

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias  
ISSN (on line): 1981-0997  
v.6, n.3, p.467-473, jul.-set, 2011  
Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br  
Protocolo 1155 – 11/02/2010 \*Aprovado em 12/04/2011  
DOI:10.5039/agraria.v6i3a1155

Francisco H. C. Amaral<sup>1</sup>

Gabriel B. da Silva Júnior<sup>1</sup>

Júlio C. A. Nóbrega<sup>1</sup>

Elaine M. da Costa<sup>1</sup>

Alessandro F. T. da Silva<sup>1</sup>

Rafaela S. A. Nóbrega<sup>1</sup>

# Atributos químicos e físicos de um Latossolo Amarelo cultivado com feijão-caupi sob diferentes sistemas de irrigação

## RESUMO

A utilização agrícola dos solos em áreas irrigadas, empregando técnicas de manejo pouco sustentáveis, pode promover alterações nos atributos físicos e químicos dos solos com reflexos negativos na produtividade das culturas. O objetivo desse estudo foi verificar as alterações nas propriedades químicas e físicas de um Latossolo Amarelo Distrófico cultivado com feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], sob dois sistemas de irrigação, no Perímetro Irrigado Gurguéia, município de Alvorada do Gurguéia, Estado do Piauí, Brasil. Os tratamentos foram constituídos por dois sistemas de irrigação (uma área com histórico de irrigação por pivô central e outra por aspersão convencional), uma área com vegetação nativa, para efeito comparativo, e quatro profundidades. As áreas irrigadas apresentaram modificações nas condições de fertilidade do solo em relação à área de mata nativa, com aumentos dos valores de soma de base, capacidade de troca de cátions efetiva e potencial e saturação por bases. Diferenças nas condições físicas do solo foram observadas nas duas áreas irrigadas em relação à mata nativa, sendo mais acentuadas na área irrigada por pivô central.

**Palavras-chave:** Fertilidade do solo, Irrigação por aspersão, *Vigna unguiculata*.

# Physical and chemical attributes of an Oxisoil cultivated with cowpea bean under different irrigation systems

## ABSTRACT

Agricultural land use in irrigated areas, using management techniques of low sustainability, can promote changes in the physical and chemical soil properties, with negative effects on crop productivity. The aim of this study was to evaluate changes in the chemical and physical properties of an Oxisoil cultivated with cowpea bean [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], under two irrigation systems, at Gurgueia Irrigated Perimeter, municipality of Alvorada do Gurgueia, Piauí State - Brazil. Treatments consisted of two irrigation systems (an area with a history of central pivot irrigation and the other with sprinkler irrigation), an additional area with native vegetation, for comparison purposes, and four depths. Irrigated areas showed changes in the soil fertility conditions in relation to the native forest area, with increased values of bases sum, effective and potential cations exchange capacity and saturation per bases. Differences in the soil physical conditions were observed in both irrigated areas in comparison to the native forest, and were more accentuated in the area irrigated by center pivot.

**Key words:** Soil fertility, Sprinkler irrigation, *Vigna unguiculata*.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí, Campus Profa Cinobelina Elvas, BR-135, km 3, Planalto Cibrazem, CEP 64900-000, Bom Jesus- PI, Brasil. Fone: (89) 3562-1866. E-mail: helcioagro@gmail.com; gabrielbarbosa@ufpi.br; juliocnobrega@gmail.com; elainemartins20@hotmail.com; alefrancotorres@hotmail.com; rafaela.nobrega@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Nas últimas três décadas a irrigação contribuiu para o aumento da produção de alimentos no mundo, especialmente nos países em desenvolvimento (Fernandes et al., 2010). Atualmente 18% da área agricultável em todo mundo, cerca de 275 milhões de hectares, são irrigados (Nobre et al., 2010), e no Brasil, esse percentual é de 5% (aproximadamente 3 milhões de hectares), respondendo por 16% da produção agrícola (Brito et al., 2002). Além de ser um fator de aumento da produtividade das culturas, a irrigação também tem relevância fundamental e estratégica para o desenvolvimento da agricultura de regiões como o semiárido do nordeste brasileiro (Santos & Ribeiro, 2002).

Em áreas irrigadas, a exploração agrícola é feita de maneira mais intensa, resultando em maior mobilização do solo, em que três ou mais culturas são conduzidas em sucessão, contribuindo para um depauperamento acelerado dos solos (Santos & Ribeiro, 2002). Dependendo do tipo de manejo adotado, os solos podem manter, melhorar ou piorar as suas propriedades químicas, físicas e biológicas, as quais refletem sua capacidade produtiva (Silva & Araújo, 2005).

