



## Resistência a penetração em solo de vazante cultivado com sorgo<sup>(1)</sup>

**José Raliuson Inácio Silva<sup>(2)</sup>; José Severino Cavalcante Junior<sup>(3)</sup>; Eduardo José Bezerra da Costa<sup>(4)</sup> Rodolfo Marcondes Silva Souza<sup>(5)</sup>; Euvaldo Pereira de Cerqueira Junior<sup>(6)</sup>; Eduardo Soares de Souza<sup>(7)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

<sup>(2)</sup> Estudante de graduação; Universidade Federal Rural de Pernambuco Unidade Acadêmica de Serra Talhada; Serra Talhada; [raliuson.agro@gmail.com](mailto:raliuson.agro@gmail.com); <sup>(3)</sup> Engenheiro Agrônomo; <sup>(4)</sup> Engenheiro Agrônomo; <sup>(5)</sup> Estudante de pós-graduação; Universidade Federal de Pernambuco; <sup>(6)</sup> Estudante de graduação; Universidade Federal Rural de Pernambuco Unidade Acadêmica de Serra Talhada; <sup>(7)</sup> Professor Adjunto; Universidade Federal Rural de Pernambuco Unidade Acadêmica de Serra Talhada.

**RESUMO:** Várias alternativas têm sido utilizadas para suprir a necessidade de água das culturas em regiões semiáridas, dentre elas o cultivo em vazante. O sucesso desse sistema pode ser aumentado com a utilização de palhada, por reduzir a perda de água do solo. Outro aspecto importante no cultivo em vazante diz respeito à resistência do solo a penetração que é uma propriedade física que exprime o grau de compactação. Por o sorgo suportar o estresse-hídrico é uma cultura de potencial para ser implanta em vazantes. Diante do contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da cobertura morta e de diferentes cultivares de sorgo na resistência a penetração de um solo de vazante no semiárido pernambucano. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial de 4 x 2 com três repetições, sendo o primeiro fator as cultivares de sorgo (IPA-SF467, IPA-SF25, IPA-4202 e IPA-2502) e o segundo dois níveis de cobertura: com e sem cobertura. Os testes de resistência à penetração foram feitos, utilizando-se um penetrômetro de Impacto modelo IAA/Planalsucar/Stolf, sendo procedidos em duas épocas, início do cultivo (Etapa 1) e entre as fases de reprodução e maturação (Etapa 2). Tanto na primeira como na segunda etapa não foi apresentada diferença significativa entre os tratamentos, bem como não houve diferença na interação entre os tratamentos, sendo isso observado para todas as variáveis analisadas. Porém quando se analisa as duas etapas, nota-se que na segunda a camada de 0-20 cm se diferenciou estatisticamente da primeira independente dos tratamentos.

**Termos de indexação:** Desenvolvimento de raízes, compactação, cobertura morta.

### INTRODUÇÃO

No Semiárido, várias alternativas têm sido utilizadas para suprir a necessidade de água das

culturas, dentre elas pode ser citado o cultivo de vazante, que consiste no cultivo na borda dos açudes, à medida que vai ocorrendo o rebaixamento do seu nível (ANTONINO & AUDRY, 2001).

O sucesso do sistema de vazante se deve a capacidade do solo armazenar água por período de tempo satisfatório à finalização do ciclo da cultura, associado à capacidade da planta suportar o estresse-hídrico e a tolerância da mesma a salinidade por causa do acúmulo de sais que ocorre nesse sistema de cultivo. Embora os solos de vazante funcionem como um excelente reservatório de água para a agricultura existe um desperdício muito grande através da evaporação de água desses solos, sobretudo no final do ciclo da cultura. A utilização de palhadas ou restolhos de culturas como cobertura morta, pode contribuir para retenção da umidade no solo, garantido a produção mais regular das plantas cultivadas (ANDRADE et al. 2002).

O sorgo é uma cultura que apresenta potencialidade para serem cultivadas nesse sistema e segundo Tabosa et al.(2010) o sorgo se comporta como uma cultura estratégica e alternativa, em face de suas características xerofílicas, que lhe conferem características de tolerância ao estresse hídrico e a salinidade.

