

Métodos de Preparo do Solo e Sistemas de Cultivo de Milho nos Tabuleiros Costeiros



ISSN 1678-1961

Dezembro, 2016

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Métodos de Preparo do Solo e Sistemas de Cultivo de Milho nos Tabuleiros Costeiros

Antônio Carlos Barreto

Marcelo Ferreira Fernandes

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Aracaju, SE

2016

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Av. Beira Mar, 3250

49025-040 Aracaju, SE

Fone: (79) 4009-1344

Fax: (79) 4009-1399

www.cpatc.embrapa.br

www.embrapa.com.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Presidente: *Marcelo Ferreira Fernandes*

Secretária-executiva: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Membros: *Ana Veruska Cruz da Silva Muniz, Elio Cesar Guzzo, Hymerson Costa Azevedo, João Costa Gomes, Josué Francisco da Silva Junior, Julio Roberto de Araujo Amorim, Viviane Talamini e Walane Maria Pereira de Mello Ivo*

Supervisão editorial: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Normalização bibliográfica: *Josete Cunha Melo*

Editoração eletrônica: *Joyce Feitoza Bastos*

Foto da capa: *Antônio Carlos Barreto*

1ª Edição

PDF (2016)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barreto, Antônio Carlos

Métodos de Preparo do Solo e Sistemas de Cultivo de Milho nos Tabuleiros Costeiros/Antônio Carlos Barreto... [et al.] - Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016.

17 p. II. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961, 117).

1. Solo. 2. *Zea mays*. 3. Tabuleiros Costeiros. I. Barreto, Antônio Carlos. II. Fernandes, Marcelo Ferreira. III. Título. IV. Série.

CDD 631 (21 ed.)

©Embrapa 2016

Sumário

Resumo	4
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	10
Conclusões.....	15
Referências	16

Métodos de Preparo do Solo e Sistemas de Cultivo de Milho nos Tabuleiros Costeiros

Antônio Carlos Barreto¹

Marcelo Ferreira Fernandes²

Resumo

Estratégias de cultivo do milho que conjuguem baixo revolvimento de solo e alto aporte de resíduos são essenciais à exploração sustentável desta cultura na ecorregião dos Tabuleiros Costeiros. Avaliou-se o efeito de métodos de preparo do solo e sistemas de cultivo sobre a produtividade de grãos de milho e fitomassa de resíduos para aporte ao solo. Um experimento foi conduzido em Argissolo Amarelo, no Município de Umbaúba, SE, em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram testados três métodos de preparo do solo: plantio direto (PD), cultivo mínimo (CM) e plantio convencional (PC), e nas subparcelas os sistemas de cultivo de milho solteiro (MS) e consórcio de milho e guandu (MG), plantados simultaneamente e na mesma linha. A produtividade média de grãos de milho sob PD foi significativamente maior do que a observada sob CM e PC. Não foram observados efeitos significativos de sistemas de cultivo MS e MG ou da interação entre sistemas de cultivo e métodos de preparo sobre a produtividade de grãos de milho. Comparativamente

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Manejo e Fertilizade do Solo, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

²Engenheiro-agrônomo, PhD em Microbiologia do Solo, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

ao sistema MS, o consórcio MG permitiu um incremento de 1,6 t ha⁻¹ e 6,0 t ha⁻¹ de matéria seca de resíduos derivados da fitomassa de guandu na poda e na rebrota do período de estiagem, respectivamente. É viável, principalmente para pequenos agricultores, a exploração sustentável da cultura do milho na ecorregião dos Tabuleiros Costeiros através do uso combinado do plantio consorciado com guandu e o sistema plantio direto.

Palavras-chave: *Cajanus cajan*, consorciação, manejo do solo, *Zea mays*.