Dentre as propriedades relacionadas com a produtividade dos solos, as de natureza química, como a capacidade de troca de cátions, pH e matéria orgânica, são as mais afetadas com o manejo da irrigação (Faria et al., 2007). Entretanto, na medida em que se intensifica o uso agrícola, os atributos físicos dos solos são, também, submetidos a alterações, geralmente desfavoráveis ao crescimento vegetal (Figueiredo et al., 2009). Todos esses fatores possuem influência direta sobre os parâmetros que determinam o crescimento e desenvolvimento vegetal, em especial das culturas agrícolas.

Na região sul do estado do Piauí o cultivo de feijão-caupi responde por grande parcela da ocupação dos solos cultivados, em áreas de sequeiro e irrigadas. No município de Alvorada do Gurguéia o feijão-caupi vem sendo cultivado sob irrigação há mais duas décadas consecutivas, nas áreas do Perímetro Irrigado Gurguéia, sem nenhum monitoramento das modificações dos atributos edáficos em função do uso da irrigação.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de verificar as alterações nos atributos químicos e físicos de um Latossolo Amarelo Distrófico cultivado com feijão-caupi sob dois sistemas de irrigação no Perímetro Irrigado Gurguéia, sul do Piauí.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma área de Latossolo Amarelo Distrófico (areia 850, silte 34 e argila 116 g kg<sup>-1</sup> na profundidade 0 - 0,20 m) localizada no Perímetro Irrigado Gurguéia, no município de Alvorada do Gurguéia, sul do Piauí (8°26'S, 43°47'W e altitude de 281 m). O clima da região é classificado como subúmido seco (Andrade Júnior et al., 2005), com precipitação média de 900 mm e temperatura média anual de 31°C. A vegetação predominante foi classificada como caatinga arbórea transicional para cerrado (Jacomine, 1986), sendo o uso atual da área com o cultivo de feijão-caupi.

Nas áreas irrigadas o cultivo do feijão-caupi é feito sob sistemas de irrigação por pivô central (PC) e aspersão convencional (AC). Na área sob PC, o plantio é feito duas vezes por ano com o uso de uma aração seguida de duas gradagens para o preparo do solo, além de outras práticas necessárias para a condução e colheita da cultura feita de forma mecanizada. O manejo da fertilidade do solo tem sido feito através da aplicação de corretivos (última calagem foi feita cerca de um ano antes da coleta das amostras) e fertilizantes, quando necessários, com base na análise de solo e recomendação para cultura, segundo Freire Filho et al. (2005).

Na área sob AC, o plantio é feito duas vezes por ano com o uso de mecanização somente na fase de preparo do solo, também feita com uma aração seguida de duas gradagens. Nessa área o manejo da fertilidade do solo é praticamente inexistente, já que a última aplicação de calcário foi feita sete anos antes da coleta das amostras.

O experimento constou de um delineamento em blocos casualizados, em parcelas subdivididas com três repetições. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de irrigação (AC e PC) e área de vegetação nativa (MN) e as subparcelas por profundidades, tendo as parcelas dimensões de 6 m de largura e 10 m de comprimento, com 32 m<sup>2</sup> de área útil. Os tratamentos foram constituídos por uma área com histórico de irrigação por pivô central (PC) e outra irrigada por aspersão convencional (AC) por mais de dez anos, além de uma área de mata nativa (MN) para efeito comparativo.

A amostragem do solo foi feita no mês de março de 2008 nas profundidades 0 - 0,10; 0,10 - 0,20; 0,20 - 0,30 e 0,30 - 0,40 m. Para a determinação dos atributos químicos, foram coletadas seis amostras simples para compor uma amostra composta, com o auxílio de um trado holandês, e, para os atributos físicos, a amostragem foi feita em trincheiras localizadas no centro de cada parcela, transversalmente à linha de plantio, onde foram coletadas quatro amostras indeformadas, utilizando-se um amostrador de Uhland, em cilindros com dimensões médias de 8,25 cm de altura por 6,96 cm de diâmetro interno. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em filme plástico e armazenadas para a preservação de suas características. Em seguida, todas as amostras foram levadas ao laboratório de solos da Universidade Federal do Piauí, Campus Bom Jesus, PI e analisadas quanto aos atributos químicos e físicos.

Os atributos químicos foram determinados na fração terra fina seca ao ar (TFSA), de acordo com Embrapa (1997). Foram analisados o pH em água (1:2,5), matéria orgânica do solo (MOS), cátions trocáveis e fósforo disponível, e foram calculados os valores da soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica efetiva (t) e potencial (T), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m).