Outro aspecto importante em solos de vazante diz respeito ao surgimento de encrostamentos, camadas adensadas na superfície do solo, que resultam em aumentos substanciais das suas resistências mecânicas e hidráulicas, levando a vários efeitos adversos. A resistência do solo a penetração é uma propriedade física que exprime o grau de compactação, e demonstra a facilidade ou a dificuldade de penetração das raízes (RIBON, 2002). Ela é dependente da densidade do solo, textura do solo, estrutura do solo, teor de matéria orgânica e principalmente da umidade do solo.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a resistência a penetração de um solo de vazante cultivado com sorgo e



submetido a duas condições de cobertura morta do solo (com e sem cobertura).

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental Dr. Lauro Bezerra Ramos, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, no município de Serra Talhada (latitude: 7°59'S, longitude: 38°15'O e altitude: 431 m), nas proximidades do Açude Saco, localizado na microrregião do Vale do Pajeú. O clima da região é do tipo BSw<sup>h</sup>, de acordo com a classificação de Köppen, e o solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2 com três repetições, sendo primeiro fator as cultivares de sorgo (IPA-SF467, IPA-SF25, IPA-4202 e IPA-2502) e o segundo a cobertura do solo (com e sem cobertura). O plantio do sorgo foi realizado manualmente, sendo utilizado o espaçamento de 0,80 m entre linhas e 0,15 m entre covas (três plantas/cova), seguindo as curvas de nível do local.

A resistência do solo à penetração (RP) foi determinada com o penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf (STOLF, 2005) e que tem como princípio de funcionamento a penetração de uma haste graduada em centímetros de ponta fina (30°) a partir do impacto de um peso de massa conhecida, que desce em queda livre a uma altura constante, a cada impacto mede-se a penetração da haste no solo.

O número de impactos  $\cdot \text{dm}^{-1}$  foi transformado em resistência dinâmica por meio da equação proposta por Stolf (1991):  $RP (\text{kgfcm}^{-2}) = 5,6 + 6,89N(n^{\circ} \text{ impactos } \text{dm}^{-1})$ , convertido para MPa. Analisou-se os valores de RP para camadas com intervalos de 20 cm de espessura.

Os testes de RP foram realizados a uma profundidade de até 60 cm em duas etapas (Etapa 1: no início do cultivo e Etapa 2: entre as fases de reprodução e maturação de grãos). Esses testes foram realizados entre plantas, nas fileiras centrais do cultivo de sorgo. Devido à influência da umidade nas determinações da RP, tomou-se o cuidado de realizar as medidas em todos os pontos no mesmo dia para garantir as mesmas condições de umidade do solo. Paralelo aos testes de RP foram coletadas amostras de solo para determinação da umidade, que foi obtida através do método gravimétrico.

Para análise dos dados utilizou-se o programa estatístico Sisvar, sendo cada etapa submetida a uma análise de variância (ANOVA), comparando-se os valores médios através do teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade. A

comparação entre as etapas para as variáveis analisadas foi feita pelo teste de *Student* (t) a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resistência do solo à penetração (RP) referente à primeira campanha de testes não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, bem como não mostrou diferença na interação entre os tratamentos, sendo isso observado para todas as camadas (Tabela 1). No primeiro momento (Etapa 1), os valores de RP permaneceram praticamente constantes entre as camadas avaliadas, o que pode ser explicado pelo fato da umidade do solo ser uniforme ao longo dessas camadas (Tabela 2).

Na segunda etapa de testes, com a redução do teor de água no solo (Tabela 1), ocorreu aumento na resistência à penetração (Tabela 2) decorrente da maior coesão entre partículas. Isso dificulta o desenvolvimento do sistema radicular da cultura, e conseqüentemente resulta em uma maior demanda de energia por parte das plantas para desenvolver o seu sistema radicular. Assim como na primeira etapa não houve diferença significativa da RP em função das cultivares para duas condições de cobertura do solo (Tabela 1).

Comparando a RP entre as duas etapas de testes, é notável o aumento da resistência ao longo do ciclo de cultivo na vazante (Tabela 3). Da primeira para a segunda campanha de testes, tivemos um aumento da RP, para todas as cultivares nas diferentes camadas. Porém a maior umidade do solo, no início do cultivo possibilitou menores valores de RP. Exceto para o solo com a cultivar IPA 2502 que aumentou sua RP quando estava descoberto. Sendo o maior valor de RP obtido na segunda etapa 6,74 MPa para o solo com a cultivar IPA 2502.