Soil Preparation Methods and Corn Cropping Systems in Coastal Tablelands

Abstract

Strategies for corn cultivation which combine low disturbance of soil and high intake of residues are essential to the sustainable exploitation of this crop in the ecoregion of the coastal tablelands. This study aimed to evaluate the effect of tillage methods and cropping systems on the productivity of corn grain and of plant residues from different components of the cropping systems for soil amendment purposes. An experiment was conducted in a cohesive Ultisol in the municipality of Umbaúba, SE, in an experimental design of randomized blocks with split plots, with four replications. In the plots were tested three tillage methods: no-tillage (NT), minimum tillage (MT) and conventional tillage (CT), and in the subplots the single corn cropping systems (SC) and the consortium between corn and pigeon pea (CPP), planted simultaneously and in the same row. The average yield of corn grain on PD was significantly higher than that observed in CM and CP. There were no significant effects of cropping systems or the interaction between cropping systems and tillage methods on the productivity of corn grain. Compared to the SC system, the CPP consortium allowed an increase of 1.6 t ha⁻¹ and 6.0 t ha⁻¹ of dry matter derived from pigeon pea residues from both the pruned and regrowth biomass during the dry season, respectively. The feasibility, especially for small farmers, of sustainable use of corn in the ecoregion of the coastal tablelands through the combined use of intercropping with pigeon pea and no-tillage method.

Index terms: corn, intercropping, soil management, pigeon pea.

Introdução

Os solos dos Tabuleiros Costeiros apresentam, em geral, textura franco-arenosa e baixos teores de matéria orgânica (JACOMINE, 1996). Essas características conferem certa fragilidade à estrutura física desses solos, de modo que tem sido aceito que o uso de culturas perenes, as quais requerem pouco revolvimento do solo após sua implantação, seria mais adequado como fonte de resíduos para a manutenção ou incremento dos níveis de matéria orgânica desta região. Outro entrave à produção agrícola dessa região é a presença de camadas subsuperficiais coesas, as quais dificultam o aprofundamento de raízes e o movimento de água em profundidade no perfil dos solos (PAIVA et al., 2000). Por outro lado, a ecorregião dos Tabuleiros Costeiros possui um regime pluviométrico regular e satisfatório, com grande potencial para a produção de alimentos derivados de culturas anuais como o milho. Diante do exposto, levanta-se a hipótese, de que o manejo adequado do solo e da cobertura vegetal, bem como o uso de práticas que resultem no aprofundamento da água no perfil, contribuiriam para minimizar as restrições do solo e viabilizar a exploração da cultura do milho nesta ecorregião, de forma mais sustentável. Em outras regiões do país, o uso de plantio direto (PD) e cultivo mínimo (CM) tem se apresentado como uma alternativa eficiente ao plantio convencional (PC). A superioridade do PD em relação ao PC é expressa tanto em termos econômicos, através de ganhos de produtividade em diversas culturas, quanto em termos de conservação do solo, pela melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas (VALPASSOS et al., 2005; BAYER et al., 2006). Apesar desse potencial, experiências com esses sistemas nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste são incipientes.

Parte do problema para a adoção do sistema de plantio direto nos Tabuleiros Costeiros se deve ao regime pluviométrico que restringe o período de exploração a uma safra, dificultando o cultivo de coberturas vegetais na entressafra. Uma alternativa a isso pode ser o uso de consórcios entre espécies que apresentem alta complementariedade temporal (WILLEY, 1979), como é o caso do guandu e do milho,

plantados simultaneamente (HENINRICHS et al., 2000; BARRETO; FERNANDES, 2005). O guandu ao ser podado a 1 m de altura, na época da colheita do milho, apresenta excelente capacidade de rebrota, e, estando bem enraizado, consegue suportar o período seco, sendo capaz de produzir quantidades consideráveis de biomassa durante a estiagem.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de métodos de preparo do solo e sistemas de cultivo sobre a produtividade de grãos de milho e sobre a fitomassa de resíduos para aporte ao solo na ecorregião dos Tabuleiros Costeiros.

Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Campo Experimental de Umbaúba, situado no município de Umbaúba, SE, com localização geográfica a 11° 27' S e 37° 40' W e precipitação pluviométrica média anual de 1.200 mm, em um Argissolo Amarelo coeso (EMBRAPA, 1975), típico da ecorregião dos Tabuleiros Costeiros. Uma área experimental, cultivada desde 2002 com consórcio de milho e guandu, sob diferentes métodos de preparo de solo, foi utilizada para a instalação do experimento. Nessa área, as parcelas mediam 12 m x 40 m e foram dispostas em um desenho experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições. De 2002 a 2006, as parcelas foram submetidas a três tratamentos, que incluíram os métodos de preparo PD, CM e PC. A partir de 2007, as parcelas foram divididas em duas subparcelas, uma cultivada com milho solteiro (MS) e a outra com o consórcio milho e guandu (MG), plantados simultaneamente e na mesma linha.

Anualmente, as parcelas de PC foram preparadas com uma aração e duas gradagens. Sete dias antes do semeio das culturas, que ocorre no início do período das chuvas, herbicida à base de glifosato foi aplicado nas áreas de CM e PD. As áreas de CM foram submetidas a uma operação de escarificação a cerca de 30 cm de profundidade, utilizando-se um escarificador com lâminas distantes entre si em 40 cm. Para todos os métodos de preparo de solo, os sulcos para

semeio foram abertos manualmente, sendo esta operação, portanto, a única ação de revolvimento do solo nas parcelas do PD. O espaçamento utilizado entre linhas foi de 80 cm para os dois sistemas de plantio do milho (solteiro e consorciado com guandu). Nos sulcos de plantio foi feita adubação com 30 kg de N, 60 kg de P_2O_5 e 60 kg de K_2O ha^{-1} , nas formas de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, tanto para MS como para MG. Trinta dias após o plantio, foi realizada a adubação de cobertura, aplicando-se 60 kg de N. Após a adubação de fundação, três sementes de milho (híbrido duplo AGN 3100) foram colocadas a cada 50 cm dentro da linha de plantio. Para o sistema consorciado, o guandu foi plantado na mesma linha do milho (cinco sementes por cova), intercalando-se as sementes das duas espécies a cada 25 cm dentro da linha. O desbaste do milho foi feito aos 15 dias após o plantio, deixando-se duas plantas por cova (50.000 plantas de milho por ha, tanto em MS quanto em MG). Na época de milho verde, cerca de três meses após o plantio, quando as plantas atingiram o máximo de desenvolvimento vegetativo, foi feita uma avaliação da produção de fitomassa desta cultura. O milho foi colhido para grão após cerca de 150 dias do plantio. Ao fim da época chuvosa (setembro-outubro), quando as sementes de guandu haviam atingido a maturidade, estas foram colhidas e as plantas de guandu podadas a 1 m de altura. A quantidade de fitomassa seca da poda de guandu foi estimada e os resíduos da mesma adicionados ao solo das respectivas subparcelas, sem incorporação. Esse manejo foi avaliado ainda quanto à produtividade de fitomassa de guandu derivada da rebrota durante a época seca. A fitomassa de vegetação espontânea nas parcelas ao final do período seco também foi estimada. Amostras de folhas de milho foram coletadas aos 63 DAP e analisadas quanto aos teores de N e P (EMBRAPA, 1997). As eficiências de uso de N (EUN) e de fósforo (EUP), expressas como a produção de grãos relativa aos teores foliares destes nutrientes, foram estimadas de acordo com Siddiqi e Glass (1981).

Os dados de matéria seca e de produtividade obtidos foram submetidos à análise de variância. As comparações de médias entre os três métodos de preparo do solo foram feitas pelo procedimento de Bonferroni.

