

AVALIAÇÃO DAS PERDAS (HÍDRICAS E MINERAIS) EM SOLOS DE TEXTURA ARENOSA, UTILIZANDO CAMADAS DE IMPEDIMENTO

Marília Cândida de Oliveira

Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP - Campus de Botucatu

Affonso Maria de Carvalho

Departamento de Ciência do Solo - UNESP - Botucatu-SP - CP:237 - CEP 18603-970

Ademércio Antônio Paccola

Departamento de Ciências Ambientais - UNESP - Botucatu-SP - CP:237 - CEP 18603-970

1 RESUMO

O presente trabalho, conduzido em vasos e em condições de casa de vegetação, teve como objetivo avaliar as perdas hídricas e minerais em solos de textura arenosa, utilizando camadas de impedimento.

Foram utilizados três (3) tipos de solos: Cambissolo eutrófico Latossólico textura arenosa (CeL); Areia Quartzosa distrófica Latossólica (AQdL) e Areia Quartzosa distrófica (AQd).

Estabeleceram-se as seguintes camadas de impedimento: pedrisco, argila bentonítica, lona plástica e asfalto, além da testemunha (sem camada de impedimento), e vasos complementares (sem camadas de impedimento e sem plantas).

No trabalho utilizaram-se vasos de dois (2) litros, onde foram colocados os solo e camada de impedimento, utilizando-se as seguintes culturas: aveia preta (*Avena strigosa* Scheb.) e feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* sp.).

As determinações efetuadas foram: quantidade de água necessária, volume de material percolado, quantidade dos elementos químicos no percolado (N, P, K, Ca e Mg), quantidade total dos elementos químicos percolados, peso de material seco da aveia preta e feijoeiro e análise química da parte aérea do feijoeiro.

Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões: a camada de impedimento com asfalto determinou as menores quantidades de água necessária e valores médios superiores de pesos de material seco; a Areia Quartzosa distrófica (AQd) apresentou volume total de material percolado, e valores médios de percolação mais elevados para os elementos químicos determinados. Em relação aos valores médios dos pesos de material seco, verifica-se a seguinte seqüência de eficiência: asfalto > lona plástica > argila bentonítica > pedrisco > testemunha.

UNITERMOS: Camadas de impedimento, perdas hídricas, perdas minerais, aveia preta, feijão.

OLIVEIRA, M.C., CARVALHO, A.M., PACCOLA, A.A. Estimation (mineral and hydric) losses in sand soils, through impediment layers.

2 ABSTRACT

This work aimed to estimate mineral and hydric losses in sand soils, through impediment layers. Three soil types were used: eutrophic Torripsamment (CeL) dystrophic Quartzpsamment (AQdL); and dystrophic Quartzpsamment (AQd). The following impediment layers were used: small stones (2.00 mm diameter), bentonitic clay, plastic canvas, asphalt and other treatment without any impediment or artificial obstruction or plants. Black oat (*Avena strigosa*, Scheb) and bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) were sowed in the liter pots with the impediment layer treatments. The determinations were: plant water needs, water and minerals (N, P, K, Ca and Mg) transported through the impediment layers, dry material of black oat and bean, and chemical analysis of aerial part of bean. The results allowed the conclusions; the asphalt impediment layer showed the smallest amount of water for plants and the highest average values of dry material weight; the dystrophic Quartzpsamment (AQd) showed the highest total volume of leached and chemical elements transported through the layer in relation to dry material weight; the follow efficiency sequence was found: asphalt > plastic canvas > bentonitic clay > small stone.

KEYWORDS: Hydric losses; impediment layers, mineral losses

3 INTRODUÇÃO

Um solo de textura arenosa, apresenta mais de 85% de areia e o de textura argilosa acima de 35% de argila, significando que um solo argiloso apresenta grande capacidade de retenção de água e nutrientes, ao contrário ocorre com um solo arenoso (Klar, 1991).