Dentre os atributos físicos, foram determinados a densidade do solo (DS) e o volume total de poros (VTP), segundo, respectivamente, Blake & Hartge (1986) e Danielson & Sutherland (1986), e a resistência à penetração (RP), determinada nas mesmas parcelas estudadas para cada sistema de irrigação, com o auxílio de um penetrômetro de impacto modelo IAA/PLANALSUCAR - STOLF (Stolf, 1991),

com quinze repetições para cada área. A umidade do solo foi determinada para todas as profundidades estudadas de cada área estudada.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste Tukey. Os testes estatísticos foram aplicados a 5% de probabilidade, com o apoio computacional do programa estatístico ASSISTAT versão 7.5 (Silva, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a análise de variância, verificou-se efeito significativo da interação entre os sistemas de irrigação e as profundidades dos solos para pH, acidez potencial, saturação por alumínio, teores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo, valores de SB, T, t, DS e VTP. Para o  $Al^{3+}$  e MOS foram verificados apenas efeitos isolados dos sistemas de irrigação e das profundidades do solo.

Menores valores de pH (Tabela 1) ocorreram na área sob mata nativa para todas as profundidades analisadas, condizendo com resultados encontrados para vegetação nativa por Matias et al. (2009), em estudo das propriedades químicas de um Latossolo Amarelo do cerrado piauiense sob diferentes sistemas de manejo. Segundo Almeida et al. (2005), sob campo nativo, os valores de pH são mais baixos pelo fato da acidez não ter sido corrigida. Maior condição de acidez em solo sob vegetação nativa se deve, provavelmente, à maior mineralização da matéria orgânica e liberação de exsudatos pelas raízes das plantas que contribuem para elevar a concentração de  $H^+$  na solução do solo. Boeira & Maximiliano (2009), ao avaliarem a mineralização de compostos nitrogenados após aplicações de lodos de esgoto em quatro

cultivos de milho, verificaram a acidificação do solo, o que, segundo os autores, se deve, entre outros aspectos, aos íons  $H^+$  produzidos no processo de nitrificação.

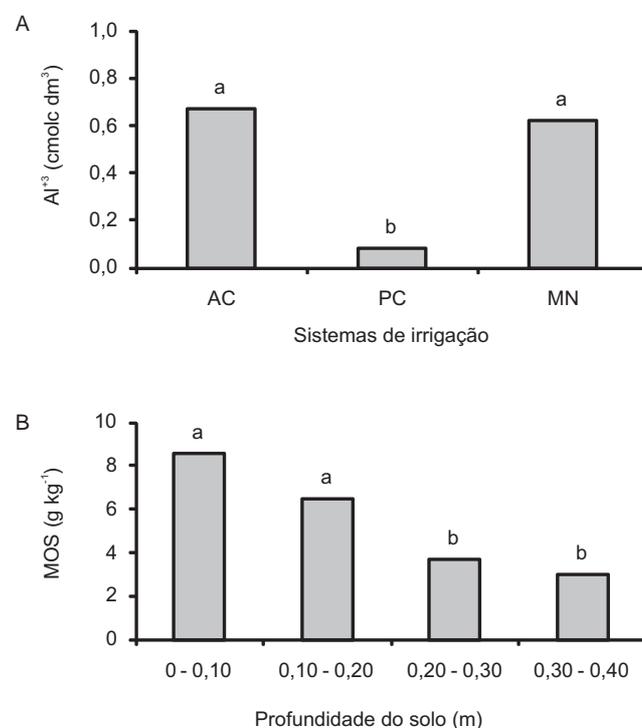
De modo geral, principalmente nas profundidades de 0 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m, foi constatada a seguinte ordem de redução para o pH entre os tratamentos: PC > AC > MN; e, conseqüentemente, comportamento inverso para os componentes da acidez do solo, principalmente do  $H^+$  + Al que foi PC < AC < MN (Tabela 1). Os maiores valores de pH verificados na área sob PC, seguidos pela área sob AC, em relação à MN, reflete o efeito da prática da calagem realizada nas áreas irrigadas cerca de um ano no PC e sete anos no AC. A calagem promove vários benefícios ao solo (Nolla & Anghinoni, 2006; Matias et al., 2009), dentre os quais o aumento do pH e a redução dos teores de  $Al^{3+}$ ,  $H^+$  + Al e m. No presente estudo, embora a área sob AC tenha apresentado valores um pouco mais elevados para o pH e menor saturação por alumínio em relação à MN, constata-se a necessidade da reaplicação de calcário nessa área, uma vez que os teores de  $Al^{3+}$  (Figura 1a) apresentam valores similares à área sob MN e em níveis superiores a 20%, devido à remoção de bases pelas culturas e, ou por lixiviação delas pela água de irrigação. Segundo Melo et al. (2005) valores de m superiores a 20% constituem séria limitação ao desenvolvimento da cultura do feijão-caupi.