Conforme se verifica na Tabela 3, os solos apresentaram aumento significativo da RP na superfície (camada 0-20 cm). Isso ocorre porque a superfície do solo está mais exposta aos fatores antrópicos e climáticos, principalmente a evaporação, que interfere diretamente nessa camada, reduzindo a umidade do solo. Segundo Silva et al. (2007), existe uma relação inversa da umidade com a resistência do solo à penetração, ou seja, quanto menor a umidade, maior a resistência a penetração, e vice-versa.

Com algumas exceções, a umidade teve redução significativa ao longo do tempo para a maioria dos tratamentos. Essa redução na umidade promoveu um aumento da resistência para algumas camadas, principalmente na camada de 0- 20 cm.

Na ausência de cobertura tiveram aumento significativo da RP os solos com as cultivares IPA



SF 25 (20-40 cm); IPA SF 467 e IPA SF 25 (40-60 cm). Esses valores foram aumentados em até 3,10 vezes como mostra o resultado da IPA SF 25, na profundidade de 20-40 centímetros, quando esses testes foram realizados em parcelas ausentes de cobertura morta.

### CONCLUSÕES

Com exceção da cultivar IPA 2502 na camada de 0-20 cm, as demais cultivares não proporcionaram mudança significativa na resistência do solo à penetração.

A cobertura morta combinada com a agressividade do sistema radicular da cultivar IPA 2502, mantiveram a superfície do solo mais úmida e contribuiu para reduzir o valor da RP, quando comparada com a condição sem cobertura.

Embora a cobertura, de forma geral, não tenha causado um impacto positivo de acordo com a análise estatística em relação à RP, ela é uma alternativa que pode ser mais explorada, pois pode trazer diversos benefícios para o solo e para a cultura.

### AGRADECIMENTOS

A CAPES e ao CNPq, pelo fornecimento de bolsas para auxílio na realização dos trabalhos.

### REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. S.; MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; CARVALHO, J. A. Consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta do solo, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 6:35- 38, 2002.

ANTONINO, A. C. D. E AUDRY. P. Utilização de Água no cultivo de vazante no semiárido do nordeste do Brasil – Recife, Ed. Da UFPE; IRD Institut de Recherche pour Le Developpement, Franca, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, EMBRAPA 2006.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

RIBON, A.A. & TAVARES FILHO, J. Numero ideal de amostras para estudos com penetrômetros de impacto em Latossolo Vermelho eutroferico. In: REUNIAO

BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVACAO DO SOLO E DA AGUA, 14., Cuiabá, 2002. Resumos. Cuiabá, 2002.

SILVA, R. R. DA; SILVA, M. L. N.; FERREIRA, M. M. F. Atributos físicos indicadores da qualidade do solo sob sistemas de manejo na bacia do alto do rio grande MG. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, 29: 719-730, 2005

STOLF, R. Teoria e teste experimental de formulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 15:249-252, 1991.

STOLF, R.; REICHARDT, K.; VAZ, C. P. M. Response to Comments on Simultaneous Measurement of Soil Penetration Resistance and Water Content with a Combined Penetrometer-TDR Moisture Probe" and A Dynamic Cone Penetrometer for Measuring Soil Penetration Resistance. *Soil Science Society of America Journal*, 69:927-929, 2005.

Stolf R. Penetrômetro de Impacto Stolf- programa de manipulacao de dados em Excel-VBA. UFSCar, 2011.

TABOSA, J., DOS REIS, O., BRITO, A., MONTEIRO, M., SIMPLÍCIO, J., OLIVEIRA, J., DA SILVA, F., AZEVEDO NETO, A., DIAS, F., LIRA, M., TAVARES FILHO, J., NASCIMENTO, M., LIMA, L., CARVALHO, H., OLIVEIRA, L. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecologicos dos Estados de Pernambuco e Alagoas. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, America do Norte, 1, apr. 2010. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/22/21>. Acesso em: 21 Oct. 2012.

