



DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO FEIJÃO DECORRENTE DE DIFERENTES NÍVEIS DE COMPACTAÇÃO DO SOLO

Alan Amorim Pessoa¹, Lorena Alves de Oliveira ², Rafael Batista Ferreira ², Rafael Rabelo Silva³, Sueli Martins de Freitas Alves⁴

¹ Graduando Eng. Agrícola, PBIC/UEG – UEG (alanskovisc@hotmail.com)

² Mestrandos Eng. Agrícola - UEG.

³ Graduando Eng. Agrícola - UEG

⁴ Orientadora, Professora Doutora - UEG.

Universidade Estadual de Goiás - UEG.

Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas.

Campus Henrique Santillo, CEP: 75.132-400, Anápolis-GO.Brasil.

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

RESUMO

O feijão é um dos produtos agrícolas de maior importância social e econômica para o Brasil. Apesar de sua importância no cenário nacional sua produtividade ainda é baixa. A compactação do solo dentre outros fatores é primordial, pois influencia em suas qualidades físicas e conseqüentemente no desenvolvimento das plantas. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da compactação, com diferentes números de golpes no solo e diferentes umidades, no desenvolvimento da cultura do feijão. As unidades experimentais foram representadas por vasos de 6283,18 cm³, feitos de PVC de 20 cm de diâmetro, 25 cm de altura (cinco centímetros acima, do solo, destinados a irrigação). Foram colocadas cinco sementes por vaso da cultivar feijão Pérola e após a emergência das plântulas fez-se o desbaste, deixando-se apenas uma por vaso. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x5 com três repetições, sendo 3 teores de água (5%, 20% e 35%) determinado a partir da curva de compactação do solo, sendo duas no ramo seco e uma no ramo úmido e 5 quantidades de golpes (0 ; 4, 8, 12 e 16 golpes). Aplicou-se o teste “F” nos dados obtidos das seguintes variáveis: Comprimento radicular, massa seca radicular, massa seca da parte aérea, massa seca total e densidade de biomassa radicular. Quando o Teste “F” apontou características significativas em nível de 5% de probabilidade realizou-se o teste de Tukey de comparação de médias, também em nível de 5% de significância. As análises foram realizadas através do software SisVar 5.1. Foi verificada diferença significativa entre os resultados para umidade em todas as variáveis analisadas e a interação para a variável MSPA. Quando analisada de forma isolada, a quantidade de golpes não afetou nenhuma das variáveis estudadas. A cultura do feijão, tanto no crescimento aéreo como no crescimento radicular, são igualmente prejudicadas pela compactação do solo.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L., densidade, umidade.

DEVELOPMENT OF CULTURE BEAN ARISING OUT OF DIFFERENT LEVELS OF SOIL COMPACTION

ABSTRACT

Beans are one of the largest agricultural products of social and economic importance to Brazil. Despite its importance in the national productivity is still low. Soil compaction is paramount among other factors, it influences on their physical qualities and consequently in plant development. Accordingly, the objective of this study was to evaluate the effect of compression, with different numbers of ground strokes and different humidities, the development of the bean. The experimental units were represented by vessels of 6283.18 cm³, made of PVC of 20 cm diameter, 25 cm tall (five centimeters above the ground, for irrigation). Were placed five seeds per pot of bean cultivar Pearl and after seedling emergence became thinning, leaving only one per pot. The experiment was conducted in a completely randomized 3x5 factorial design with three replications and three water contents (5%, 20% and 35%) determined from the curve of soil compaction, two in the dry and in moist and 5 branch blows amounts of (0, 4, 8, 12 and 16 strokes). We applied the test "F" on data obtained from the following variables: root length, root dry weight, shoot dry weight, total dry mass density and root biomass. When the Test "F" pointed out significant features on the 5% level of probability held the Tukey mean comparison, also at 5% significance. The analyzes were performed using the software SISVAR 5.1. There were significant differences between the results for moisture in all variables and interaction for the variable MSPA. When analyzed in isolation, the number of blows did not affect any of the studied variables. The bean crop, both in aerial growth and root growth are also prejudiced by soil compaction.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris* L., density, moisture.

INTRODUÇÃO

Os grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) representam uma importante fonte protéica na dieta humana dos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, em que o feijão é um dos produtos agrícolas de maior importância social e econômica (EMBRAPA, 2003; CUNHA *et al.*, 2005).