Os solos arenosos por possuírem maiores quantidades de macroporos, apresentando permeabilidade elevada (Vieira, 1983) e, sabendo que, a porosidade está diretamente ligada a drenagem interna de um solo, problemas de perdas de água e nutrientes ao longo do perfil desses solos, crescem a cada dia, visto que, macro e micronutrientes perdem-se no solo através da volatilização, erosão, lixiviação e colheitas. Frente tais problemas, é importante ressaltar a finalidade deste trabalho, em propor condições na modificação das características e propriedades de alguns tipos de solos de textura arenosa, avaliando

as perdas hídricas e minerais através da percolação utilizando camadas de impedimento, como forma de barreiras nos solos (Erickson et al. (1968); Robertson et al. (1973); Cavalcanti (1994); Chakrabarti et al. (1991); Singer et al. (1979); Pierri (1979); Plaut (1988), proporcionando à esses solos condições na disponibilidade de água e nutrientes na zona radicular, menores perdas por percolação dos elementos químicos essenciais ao desenvolvimento das plantas, além de considerar que os resultados possam contribuir de alguma forma no segmento da ciência solo-água-planta.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Câmpus da UNESP de Botucatu-SP, FCA, Fazenda Experimental Lageado em vasos e em casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Ciências Ambientais.

Foram utilizados três tipos de solos: Cambissolo Latossólico eutrófico -CeL; Areia Quartzosa Latossólica distrófica -AQdL e Areia Quartzosa distrófica - AQd. Os dois primeiros solos foram classificados pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS) da EMBRAPA (1988). Consideraram-se: CeL = Solo1; AQdL = Solo2 e Aq = Solo3.

Cada solo, após amostrado, foi homogeneizado e uma porção de cada tipo de solo encaminhado ao Laboratório de Física e Química de Solos do Departamento de Ciência do Solo para as devidas análises: físicas (EMBRAPA, 1979) e químicas (Rajj et al., 1987).

Utilizaram-se cinco tipos de camadas de impedimento, com três repetições cada, nos três tipos de solos: argila, pedrico, bentonítica, lona plástica, asfalto e o mesmo solo (testemunha), semeando-os com aveia preta (*Avena strigosa* Scheb) e feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* sp), com o objetivo de avaliar qual(is) as camada(s) de impedimento que melhor(es) mantivesse(m) as condições hídricas e minerais nos solos.

Paralelo ao trabalho, consideraram-se, para complementação do mesmo, mais duas repetições para cada tipo de solo, sendo as camadas de impedimento, o mesmo solo, considerados vasos complementares, os quais não foram semeados. Esta complementação foi de se buscar uma resposta direta para cada tipo de solo através das diferenças entre as perdas hídricas e minerais obtidas pelos materiais percolados dos vasos semados, e dos vasos não semeados.

Empregaram-se cinquenta e uma garrafas plásticas descartáveis, consideradas vasos, com capacidade de dois litros cada, encaixadas em bancadas de madeira perfuradas.

A base (extremidade inferior) de cada vaso foi retirada para facilitar a montagem das camadas de impedimento e semeadura. A extremidade inferior retidada foi colocada na parte de cima do orifício da bancada e a extremidade superior (boca com tampa de rosca) abaixo do mesmo. Cada tampa plástica foi perfurada com broca de três milímetros, onde foi encaixado neste orifício a ponta de um tubete de polietileno exercendo a função de dreno da água percolada, e a outra ponta do tubete colocada livremente em frasco coletor com capacidade de 150 ml cada. Os tubetes utilizados mediram 0,25m de comprimento cada um.

Quadro 1. Número de vasos utilizados no trabalho em cada camada de impedimento.

Camadas de impedimento	Solo1 Nº vasos	Solo2 Nº vasos	Solo3 Nº vasos
Pedrisco	3	3	3
Argila bentonítica	3	3	3
Lona plástica	3	3	3
Asfalto	3	3	3
Testemunha	3	3	3
Total Vasos	15	15	15

As camadas superiores dos solos estudados (solos acima das camadas de impedimento) e semeados receberam calagem (calcáreo dolomítico), correspondendo a 2,5 ton/ha (2,0g/vaso), recomendada para tais solos por Cavalcanti (1994) e, adubação necessária com NPK para a aveia preta de acordo com Boletim Técnico Instituto Agrônômico (1986), correspondente a 20-80-40 kg/há, utilizando-se superfosfato simples (0,15g/vaso) no perfilhamento 915 dias após o plantio, e adubação de cobertura, correspondente a 20 kg/ha de N (0,10g/vaso), utilizando o sulfato de amônio.