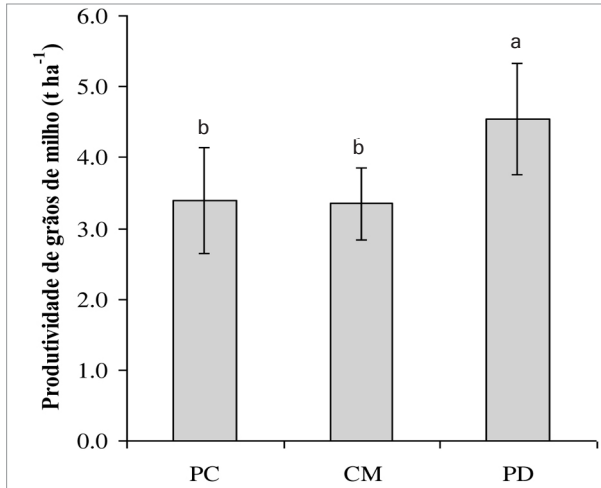


Figura 1. Produtividade de grãos de milho sob os métodos de preparo do solo de plantio convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD) em um Argissolo Amarelo coeso dos Tabuleiros Costeiros. As hastes verticais indicam ± 1 DP. Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Bonferroni ($p < 0,01$).

Quanto à produtividade das fitomassas de milho e da vegetação espontânea, não foram observados efeitos significativos dos fatores avaliados (Tabela 1). Os valores médios de fitomassa foram de 4,7 t ha⁻¹ e 3,4 t ha⁻¹ de massa seca para o milho e a vegetação espontânea, respectivamente (Figura 2).

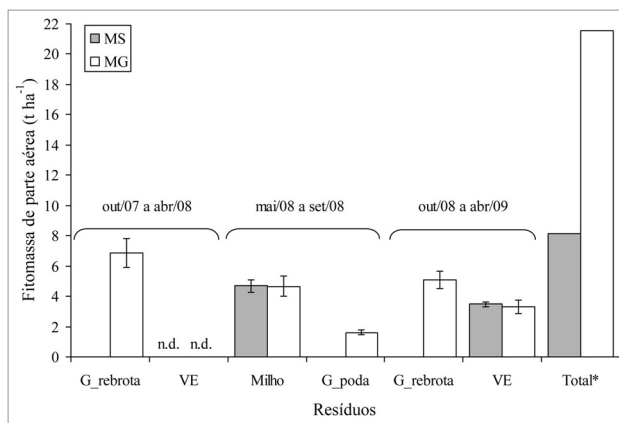


Figura 2. Produtividade de fitomassas do milho, da poda e rebrota de guandu (G_poda e G_rebrota) e vegetação espontânea (VE) sob os sistemas de cultivo de milho isolado (MS) e milho consorciado com guandu (MG) em um Argissolo Amarelo coeso dos Tabuleiros Costeiros. As barras verticais indicam ± 1 DP. Os períodos de outubro-abril e maio-setembro correspondem, aproximadamente, às estações seca e chuvosa na ecoregião. A VE não foi determinada (n.d.) no período de outubro de 2007 a abril de 2008. As barras de total correspondem à soma de fitomassas de parte aérea de todas as fontes vegetais de resíduos em cada um dos sistemas de cultivo no período indicado.

A fitomassa derivada do guandu no sistema MG contribuiu com aportes adicionais expressivos de resíduos em relação ao MS, sendo esta quantidade não afetada pelos métodos de preparo. A poda do guandu ao final do período chuvoso (maio-setembro), em 2008, contribuiu com um adicional de $1,6 \text{ t ha}^{-1}$ de massa seca de resíduos, enquanto a fitomassa derivada da rebrota durante a estiagem (novembro-abril) atingiu valores médios de $6,8 \text{ t ha}^{-1}$ e $5,1 \text{ t ha}^{-1}$ de massa seca nas amostragens de 2008 e 2009, respectivamente. A somatória das fitomassas de milho, vegetação espontânea e guandu adicionadas ao solo desde a introdução destes dois sistemas até a última data de avaliação (maio de 2007 a maio de 2009), totalizou cerca de 8 t ha^{-1} e 22 t ha^{-1} de massa seca nos sistemas MS e MG, respectivamente. Visto que a fitomassa de vegetação espontânea não foi determinada em

2008, este valor foi subestimado. Assumindo-se que, como observado em 2009, não tenha havido efeito do sistema de cultivo sobre a fitomassa de vegetação nativa em 2008, o sistema MG superou o MS em 14 t ha^{-1} de massa seca de resíduos no período de dois anos.