Segundo dados da CONAB (2011), a área nacional cultivada com feijão na safra 2010/2011 foi de 1.394,3 mil hectares, produtividade média de 1.104 kg ha⁻¹, com aumento de 6,5% em relação à safra passada (2009/2010) e produção de 1.540,0 mil toneladas, superior à safra anterior em 5,3%. Entretanto devido a uma série de fatores relacionados à semeadura, à germinação, à planta, ao ambiente e às práticas de manejo, o cultivo nacional do feijoeiro ainda se depara com baixo nível de produtividade em comparação com o potencial de algumas cultivares utilizadas que é de até 3.600 kg ha⁻¹ (REZENDE *et al.*, 2004; MODOLO *et al.*, 2011).

A compactação do solo influencia em suas qualidades físicas e conseqüentemente no desenvolvimento das plantas (STRUDLEY *et al.*, 2008). De acordo com MODOLO *et al.*, (2011), dentre os fatores primordiais para a germinação estão a umidade, a temperatura e a aeração do solo, entretanto estes fatores são diretamente influenciados pelo estado de compactação do solo ao redor da semente. Portanto, estudos da qualidade física do solo são de extrema importância, uma vez que é um componente de grande importância para a produtividade das culturas (LEITE *et al.*, 2012).

O efeito da compactação do solo no desenvolvimento das plantas é percebido quando a raiz encontra resistência mecânica ao seu crescimento. CAMARGO (1983), esse impedimento ocorre quando o diâmetro da raiz é superior ao poro no solo. Se a raiz não romper esse impedimento, todo o sistema radicular ficará denso e raso. Ademais, no solo compactado, o número de macroporos é reduzido e a densidade é maior, isso em solo seco causa maior resistência ao crescimento das raízes e decréscimo no potencial de água. Já em solo úmido acarreta a falta de oxigênio e conseqüentemente altas concentrações de etileno na zona radicular devido a menor aeração (MARSCHNER, 1995).

O tráfego de máquinas agrícolas pode ocasionar uma compactação superficial dos solos, limitando o desenvolvimento do sistema radicular, comprometendo o crescimento e a produtividade das culturas (KLUTHCOUSKI, 2000). Isso pode ocorrer por não se conhecer a sua capacidade de suporte de carga ou o teor de água ideal para a realização de uma determinada operação mecanizada. Este problema é mais grave em culturas irrigadas, ocasionada pela adição de água ao solo, acarretando a redução da capacidade de suporte de carga do solo e aumentando a sua susceptibilidade à compactação (MIRANDA, 2001).

A condição de umidade no momento em que o solo está sendo compactado tem grande influência na redução e redistribuição do espaço poroso. Solos secos são mais resistentes a mudanças na distribuição do tamanho dos poros, e essa resistência é reduzida com o aumento do conteúdo de água (EAVIS, 1972). Alguns autores relatam que, com o aumento da umidade do solo, ocorre a maior lubrificação das partículas, atingindo os limites plásticos, onde a compactação se torna mais crítica. Com o conteúdo de água acima da capacidade de campo, o aumento da umidade resulta em uma redução da densidade, podendo causar a perda da estrutura original do solo (SILVA, 1984).

Para evitar a compactação, o preparo do solo deve ser efetuado em condições de friabilidade (RESENDE, 1997), na qual este apresenta baixa resistência ao preparo e de alta a moderada capacidade de suporte de carga e resistência à compressão (LARSON *et al.*, 1994).

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da compactação, com diferentes números de golpes no solo e diferentes umidades, no desenvolvimento da cultura do feijão.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em área experimental sob casa de vegetação, na Universidade Estadual de Goiás, em Anápolis-GO. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho, com as seguintes características: Ph (CaCl₂) = 5,6; Ca(cmolc/dm³) = 1,2; Mg(cmolc/dm³) = 0,2; K(mg/dm³) = 39,0; P(Mel.)(mg/dm³) = 2,4; Zn(MG/dm³) = 1,3; CTC= 3,5; Sat. Bases(%) = 42,86; Argila(g/kg)= 420,0; Limo(g/kg)= 110,0; Areia(g/kg)= 470,0.