O calendário de plantio e corte adotado foram: 10/10/95 - semeadura da aveia preta; 25/10/95 - início de geminação, 20/11/95 - corte da aveia preta; 23/11/95 - semeadura do feijão e 12/01/96 - corte das plantas do feijoeiro.

Para determinação das quantidades de água necessárias, determinou-se a percentagem de umidade na capacidade de campo, encontrando para os Solos 1, 2 e 3: 13,50%; 14,00% e 16,00%, respectivamente.

A metodologia estabelecida de turno de rega nas plantas buscou-se em manter o solo com 20% acima das capacidades de campo encontradas (Solos 1, 2 e 3: 16,20%; 16,80% e 19,80%, respectivamente) através da pesagem dos vasos a cada 5 dias.

No trabalho procurou-se avaliar quantitativamente as perdas hídricas e minerais nos solos quando irrigados com uma quantidade de água correspondente a 20% acima da capacidade de campo.

As quantidades de água necessárias foram determinadas da seguinte forma:

Peso úmido do solo com 20% acima da capacidade de campo - peso do solo no momento da pesagem.

As diferenças nos pesos do solo corresponderam às quantidades de água necessárias adicionadas.

Foi determinada a média das quantidades de água necessárias a serem adicionadas aos vasos.

Dos materiais percolados foram analisados os seguintes elementos químicos: N, P, K, Ca e Mg, onde:

N - obtido através de destilação e titulação de acordo com Bremer (1965);

K, Ca e Mg - leituras realizadas através de espectrofotômetro de absorção atômica e;

P - leituras realizadas através de fotocolorímetro.

As partes aéreas cortadas da aveia preta e feijoeiro foram levadas à estufa (70°C), por 24 horas, para secagem, e, pesadas em seguida. Apenas o material seco do feijoeiro foi encaminhado para análise química da parte aérea, pois o conteúdo do material seco da aveia preta não foi suficiente para moagem (realizada comumente para análise química do material).

As análises químicas realizadas na parte aérea do feijoeiro foram efetuadas com leituras realizadas através de espectrofotômetro de absorção atômica dos elementos químicos: N, P, K, Ca e Mg, segundo técnica descritas por Malavolta et al. (1989).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram submetidos a análise estatística, aplicando-se teste tukey a 5% de significância nas comparações múltiplas das seguintes médias: dos pesos do material seco da aveia preta e feijoeiro, das quantidades de água necessárias aplicadas nos Solos 1, 2 e 3 utilizando as diversas camadas de impedimento e, das análises dos elementos químicos dos materiais percolados.

Conforme mostra o Quadro 2, os valores médios do total das quantidades de água aplicadas nos três solos, mostram que o comportamento dos mesmos é semelhante, com maior necessidade de adição de água para os vasos complementares, com o Solo3 apresentando maior necessidade de adição de água, seguido pelo Solo 1 e 2.

Quadro 2. Comparação múltipla* das camadas de impedimento quanto às médias do total de quantidades de água (ml) necessárias adicionadas nos diferentes solos.

Camada de impedimento	Solo1	Solo2	Solo3
Vasos complementares	4159,40a	4095,45 ^a	5558,30a
Pedrisco	2245,27 c	1889,63 c	3245,27 c
Argila bentonítica	766,00 e	981,77 e	1592,07 e
Lona plástica	990,43 d	1339,23 d	2269,87 d
Asfalto	520,77 f	629,30 f	1075,50 f
Testemunha	3347,73 b	2425,10 b	3941,93 b
C.V. (%)	0,15	0,15	0,15

* Teste Tukey a 5%. Camada de impedimento com médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente entre si; seguidas de letras diferentes são declaradas estatisticamente diferentes entre si.