Os teores foliares de N e P, os dois nutrientes mais demandados pela cultura do milho, não foram afetados por nenhum dos fatores analisados. Os valores médios de N e P encontrados foram 27 g kg^{-1} e $3,6 \text{ g kg}^{-1}$, ambos dentro dos padrões de níveis críticos foliares (MALAVOLTA, 2006). Apesar da suficiência em N e P em todos os tratamentos, as plantas sob PD apresentaram maior EUN e EUP que as sob PC e CM, as quais não diferiram entre si quanto a estas eficiências (Figura 3). O sistema de cultivo não afetou EUN e EUP.

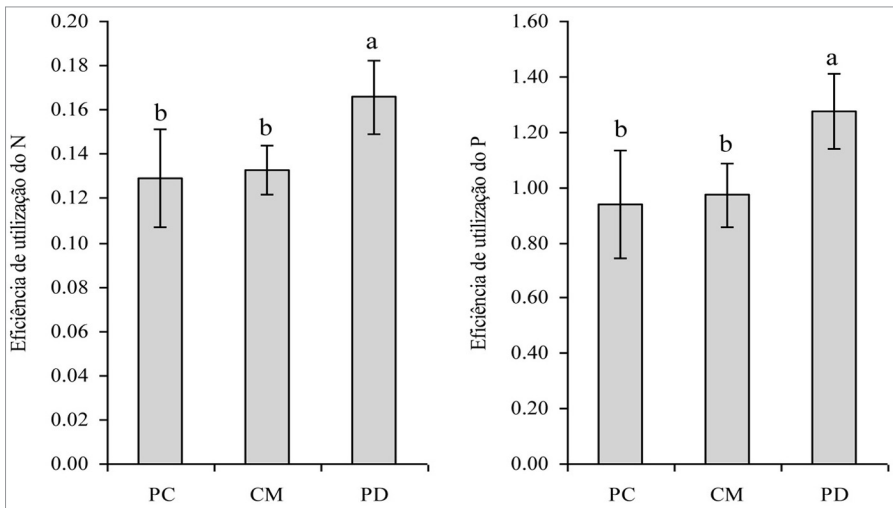


Figura 3. Eficiência de utilização do N (EUN) e do P (EUP) por plantas de milho sob diferentes métodos de preparo do solo em um Argissolo Amarelo coeso dos Tabuleiros Costeiros. EUN e EUP são expressas em t de grãos $\text{ha}^{-1} \text{ g}^{-1}$ nutriente kg^{-1} de tecido foliar. As hastes verticais indicam $\pm 1 \text{ DP}$. Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Bonferroni ($p < 0,05$).

Em 2008, 6 anos após a implantação dos tratamentos de métodos de preparo, verificou-se pela primeira vez que a produção de grãos de milho com o uso de PD, foi estatisticamente superior em relação ao CM e PC. Nos anos anteriores, não houve diferença entre os tratamentos. O menor revolvimento do solo no CM não foi suficiente para promover uma melhora de desempenho desse sistema em relação ao PC. Souza e Alves (2003), por exemplo, observaram que os sistemas PD e CM apresentaram melhores condições de qualidade do solo, em relação ao PC, pois, além da melhoria nas condições químicas, a matéria orgânica manteve-se em níveis similares aos do sistema natural.

A ausência de resultados significativos positivos de MG em relação a MS pode estar relacionada, em parte, ao curto tempo de diferenciação entre os tratamentos de sistemas de cultivo neste estudo (2 anos). Ainda que quantidades de N expressivas sejam adicionadas ao solo pela fitomassa de guandu, a adubação nitrogenada foi suficiente para assegurar teores adequados de N para as plantas de milho sob MS. Nessa condição, o potencial de incrementos no estado da nutrição nitrogenada de plantas de milho consorciadas com guandu nos moldes propostos é reduzido. Portanto não foi possível estabelecer a equivalência entre o N fornecido por este sistema de consórcio e pelos fertilizantes nitrogenados nesse estudo.