As unidades experimentais foram representadas por vasos de 6283,18 cm³, feitos de PVC de 20 cm de diâmetro, 25 cm de altura (cinco centímetros acima, do solo, destinados a irrigação). Foram colocadas cinco sementes por vaso da cultivar feijão Pérola e após a emergência das plântulas fez-se o desbaste, deixando-se apenas uma por vaso.

Antes de serem acondicionadas nos vasos, as amostras de solo foram peneiradas em peneira de 4 mm e secas ao ar. Foram definidos três teores de água dentro da faixa friável de cada solo, entre o solo seco e o limite de plasticidade. Para

realizar a compactação do solo dentro dos tubos utilizou-se um soquete com massa de 2,5 kg, o mesmo utilizado no ensaio de Proctor normal, caindo de uma altura de 30,5 cm (PINTO, 2006). O solo foi dividido em três camadas, cada camada dentro do tubo recebeu a mesma quantidade de golpes, os golpes foram aplicados em uma madeira de espessura de 1 cm para uniformização.

Após 30 dias do desbaste retiraram-se as plantas dos vasos e foi realizada a lavagem de suas raízes em água corrente. Posteriormente mediu-se o comprimento radicular (CR) através de uma régua milimetrada. Em seguida as raízes e as partes aéreas foram secas em estufa a 65 °C por 72 h, para determinação da massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA).

Determinou-se também a massa seca total (MST) obtida através da soma das massas secas da raiz e da parte aérea. Plotou-se graficamente os valores de MST pela densidade do solo. A densidade do solo foi obtida através da relação entre peso do solo e volume de cada vaso.

Avaliou-se o peso de biomassa seca por centímetro de raiz, ou seja, a densidade de biomassa (DB) do sistema radicular. Para obtenção dos valores dessa variável, expressa em miligramas por centímetro ($\text{mg}\cdot\text{cm}^{-1}$), foi utilizada a Equação 1. O valor de DB foi obtido a partir das médias de MSR e CR (PEREIRA *et al.*, 2009).

$$DB = \frac{\text{peso}}{\text{comprimento}} \quad (1)$$

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x5 com três repetições, sendo três teores de água (5%, 20% e 35%) determinado a partir da curva de compactação do solo, sendo duas no ramo seco e uma no ramo úmido e cinco quantidades de golpes (0 ; 4, 8, 12 e 16 golpes). Aplicou-se o teste “F” nos dados obtidos de cada variável (CR, MSR, MSPA, MST e DB). Quando o Teste “F” apontou características significativas em nível de 5% de probabilidade realizou-se o teste de Tukey de comparação de médias, também em nível de 5% de significância. As análises foram realizadas através do software SisVar 5.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os valores de quadrado médio, obtidos pelas análises de variância, referente ao comprimento radicular (CB), massa seca da raiz (MSR), massa seca parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e densidade de biomassa (DB). Foi verificada diferença significativa entre os resultados para umidade em todas as variáveis analisadas e a interação para a variável MSPA a 5% de probabilidade. A quantidade de golpes, quando analisada de forma isolada, não afetou nenhuma das variáveis estudadas.

TABELA 1: Quadrado médio das análises de variância para CR, MSR, MSPA, MST e DB.

Fontes de Variação	CR	MSR	MSPA	MST	DB
Umidade (U)	348,043*	27,766*	13,809*	78,792*	35366,470*
Golpes (G)	48,003	2,162	0,287	1,660	5988,187
Interação U x G	56,574	2,149	0,765*	3,089	4446,565
Resíduo	31,322	0,988	0,335	1,984	3106,757

* Significativo a 5% de probabilidade.

Através do teste de Tukey (tabela 2) observou-se que o teor de água do solo a 5% (U1) promoveu maiores médias para todas as variáveis analisadas, indicando que a planta se desenvolveu melhor. Na U2 o comprimento da raiz atingiu valor próximo ao da umidade 1, mas ao observar as outras variáveis percebe-se que U1 proporcionou valores melhores, pois o feijoeiro não encontrou impedimento para seu desenvolvimento. Em U3 houve efeito de borda, ou seja, houve crescimento radicular rente a parede do vaso. De acordo com BORGES *et al.*, (1988) e CAMARGO & ALLEONI (1997) o sistema radicular das plantas procura pontos de menor resistência para se desenvolver e quando não os encontram podem sofrer modificações em seu comprimento e diâmetro, originando a expansão de raízes laterais que proliferam e formam uma rede de raízes densas e com menor volume de solo explorado que, no campo, dificilmente sobrevivem em condições de seca.