Em relação à soma de bases (SB) (Tabela 2), a qual congrega os valores de  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , verificou-se a ocorrência de valores mais elevados nas áreas sob irrigação (PC > AC > MN), principalmente na área sob PC devido às aplicações mais

**Tabela 1.** Valores de pH em água, acidez potencial (H + Al) e saturação por alumínio (% m) em um Latossolo Amarelo Distrófico, sob diferentes sistemas de irrigação

**Table 1.** pH values, potential acidity (H + Al) and aluminum saturation (% m) in an Oxisol under different irrigation systems

Tratamentos	Profundidades (m)			
	0 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 - 0,30	0,30 - 0,40
pH em H <sub>2</sub> O (1:2,5)				
AC	5,48 bA	5,05 bB	5,02 bB	4,85 bB
PC	7,17 aA	7,18 aA	6,77 aB	6,09 aC
MN	4,54 cA	4,45 cA	4,65 bA	4,72 bA
H+Al (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )				
AC	1,70 bB	2,17 aA	2,03 aA	2,03 aA
PC	0,90 cB	0,97 bB	1,03 bAB	1,20 bA
MN	2,53 aA	2,17 aB	2,03 aB	1,70 aC
Saturação por alumínio (%)				
AC	27,65 bC	37,25 bB	44,79 bAB	50,72 bA
PC	2,41 cA	2,79 cA	3,85 cA	5,51 cA
MN	60,05 aB	59,77 aB	73,71 aA	66,79 aAB



**Figura 1.** Valores de acidez trocável ( $Al^{3+}$ ) e matéria orgânica (MOS) em um Latossolo Amarelo Distrófico, sob diferentes sistemas de irrigação

**Figure 1.** Exchangeable acidity ( $Al^{3+}$ ) and organic matter values (MOS) in an Oxisol, under different irrigation systems

**Tabela 2.** Valores de soma de bases (SB) e teores de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e potássio ( $\text{K}^+$ ) em um Latossolo Amarelo Distrófico, sob diferentes sistemas de irrigação

**Table 2.** Base sum (SB) and calcium contents ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) and potassium ( $\text{K}^+$ ) values in an Oxisol, under different irrigation systems

Tratamentos	Profundidades (m)			
	0 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 - 0,30	0,30 - 0,40
SB (cmolc.dm <sup>-3</sup> )				
AC	1,56 bA	0,98 bB	0,91 bB	0,59 bB
PC	4,04 aA	3,51 aB	2,49 aC	1,76 aD
MN	0,46 cA	0,44 cA	0,27 cA	0,33 bA
$\text{Ca}^{2+}$ (cmolc.dm <sup>-3</sup> )				
AC	1,07 bA	0,67 bB	0,50 bBC	0,40 bC
PC	2,50 aA	2,47 aA	1,60 aB	0,97 aC
MN	0,37 cA	0,40 bA	0,23 bA	0,30 bA
$\text{Mg}^{2+}$ (cmolc.dm <sup>-3</sup> )				
AC	0,43 bA	0,27 bA	0,27 bA	0,17 bA
PC	1,40 aA	0,90 aB	0,77 aB	0,70 aB
MN	0,10 bA	0,10 bA	0,10 bA	0,10 bA
$\text{K}^+$ (mg.dm <sup>-3</sup> )				
AC	23,51 bA	17,91 bAB	18,01 bAB	12,72 bB
PC	64,40 aA	59,87 aA	52,33 aB	36,54 aC
MN	28,98 bA	19,10 bB	12,96 bBC	11,80 bC

AC - Aspersão Convencional; PC - Pivô Central; MN - Mata Nativa

Médias seguidas de letra minúscula dentro de cada coluna comparam sistemas de uso do solo dentro de cada profundidade, e maiúsculas, as profundidades dentro de cada sistema de uso pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ )

recentes de calcário e fertilizantes, conforme demonstrado pelos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ , principalmente na camada de 0 - 0,10 m. Segundo Amaral & Aghinoni (2001), dentre os benefícios proporcionados pela prática da calagem, destaca-se o aumento nos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  do solo, principalmente na camada arável do solo (Matias et al., 2009).

Em profundidade, verifica-se para SB uma distribuição gradativa dos nutrientes na área sob PC, enquanto, no AC, maior teor é encontrado somente na profundidade 0 - 0,10 m. O aumento em profundidade do perfil na área sob PC decorre da aplicação mais recente de calcário associado, provavelmente, a um manejo mais adequado da água de irrigação, que contribui para melhor distribuição de nutrientes no perfil do solo. Para a área sob AC, torna-se necessária, além da prática da calagem, a aplicação de fertilizantes visando elevar os teores de nutrientes no solo, principalmente de  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ .

De maneira geral, os teores de fósforo (P) foram significativamente superiores na área sob PC em relação às áreas de MN e AC (Tabela 3). Este aporte elevado de P nessa área se deve, principalmente, às aplicações de fertilizantes fosfatados realizadas a cada ciclo da cultura. Araújo et al. (2000), ao estudarem o impacto do cultivo nas características químicas e na agregação de um Latossolo Vermelho Distrófico na região noroeste do Paraná, encontraram teores de P

**Tabela 3.** Teores de fósforo (P), CTC potencial (T) e CTC efetiva (t) em um Latossolo Amarelo Distrófico, sob diferentes sistemas de irrigação

**Table 3.** Phosphorus (P), potential (T) and effective (t) CEC in an Oxisol, under different irrigation systems

Tratamentos	Profundidades (m)			
	0 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 - 0,30	0,30 - 0,40
P (mg.dm <sup>-3</sup> )				
AC	2,37 bA	1,53 bA	0,70 aA	0,63 aA
PC	13,57 aA	8,97 aB	3,33 aC	1,17 aC
MN	2,03 bA	0,93 bA	0,90 aA	0,43 aA
CTC potencial (cmolc.dm <sup>-3</sup> )				
AC	3,26 bA	3,15 bA	2,95 abAB	2,63 abB
PC	4,94 aA	4,48 aB	3,53 aC	2,96 aD
MN	3,00 bA	2,61 bAB	2,30 bBC	2,03 bC
CTC efetiva (cmolc.dm <sup>-3</sup> )				
AC	2,16 bA	1,55 bB	1,65 bAB	1,36 abB
PC	4,14 aA	3,61 aA	2,59 aB	1,89 aC
MN	0,96 cA	0,97 bA	1,03 bA	0,99 bA

AC - Aspersão Convencional; PC - Pivô Central; MN - Mata Nativa

Médias seguidas de letra minúscula dentro de cada coluna comparam sistemas de uso do solo dentro de cada profundidade, e maiúsculas, as profundidades dentro de cada sistema de uso pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

significativamente superiores no solo das áreas cultivadas em relação à área sob condição de mata nativa.

Em relação aos teores de matéria orgânica do solo (MOS) (Figura 1b), foram encontradas diferenças significativas somente para as profundidades com ocorrência de valores mais elevados nas camadas mais superficiais do solo (0 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m), concordando com resultados reportados por Matias et al. (2009) para as mesmas profundidades. De acordo com Souza & Alves (2003), os teores de matéria orgânica do solo são maiores na camada superficial, devido ao maior aporte de resíduos provenientes de restos culturais e plantas invasoras.

Para a CTC efetiva e potencial (Tabela 3) os maiores valores observados encontram-se também na área sob PC para todas as profundidades estudadas. Esse efeito deve-se à maior condição de pH dessa área, decorrente da aplicação de calcário mais recente (aproximadamente há um ano), que proporciona, entre outros benefícios, o desbloqueio de cargas ocupadas principalmente pelo  $\text{Al}^{3+}$ , e que passam a serem ocupadas por bases, a exemplo do  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ .

Em profundidade, observou-se decréscimo da CTC efetiva e potencial em todas as áreas, devido à redução do nível de MOS que também ocorre em profundidade (Figura 1b). Segundo Silva et al. (2004), o incremento de matéria orgânica no solo contribui para o aumento da CTC por meio de cargas elétricas de superfícies. Relação direta entre MOS e CTC do solo tem sido verificada (Canellas et al., 2003; Falleiro et al., 2003; Alcântara et al., 2009), indicando que a redução na CTC efetiva e potencial em profundidade decorre da redução da MOS, que ocorre também em profundidade, conforme Falleiro

**Tabela 4.** Valores de densidade do solo (DS) e volume total de poros (VTP) em um Latossolo Amarelo Distrófico, sob diferentes sistemas de irrigação**Table 4.** Soil density values (DS) and total pore volume (VTP) in an Oxisol, under different irrigation systems

Tratamentos	Profundidades (m)			
	0 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 - 0,30	0,30 - 0,40
DS (kg dm <sup>-3</sup> )				
AC	1,67 aA	1,73 aA	1,69 aA	1,73 aA
PC	1,73 aA	1,74 aA	1,68 aA	1,72 aA
MN	1,60 bB	1,64 bB	1,67 aA	1,70 aA
VTP (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )				
AC	0,307 aA	0,268 bA	0,288 aA	0,264 aA
PC	0,288 aA	0,253 bA	0,293 aA	0,282 aA
MN	0,328 aA	0,331 aA	0,292 aB	0,289 aB