**Tabela 1-** Resistência a penetração de solo de vazante cultivado com sorgo

Cultivares	Condição de cobertura	RP-E1 (MPa)			RP-E2 (MPa)		
		0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
IPASF467	CC	3,15 Aa	3,74 Aa	2,26 Aa	6,04 Aa	3,50 Aa	2,92 Aa
	SC	2,94 Aa	3,21 Aa	2,83 Aa	6,71 Aa	4,40 Aa	4,44 Aa
IPASF25	CC	2,59 Aa	2,12 Aa	1,97 Aa	4,95 Aa	3,66 Aa	3,46 Aa
	SC	2,37Aa	1,94 Aa	2,18 Aa	6,00 Aa	7,03 Aa	5,26 Aa
IPA4202	CC	2,63 Aa	2,18 Aa	2,15 Aa	4,99 Aa	3,71 Aa	3,45 Aa
	SC	2,23Aa	2,38 Aa	2,35 Aa	5,20 Aa	3,13 Aa	4,04 Aa
IPA2502	CC	2,20 Aa	1,91Aa	2,20 Aa	3,97 Ba	2,92 Aa	2,94 Aa
	SC	2,32 Aa	2,10 Aa	2,23Aa	6,74 Aa	5,76 Aa	4,69 Aa

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas (A) nas colunas e minúsculas (a) nas linhas, não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. RP: Resistência à penetração; E1: Primeira etapa de testes e E2: Segunda etapa de testes.

**Tabela 2-** Umidade gravimétrica de solo de vazante cultivado com sorgo.

Cultivares	Condição de cobertura	U-E1 (g/g)			U-E2 (g/g)		
		0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
IPASF467	CC	0,09*	0,09*	0,11 <sup>ns</sup>	0,04*	0,05*	0,07 <sup>ns</sup>
	SC	0,09 <sup>ns</sup>	0,09*	0,10*	0,04 <sup>ns</sup>	0,03*	0,05*
IPASF25	CC	0,11*	0,09*	0,11*	0,04*	0,04*	0,06*
	SC	0,11*	0,10*	0,12*	0,02*	0,03*	0,04*
IPA4202	CC	0,09*	0,09*	0,11*	0,03*	0,04*	0,06*
	SC	0,11*	0,10*	0,11*	0,04*	0,04*	0,07*
IPA2502	CC	0,11*	0,10*	0,13*	0,06*	0,05*	0,07*
	SC	0,10*	0,10*	0,11*	0,03*	0,03*	0,06*

<sup>ns</sup>Não significativo. \*Significativo pelo teste t, a 5 % de probabilidade. U: Umidade gravimétrica do solo. E1: Primeira etapa de testes, E2: Segunda etapa de testes.

**Tabela 3-** Resistência a penetração do solo na etapa 1 e 2 no cultivo de sorgo em vazante.

		RP - E1 (MPa)			RP - E2 (MPa)		
		0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
IPASF467	CC	3,15*	3,74 <sup>ns</sup>	2,26*	6,04*	3,50 <sup>ns</sup>	2,92*
	SC	2,94*	3,21 <sup>ns</sup>	2,83*	6,71*	4,40 <sup>ns</sup>	4,44*
IPASF25	CC	2,59*	2,12 <sup>ns</sup>	1,97 <sup>ns</sup>	4,95*	3,66 <sup>ns</sup>	3,46 <sup>ns</sup>
	SC	2,37*	1,94 <sup>ns</sup>	2,18*	6,00*	7,03 <sup>ns</sup>	5,26*
IPA4202	CC	2,63*	2,18*	2,15 <sup>ns</sup>	4,99*	3,71*	3,45 <sup>ns</sup>
	SC	2,23*	2,38 <sup>ns</sup>	2,35 <sup>ns</sup>	5,20*	3,13 <sup>ns</sup>	4,04 <sup>ns</sup>
IPA2502	CC	2,20*	1,91 <sup>ns</sup>	2,20 <sup>ns</sup>	3,97*	2,92 <sup>ns</sup>	2,94 <sup>ns</sup>
	SC	2,32*	2,10*	2,23 <sup>ns</sup>	6,74*	5,76*	4,69 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup>Não significativo. \*Significativo pelo teste t, a 5 % de probabilidade, na comparação de camadas dentro de cada campanha. E1: Primeira etapa de testes, E2: Segunda etapa de testes.