TABELA 2: Valores médios referentes à CR, MSR, MSPA, MST e DB, decorrentes dos diferentes teores de água no solo (5% = U1; 20% = U2 e 35% = U3).

Umidade	Variáveis				
	CR (cm)	MSR (g)	MSPA (g)	MST (g)	DB (mg .cm ⁻²)
U1	21,57a	3,35a	2,74a	6,09a	157,52a
U2	21,38a	1,52b	1,96b	3,47b	74,74b
U3	13,13b	0,69b	0,83c	1,52c	72,164b

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os resultados mostrados na Tabela 2 corroboram com o estudo realizado por GUIMARÃES *et al.*, (2002) que ao estudar o efeito da compactação no desenvolvimento do feijão pérola plantado em vaso, a densidade radicular e a massa seca diminuíram enquanto que a espessura das raízes aumentou com o incremento da compactação do solo.

Na Tabela 3, apresenta-se o desdobramento da interação, observa-se que em uma mesma umidade a quantidade de golpes interferiu significativamente somente na U1, sendo que para U2 e U3 a quantidade de golpes não afetou a MSPA. Esses resultados sugerem que em uma mesma umidade do solo a movimentação de máquinas agrícolas pouco interfere no desenvolvimento da parte aérea do feijoeiro. Por outro lado para a interação Umidade (U) x Golpe (G) observou-se que, para 0, 4, 8 e 16 golpes, o aumento da umidade proporcionou

redução na massa seca da parte aérea (MSPA) do feijoeiro. O que sugere que a movimentação de máquinas agrícolas deve ser realizada quando o solo estiver dentro de sua faixa friável (ramo seco), para que não ocorra compactação.

TABELA 3: Desdobramento da interação UxG para os valores médios de MSPA (g)

Umidade	Quantidade de golpes				
	0	4	8	12	16
U1	3,77aA	2,61aAB	2,60aAB	2,12aB	2,61aAB
U2	2,18bA	2,06aA	1,60abA	2,14aA	1,81abA
U3	0,45cA	0,32bA	1,09bA	1,08aA	1,21bA

*Valores médios seguidos da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na figura 1 observa-se que com o aumento da densidade diminui-se a massa seca total. GUIMARÃES *et al.*, (2002) observou que o aumento da compactação do solo afetou negativamente o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea do feijoeiro, cujo efeito foi mais expressivo a partir da densidade do solo de 1,2 Mg.m⁻³.

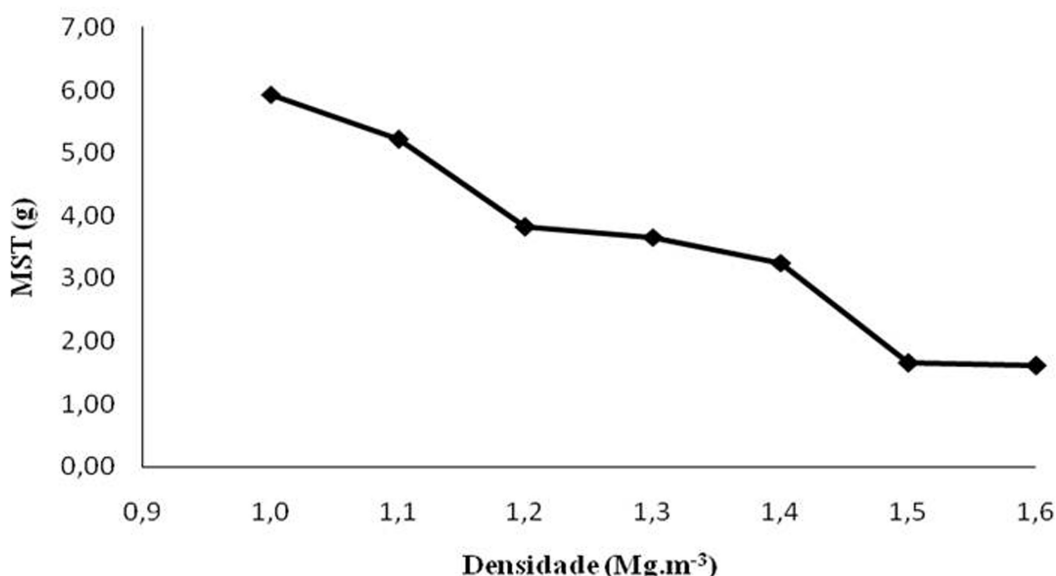


FIGURA 1: Gráfico da massa seca total de planta em função da densidade do solo.