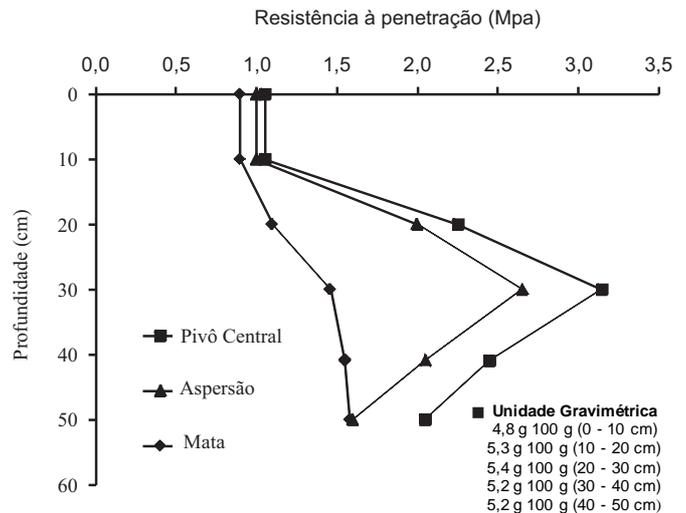
AC - Aspersão Convencional; PC - Pivô Central; MN - Mata Nativa

Médias seguidas de letra minúscula dentro de cada coluna comparam sistemas de uso do solo dentro de cada profundidade, e maiúsculas, as profundidades dentro de cada sistema de uso pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

et al. (2003) e Alcântara et al. (2009).

Em relação à densidade do solo (DS), foi verificado aumento nas áreas irrigadas (PC e AC) quando comparadas à área sob MN nas profundidades 0 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m (Tabela 4). Para Santos et al. (2009), a menor DS na área sob mata é resultante dos maiores teores de matéria orgânica que geralmente ocorrem nessas áreas. No entanto, de acordo com Balbino (2001), a utilização agrícola do solo provoca aumento na DS em relação ao solo sem interferência antrópica. Esse fato é explicado pela maior susceptibilidade da camada arável (0 - 0,20 m) do solo às alterações causadas por agentes perturbadores de natureza física, a exemplo do pisoteio de bovinos e uso de máquinas agrícolas (Souza et al., 2005; Oliveira et al., 2007; Severiano et al., 2008), que contribuem para alterações na agregação do solo, tendo como consequências a redução da matéria orgânica e do espaço poroso, e o aumento da densidade do solo e da resistência do solo à penetração mecânica das raízes. De Maria et al. (1999) admitiram que DS acima de 1,2 kg dm<sup>-3</sup> afeta o desenvolvimento de raízes de soja em Latossolo Roxo, valor também considerado por Guimarães et al. (2002) como restritivo ao desenvolvimento do sistema radicular do feijoeiro em Latossolo Vermelho.

Os valores de DS encontrados foram considerados elevados até mesmo para a área sob MN, porém próximos dos valores relatados por outros pesquisadores para solos de textura mais arenosa (Souza et al., 2005), como no presente estudo, principalmente para a área sob MN. Além disso, vale destacar que no Perímetro Irrigado do Gurguéia, é prática comum entre os irrigantes, após o período da colheita do feijão-caupi, o pastejo de animais em número bastante elevado nos lotes visando o aproveitamento dos restos culturais e plantas daninhas que proliferam nas áreas. Possivelmente, essa prática também explica os altos valores de DS e baixos de VTP nas áreas irrigadas. Souza et al. (2005), ao avaliarem o

**Figura 2.** Resistência à penetração (RP) em um Latossolo Amarelo Distrófico, sob diferentes sistemas de irrigação**Figure 2.** Penetration resistance (RP) in an Oxisol, under different irrigation systems

efeito de diferentes sistemas de manejo nos atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e de um Latossolo Vermelho no Sudoeste goiano, verificaram nas áreas cultivadas um aumento da DS, em relação ao cerrado nativo, o qual, segundo os autores, decorreu do efeito do pisoteio do gado e do uso de máquinas agrícolas. No entanto, segundo os autores, os valores encontrados foram menores que o índice crítico ao desenvolvimento radicular das plantas, que, em solos arenosos, é de 1,75 g cm<sup>-3</sup>, e em solos argilosos, de 1,27 g cm<sup>-3</sup> (Medina, 1985; Corsini & Ferraud, 1999). Sales et al. (2010), em outro estudo avaliando as alterações dos atributos físico-hídricos de um Neossolo Quartzarênico Órtico em função do uso e manejo no município de Mineiros, GO, verificaram incremento na DS em todos os sistemas avaliados, mas os valores observados em todos os sistemas agrícolas não foram considerados críticos ao desenvolvimento radicular das plantas.