A utilização das camadas de impedimento reduziu a necessidade de água em relação aos vasos complementares, com uma necessidade hídrica em relação a testemunha, na seguinte seqüência: camada de impedimento com pedrisco, lona plástica, argila bentonítica e asfalto; todas diferindo estatisticamente entre si. Estes valores mostram que a utilização do asfalto como camada de impedimento proporcionou a necessidade de menor adição de água ao sistema, estando esta adição relacionada mais à evapotranspiração do sistema instalado que à percolação da água, sugerindo a simulação de um sistema hidropônico. Fato semelhante foi observado por Robertson et al. (1973).

A análise do Quadro 3, mostra valores médios do volume total de material percolado mais elevados nos vasos complementares, seguido pela testemunha e, em seguida com a camada de impedimento com pedrisco, apresentando valores médios inferiores, nos três (3) solos estudados. O Solo3 apresenta valores médios de material percolado mais elevado, seguido pelo Solo2, e com o Solo1 menores valores, em perfeita concordância com a textura destes solos (Solo3 > Solo2 > Solo1).

Quadro 3. Comparação múltipla* das camadas de impedimento quanto às médias do volume total de percolado nos diferentes solos.

Camadas de impedimento	Solo1	Solo2	Solo3
Vasos complementares	1033,80a	1082,45 ^a	1479,45a
Pedrisco	884,17 c	929,57 c	1359,03 c
Testemunha	947,93 b	987,57 b	1413,73 b
C.V. (%)	0,40	0,40	0,40

Teste Tukey a 5%. Camada de impedimento com médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente entre si; seguidas de letras diferentes são declaradas estatisticamente diferentes entre si.

A camada de impedimento com pedrisco, apresentou seqüência de percolação semelhante àquela dos vasos complementares, com o Solo1 (maior teor de argila) apresentando perdas por percolação maiores que o Solo2, que por sua vez, apresentou perdas por percolação maiores que o Solo3. Isto evidencia a pequena eficiência do pedrisco como camada de impedimento

Os dados referentes ao total dos elementos percolados, contidos no Quadro 4 mostram uma pequena variação, quando considerado o elemento percolado, relacionado com a presença e/ou ausência de pedrisco como camada de impedimento utilizada, uma vez que, dentre as camadas de impedimento utilizadas, apenas esta permitiu percolação.

Quadro 4. Média da somatória do total dos elementos químicos percolados dos vasos complementares, com camadas de impedimento de pedrisco e testemunhas, com Solos 1, 2 e 3.

Elemento	Solos	VASOS		
		Complementares	com Pedrisco	Testemunhas
N	1	89,26	161,20	143,79
	2	94,01	136,48	127,96
	3	500,23	147,89	148,01
P	1	1,61	1,43	1,58
	2	1,68	2,04	2,19
	3	2,00	4,65	4,33
K	1	62,23	75,80	93,17
	2	46,63	76,55	105,59
	3	8,98	37,31	309,51
Ca	1	75,01	274,08	346,48
	2	57,37	262,62	305,22
	3	30,13	80,88	391,80
Mg	1	15,50	36,00	67,86
	2	9,90	28,62	44,23
	3	5,40	12,01	85,18

Os valores médios dos pesos do material seco da aveia preta e feijoeiro, (Quadro 5) mostraram que a utilização do asfalto como camada de impedimento, proporcionou valores médios mais elevados que aqueles obtidos nas demais camadas de impedimento, sendo que a utilização de pedrisco como camada de impedimento apresentou valores médios inferiores. Valores com maiores produções utilizando asfalto como camada de impedimento foram obtidos por Erickson et al. (1968).

Quadro 5. Comparação múltipla* das camadas de impedimento quanto as médias dos pesos do material seco (g) da aveia preta e do feijoeiro nos diferentes solos.

Camada de impedimento	Aveia preta	Feijoeiro		
		Solo1	Solo2	Solo3
Pedrisco	0,613 c	4,617 b	5,057 c	5,803 c
Argila bentonítica	0,777 b	5,693a	5,813 b	6,727 b
Lona plástica	0,767 b	5,193ab	6,527 ^a	6,443 b
Asfalto	1,245a	5,720a	6,933 ^a	7,933a
Testemunha	0,347 d	3,473	4,493	5,047 d
C.V. (%)	9,522	6,350	6,350	6,350

* Teste Tukey a 5%. Camadas de impedimento com médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente entre si; seguidas de letras diferentes são declaradas estatisticamente diferentes entre si.

