89p. (Monografia de Mestrado).

ROSA JUNIOR, E.J. **Manejo e Conservação do Solo - Apontamentos**. Departamento de Ciências Agrárias, UFMS, Dourados. 1999. 173p.

ROSA JUNIOR, E.J. **Efeito de sistemas de manejo da cultura do milho (*Zea mays* L.) em um Latossolo Roxo na Região de Dourados - MS**. Botucatu, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, 2000. 112p. (Tese de Doutorado).

RUSSEL, E.J.; RUSSEL, E.W. **Las condiciones de suelos y el desarrollo de las plantas**. Madrid, aguilár, 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.875-84, 2000.

SHAW, R.H. Climate requirement. In: SPRAGUE, G.F. **Corn and Corn improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1977. p.599-617.

SILVA, A.J.N. **Características de Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar**



## **Revista Agrarian**

ISSN: 1984-2538

**no Estado de Alagoas.** 1996. Tese (Mestrado). Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1996, 133p.

STEGMAN, E.C. Soybean yields as influenced by timing of ET deficits. **Transaction of ASAE**, St. Joseph, v.32, n.2, p.551-557, 1989.

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

USDA. **World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE) report**, USDA, [www.usda.gov/news/calindex.htm](http://www.usda.gov/news/calindex.htm), WASDE-382, January 11, 2002.

WINTER, E.J. **A água, o solo e a planta**. E. J. Winter; traduzido pelos professores Klaus Reichardt e Paulo L. Libardi. São Paulo, EPU, Ed. da Universidade de São Paulo, 1976. 170p.