Para o volume total de poros (VTP) foram observados maiores valores nas amostras coletadas superficialmente em relação às subsuperficiais (Tabela 4). Em profundidade, o VTP foi reduzido nas áreas sob irrigação quando comparado à área sob MN na profundidade 0,10 - 0,20 m. Isso se deve, provavelmente, ao aumento da DS verificado para essa mesma camada, corroborando os resultados encontrados por Merotto & Mundstock (1999) ao verificarem decréscimo de VTP com o aumento da DS.

Quanto à resistência à penetração (Figura 2), verificou-se aumento nas áreas irrigadas em relação à MN, sendo que os maiores valores foram encontrados na profundidade de 30 cm (PC > AC), uma profundidade imediatamente abaixo da faixa de ação dos implementos utilizados nas práticas de aração e gradagem. Tal fato pode ser explicado pelo aumento da DS nas áreas cultivadas devido ao tráfego excessivo de máquinas e pisoteio de animais durante o período de entressafra,

conforme anteriormente discutido. De acordo com Souza et al. (2005), o aumento excessivo na DS acarreta na diminuição do VTP, permeabilidade, infiltração de água e quebra dos agregados, aumentando consequentemente a resistência mecânica à penetração, o que ocasiona prejuízo às propriedades físicas do solo.

## CONCLUSÕES

As áreas irrigadas apresentaram modificações nas condições de fertilidade do solo em relação à área de mata nativa, com aumentos dos valores de SB, CTC efetiva, CTC potencial e saturação por bases.

Diferenças nas condições físicas do solo foram observadas nas duas áreas irrigadas em relação à mata nativa, sendo mais acentuadas na área irrigada por pivô central, submetida a um sistema de manejo mais intensivo.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto e concessão da bolsa de iniciação científica para Francisco Hélcio Canuto Amaral e Gabriel Barbosa da Silva Júnior e ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) por ter cedido a área para o estudo.

## LITERATURA CITADA

Alcântara, E.N.; Nóbrega, J.C.A.; Ferreira, M.M. Métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro afetam atributos. *Ciência Rural*, v.39, n.3, p.749-757, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000300018>

Almeida, J.A.; Bertol, I.; Leite, D.; Amaral, A.J.; Zoldan Júnior, W.A. Propriedades químicas de um cambissolo húmico sob preparo convencional e semeadura direta após seis anos de cultivo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, n.3, p.437-445, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000300013>

Amaral, A.S.; Anghinoni, I. Alteração de parâmetros químicos do solo pela reaplicação superficial de calcário no sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, n. 4, p.695-702, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001000400013>

Andrade Júnior, A.S.; Bastos, E.A.; Barros, A.H.C.; Silva, C.O.; Gomes, A.A.N. Classificação climática e regionalização do Semi-Árido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. *Revista Ciência Agrônômica*, v.36, n.2, p.143-151, 2005.

Araújo, M.A.; Tormena, C.A.; Watanabe, S.H.; Pintro, J.C.; Costa, A.C.S.; Mata, J.D.V. Avaliação do impacto do cultivo nas características químicas e na agregação de um Latossolo Vermelho distrófico do noroeste do Paraná. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.22, n. único, p.1045-1053, 2000.

Balbino, L.C. Évolution de la structure et des propriétés hydrauliques dans des Ferralsols mis em prairie Pâturée (Cerrado, Brésil). Paris: INAPG, 2001. 128p. Thèse Doctora.

Blake, G. R.; Hartge, K. H. Bulk density. In: Klute, A. (Ed.). *Methods of soil analysis*. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. part 1, p.363-375.

Boeira, R.C.; Maximiliano, V.C.B. Mineralização de compostos nitrogenados após aplicações de lodos de esgoto em quatro cultivos de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, n. 1, p.207-218, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000100022>

Brito, R.A.L.; Couto, L.; Santana, D.P. Agricultura irrigada, recursos hídricos e produção de alimentos. *Revista ITEM*, n.55, p.64-69, 2002.

Canellas, L.P.; Velloso, A.C.X.; Marciano, C.R.; Ramalho, J.F.G.P.; Rumjanek, V.M.; Resende, C.E. Santos, G.A. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhço e adição de vinhaça por longo tempo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.5, p.935-944, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000500018>

Corsini, P.C.; Ferraudo, S.A. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.2, p.289-298, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X1999000200017>

Danielson, R.E.; Sutherland, P.L. Porosity. In: Klute, A. (Ed.). *Methods of soil analysis*. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, 1986. p.443-461.

De Maria, I.C.; Castro, O.M.; Dias, H.S. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, n.3, p.703-709, 1999.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212p.