Para aveia preta não ocorreu efeito significativo entre os Solos 1, 2 e 3 nas diversas camadas de impedimento (Quadro 6). Entretanto, para o feijoeiro, houve diferença entre os Solos 1, 2 e 3 (Quadro 5), onde, em cada solo o comportamento das camadas de impedimento segue o descrito anteriormente.

Quadro 6. Comparação múltipla* dos tipos de solos quanto as médias dos pesos do material seco (g) da aveia preta.

Tipos de solos	Peso do material seco
1	0,722 ^a
2	0,743 ^a
3	0,786 ^a
C.V. (%)	9,522

* Teste Tukey a 5%. Tipos de solos com médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente entre si; seguidas de letras diferentes são declaradas estatisticamente diferentes entre si.

Os resultados da análise química do feijoeiro, mostrados no Quadro 7 revelam que os valores médios do elementos N nos solos 2 e 3, a camada de impedimento com lona plástica foi a que promoveu o maior teor deste elemento.

Quadro 7. Comparação múltipla* das camadas de impedimento quanto as médias do elemento N na análise química da parte aérea do feijoeiro nos diferentes solos (g.kg⁻¹).

Camada de impedimento	Solo1	Solo2	Solo3
Pedrisco	12,000 d	20,270 ^a	19,170 b
Argila bentonítica	12,700 c	12,270 c	11,570 c
Lona plástica	12,430 cd	19,670 ^a	22,400a
Asfalto	19,300a	12,430 c	19,400 b
Testemunha	15,630 b	16,770 b	19,370 b
C.V. (20,620	20,620	20,620

* Teste Tukey a 5%. Camadas de impedimento com médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente entre si; seguidas de letras diferentes são declaradas estatisticamente diferentes entre si.

Observando-se os valores médios destes elementos, verifica-se que o Solo3 apresenta valores médios superiores àqueles do Solo2, o qual apresenta valores médios superiores àqueles do Solo1.

Pelos valores médios, apresentados no Quadro 8, de uma maneira geral, para os elementos P, K, Ca e Mg, a camada de impedimento com asfalto possibilitou a ocorrência de maiores teores desses elementos na parte aérea. Para os elementos P, K, Ca e Mg a condição já discutida para o desenvolvimento da parte aérea, que leva em conta uma simulação de um cultivo hidropônico, é o que promoveu o maior teor desses elementos para a camada de impedimento com asfalto, devido ao fato desta camada restringir sensivelmente a percolação de água.

Quadro 8. Comparação múltipla* das camadas de impedimento quanto as médias dos elementos P, K, Ca e Mg, na análise química da parte aérea em feijoeiro (g.kg⁻¹).

Camada de impedimento	Elementos			
	P	K	Ca	Mg
Pedrisco	1,380ab	11,100 b	8,230 b	2,340 b
Argila bentonítica	1,140 b	12,100ab	8,460 b	2,790 b
Lona plástica	1,480ab	12,900ab	8,990 b	2,560 b
Asfalto	1,460ab	15,500a	13,200a	4,160a
Testemunha	1,680a	11,500 b	9,430 b	2,590 b
C.V. (%)	19,876	20,894	11,770	13,651

* Teste Tukey a 5%. Camadas de impedimento com médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente entre si; seguidas de letras diferentes são declaradas estatisticamente diferentes entre si.

Considerando-se os valores médios dos teores dos elementos químicos da parte aérea em feijoeiro, apresentados no Quadro 9, verifica-se que, para o elemento P, o Solo3 apresenta teor significativamente superior aos Solos 1 e 2, os quais apresentam valores médios não diferenciados estatisticamente entre si. Fato semelhante ocorre com o elemento Mg. Para o elemento K, os Solos 1 e 3 apresentam valores médios superiores àqueles apresentados pelo Solo2. O elemento Ca apresenta valores médios mais elevados no Solo1 do que no Solo2, diferindo estatisticamente entre si, sendo que o Solo3 apresenta valores médios, porém não diferindo estatisticamente dos revelados nos Solos 1 e 2.