CONCLUSÕES

- A cultura do feijão, tanto no crescimento aéreo como no crescimento radicular, são igualmente prejudicadas pela compactação do solo.
- A quantidade de golpes só interferiu no desenvolvimento da planta quando associado à umidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, E. N.; NOVAIS, R. F.; REGAZZI, A. J. Resposta de variedades de soja à compactação de camadas do solo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 35, n. 202, p. 553-568, 1988.

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

CAMARGO, O. A., ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: Esalq, 1997. 132 p.

CONAB – **Companhia nacional de abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2010/2011: 4º Levantamento**, Brasília: CONAB, 2011.

CUNHA, J.P.A.R.; TEIXEIRA, M.M.; VIEIRA, R.F.; FERNANDES, H.C. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande: v.9, n.1, p.133-138, 2005.

EAVIS, B.W. Soil physical conditions affecting seedling root growth: 1- mechanical impedance, aeration, and moisture availability as influenced by bulk density and moisture levels in a sandy loam soil. **Plant and Soil**, v.36, p.613-622, 1972.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. Sistemas de produção. **Cultivo do feijoeiro**. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/importancia.htm>>. Acesso em: 30 de mai. 2012.

GUIMARÃES, C.M.; STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. II: Efeito sobre o desenvolvimento radicular e da parte aérea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.2, p.213-218, 2002

KLUTHCOUSKI, J. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, arroz e feijão em plantio direto. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 1 p. 97-104, 2000.

LARSON, W.E.; EYNARD, A.; HADAS, A. & LIPIEC, J. Control and avoidance of soil compaction. In: SOANE, B.D. & van OUWERKERK, C., eds. **Soil compaction in crop production: developments in agricultura engineering**. Amsterdam, Elsevier, 1994. p. 597-625p.

LEITE, D.M.; VIEIRA, L.B.; FERNANDES, H.C.; CARNEIRO, J.E.S.; FERNANDES FILHO, E.I.; NERILSON TERRA SANTOS, N.T. Use of digital images for evaluating soil compaction in the culture of beans **Ciênc. agrotec**. Lavras, v. 36, n. 2, p. 217-223.2012.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed.London, Academic Press, 1995. p.508-536.

MIRANDA, E. E. V. **Avaliação da Sustentabilidade da Estrutura de um Latossolo Sob o Cultivo de Cafeeiro na Região dos Cerrados**. 57 p. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG, 2001.

MODOLO, A.J.; TROGELLO, E.; NUNES, A.L.; SILVEIRA, J.C.M.; KOLLING, E.M. Efeito da compactação do solo sobre a semente no desenvolvimento da cultura do feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 89-95, 2011

PEREIRA, W.A.; SÁVIO, F.L.; BORÉM, A.; DIAS, D.C.F.S. Influência da disposição, número e tamanho das sementes no teste de comprimento de plântulas de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p.113-121, 2009.

PINTO, C.S. **Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 Aulas**. 3^ª Edição. São Paulo: Oficina de Textos, p. 78-80, 2006.

RESENDE, J.O. Compactação e adensamento do solo: metodologias para avaliação e práticas agrícolas recomendadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DE SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. **Palestras**. Rio de Janeiro, SBCS/EMBRAPA, 1997. CD-ROOM.

REZENDE, R.; FREITAS, P. S. L.; MANTOVANI, E. C.; FRIZZONE, J. A. Função de produção da cultura do milho e do feijão para diferentes lâminas e uniformidade de aplicação de água. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 4, p. 503-511, 2004.

SILVA, A. P. Influência da compactação nas propriedades físicas do solo e no sistema radicular de plântulas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). 1984. 92f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1984.

STRUDLEY, M. W.; GREEN, T. R.; ASCOUGH, J. C. Tillage effects on soil hydraulic properties in space and time: state of the science. **Soil and Tillage Research**, v.99, n. 1, p.4-48, 2008.