Falleiro, R.M.; Souza, C.M.; Silva C.S.W.; Sediya, C.S.; Silva, A.A.; Fagundes, J.L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.6, p.1097-1104, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000600014>

Faria, C.M.B.; Silva, M.S.L.; Silva, D.J. Alterações em características de solos do Submédio São Francisco sob diferentes sistemas de cultivo. *Petrolina: Embrapa Semi-Árido*, 2007. p.1-33.

Fernandes, L.A.C.; Ribeiro, M.R.; Oliveira, L.B.; Ferreira, R.F.A.L. Caracterização e classificação de solos de uma litotopossequência do Projeto Xingó-SE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, n.2, p.192-201, 2010. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v5i2a675>

Figueiredo, C.C.; Santos, G.G.; Pereira, S.; Nascimento, J.L.; Alves Júnior, J. Propriedades físico-hídricas em Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas 35 de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, n.2, p.146-151, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000200005>

Freire Filho, F.R.; Lima, J.A.A.; Ribeiro, V.Q. Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 519p.

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. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662002000200005>
- Jacomine, P.K.T. Levantamento exploratório de reconhecimento de solos do Estado do Piauí. Rio de Janeiro: Embrapa. SNLCS/SUDENE-DRN, v.1, 1986, 399p.
- Matias, M.C.B.; Salviano, A.A.C.; Leite, L.F.C.; Galvão, S.R.S. Propriedades químicas em Latossolo Amarelo de Cerrado do Piauí sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Ciência Agrônômica*, v.40, n.3, p.356-362, 2009.
- Medina, B.F. Influência de dois métodos de preparo de área na compactação de um Latossolo Amarelo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.9, n.1, p.67-71, 1985.
- Melo, F.B.; Cardoso, M.J.; Salviano, A.A.C. Fertilidade do solo e adubação. In: Freire Filho, F.R.; Lima, J.A.A.; Ribeiro, V.Q. Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.229-242.
- Merotto, A.; Mundstock, C.M. Wheat root growth as affected by soil strength. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, n.2, p.197-202, 1999.
- Nobre, R.G; Gheyi, H.R; Soares, F.A.L; Andrade, L.O; Nascimento, E.C.S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, v.14, n.7, p.747-754, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000700009>
- Nolla, A.; Anghinoni, I. Critérios de calagem para soja no sistema plantio direto consolidado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, n.3, p.475-483, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000300008>
- Oliveira, G.C.; Severiano, E.C.; Mello, C.R. Dinâmica da resistência à penetração de um Latossolo Vermelho da Microrregião de Goiânia, GO. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.3, p.265-270, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662007000300003>
- Sales, L.E.O.; Carneiro, M.A.C.; Severiano, E.C.; Oliveira, G.C.; Ferreira, M.M. Qualidade física de Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso agrícola. *Ciência e Agrotecnologia*, v.34, n.3, p.667-674, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000300020>
- Santos, A.C.; Salcedo, I.H.; Candeias, A.L.B.; Galvão, S.R.S. Influência do uso e da posição do perfil no relevo na fertilidade de solos em áreas de encosta. *Pesquisa Agropecuária Tropical* v.39, n. 1, p.31-37, 2009.
- Santos, E.E.F; Ribeiro, M.R. Influência da irrigação e do cultivo nas propriedades químicas de solos da região do Submédio São Francisco. *Acta Scientiarum*, v.24, n.único, p.1507-1516, 2002.
- Severiano, E.C.; Oliveira, G.C.; Dias Júnior, M.S.; Oliveira, L.F.C.; Castro, M.B. Pressão de preconsolidação e intervalo hídrico ótimo como indicadores de alterações estruturais do solo em decorrência das operações de colheita da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.4, p.1419-1427, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000400005>
- Silva, D.J.; Araújo, C.A. de S. Agricultura irrigada: a importância da adubação. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30., 2005, Recife. Anais. Recife, PE: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. CD Rom.
- Silva, F. de A.S. dos Sistema de assistência estatística - Assistat 7.5 beta. Campina Grande: UFCG, 2008. Disponível em: <<http://assistat.com.br>>
- Silva, L.S.; Camargo, F.A O.; Ceretta, C.A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: Meurer, E.J. (Ed.). Fundamentos de química do solo. Porto Alegre: Genesis, 2004. p.73-100.
- Souza, E.D.; Carneiro, M.A.C.; Paulino, H.B. Atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.11, p.1135-1139, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005001100011>
- Souza, Z.M.; Alves, M.C. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica em um Latossolo vermelho de cerrado sob diferentes usos e manejos. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.25, n. 1, p.27-34, 2003. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v25i1.2339>
- Stolf, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.15, n. 2, p.229-235, 1991.