Quadro 9. Comparação múltipla* dos tipos de solos quanto as médias dos elementos P, K, Ca e Mg (g.kg⁻¹), na análise química da parte aérea em feijoeiro.

Solos	Elementos			
	P	K	Ca	Mg
1	1,32	13,14	10,26	2,73
2	1,33	10,86	9,08	2,72
3	1,63	13,92	9,64	3,21
C.V. (%)	19,876	20,894	11,770	13,651

* Teste Tukey a 5%. Tipos de solos com médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente entre si; seguidas de letras diferentes são declaradas estatisticamente diferentes entre si.

6 CONCLUSÕES

A análise dos resultados permitiu as seguintes conclusões:

- a camada de impedimento com o asfalto propiciou valores médios de peso do material seco superiores àqueles das demais camadas de impedimento estudadas, evidenciando que, com a menor percolação, ocorreu um melhor aproveitamento dos nutrientes adicionados;
- em relação à redução das perdas hídricas e minerais, dentre as camadas de impedimento utilizadas, verifica-se, em relação aos valores médios de peso de material seco, a seguinte seqüência de eficiência: asfalto > lona plástica > argila bentonítica > pedrisco.

7 AGRADECIMENTOS

Aos Profs. Drs. Affonso Maria de Carvalho, Ademércio Antônio Paccola e Antônio Evaldo Klar, pela cooperação na realização deste trabalho, e aos Departamentos de Engenharia Rural, Ciência do Solo e Ciências Ambientais pelo total apoio e ao Tec. Espec. Informática José Luis Barbosa de Souza pela digitação e diagramação final deste trabalho.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLETIM TÉCNICO INTITUTO AGRONÔMICO. Campinas:Instituto Agrônômico, n.200, 1986. 229p.
- BREMER, J.M. Total nitrogen. In: BLOCK, C.A. et al. *Methods of soils analysis*. American Society of Agronomy, 1965. v.2, p.1149-78 Monographies, 9.
- CAVALCANTI, A.C. *Melhoramento de solos arenosos por adição de material argiloso-mineral de alta atividade. Fertilidade, movimento e retenção de água*. Botucatu, 1994. 102p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- CHAKRABARTI, A.K., DE, P., BISWAS, R.K. Effect of mechanical bavier on lateral seepage loss in rice fields. *Environ. Ecol.*, v.9, p.290-1, 1991.
- EMBRAPA. *Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo*. REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLO, 10, 1979, Rio de Janeiro. Súmula... Rio de Janeiro, 1979b. p.1- 83
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. . Rio de Janeiro, 1988. 89p.
- ERICKSON, A.E., HANSEN, C.M., SMUCKER, J.M. The influence of subsurface asphalt baviers on the water properties and the productivity of sand soils. In: *Congr. Soil Sci. Trans*. 9th, p.331-7, 1968.
- KLAR, A.E. *Frequência e quantidade de aplicação*. São Paulo:Nobel, 1991. 157p.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G.G., OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas*. princípios e aplicações. Piracicaba:Potafós, 1989. 201p,
- PIERRI, C. Étude de la composition de la solution d'un sol sabreaus cultivé du Senegal a l'aide de capteurs en ceramique poreuse. *Agron. Trop.*, v.34, p.9-18, 1979.
- PLAUT, Z. *Vermiculite*: a substance to improve agricultural productivity of Brazilian cerrado soils. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1988. 72p. (mimeogr.)
- RAIJ, B.V., QUAGGIO, J.A., CANTARELLA, H. *Análise química do solo para fins de fertilidade*. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.
- ROBERTSON, W.K. et al. Influence of water manegement through irrigation and a subsurface asphalt layer on seasonal growth and nutrient uptake of corn. *Agron. J.*, v.65, p.866-70, 1973.
- SINGER, H.P., SINGER, R.P., SINGER, K. Effect of bentonite subsurface moisture barrier and run-off concentration an moisture storage and yeld of roundgourd grow in sand soils. *Indian J. Agric. Sci.*, v.49, p.880-5, 1979.
- VIEIRA, L.S. *Manual de morfologia e classificação de solos*. 2.ed. São Paulo: Agrônômica Ceres, 1983. p.144-5.