A estratégia de plantar o milho em consórcio com guandu, na mesma linha e na mesma época, explorando a complementariedade temporal que ocorre entre essas espécies (WILLEY, 1979) tem se mostrado uma alternativa viável para aumentar o aporte de resíduos ao solo durante a estiagem. O guandu apresenta um desenvolvimento inicial mais lento, permitindo ao milho completar seu ciclo sem sofrer competição significativa, ao mesmo tempo, que, suporta bem a forte competição exercida pelo milho, e, à medida que o milho avança no período de senescência, o guandu retoma seu crescimento de forma mais acelerada e se desenvolve satisfatoriamente (BARRETO; FERNANDES, 2005). De acordo com a estratégia proposta, o guandu é podado na época da colheita do milho gerando em média 1,6 t ha de biomassa seca que é distribuída na superfície do solo. Após a poda o guandu

rebrotar e consegue acumular durante o período de estiagem em torno de 5 t ha⁻¹ a 7 t ha⁻¹. O maior aporte de resíduos no sistema MG em relação ao MS pode, ao longo do tempo, contribuir para a recuperação e/ou manutenção dos teores de matéria orgânica do solo (BAYER et al., 2002). É reconhecido que a cobertura morta resultante exclusivamente dos restos culturais do cultivo anterior e de plantas daninhas é geralmente, insuficiente para a plena cobertura e proteção do solo, podendo comprometer a eficiência do sistema de plantio direto.

Lopes et al. (1987) encontraram que 1 t ha⁻¹, 2 t ha⁻¹ e 4 t ha⁻¹ de matéria seca de resíduo vegetal cobrem cerca de 20%, 40% e 60%-70% da superfície do solo, respectivamente, e concluíram ainda que são necessários, pelo menos, 7 t ha⁻¹ de matéria seca de palhada, uniformemente distribuída, para a cobertura plena da superfície do solo. A fitomassa de guandu resultante da rebrota mais a quantidade média de vegetação espontânea nas entrelinhas supera esse limite mínimo.

A ausência de efeitos de sistemas de cultivo sobre os teores foliares de N e P em milho indicou uma baixa capacidade competitiva do guandu por estes nutrientes durante a fase de crescimento da cultura principal. Embora os teores de N e P não tenham diferido entre os tratamentos avaliados, a eficiência de utilização destes nutrientes, expressa como produção de grãos relativa ao teor dos nutrientes na folha aos 63 DAP foi maior sob PD que nos demais métodos de preparo.

Conclusões

O plantio direto promoveu maior conversão dos nutrientes absorvidos pelo milho durante a fase vegetativa em grãos.

Os resultados obtidos indicam a viabilidade, principalmente para pequenos agricultores, da exploração da cultura do milho na ecorregião dos Tabuleiros Costeiros de forma mais sustentável, utilizando-se o plantio consorciado com guandu e o sistema de manejo plantio direto.

Sob o sistema de consórcio proposto, não houve redução na produtividade de milho em função do cultivo simultâneo do guandu e é possível incrementar expressivamente a quantidade de fitomassa

produzida durante a estiagem, o que contribui para aumentar o aporte de resíduos ao solo e o potencial de promoção de melhorias na qualidade dos solos de Tabuleiros Costeiros.

Referências

- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. **Adubação verde com leguminosas em cultivo intercalar com a cultura do milho**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 15 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de Pesquisa, 7).
- BAYER, C.; DICK, D. P.; RIBEIRO, G. M.; SCHENERMANN, K. K. Carbon stocks in organic matter fractions as affected by land use and soil management, with emphasis on no-tillage effect. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32. p. 401-406, 2002.
- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; TO, A.; DIECKOW, J. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 86, p. 237-245, 2006.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisas Pedológicas (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do Estado de Sergipe**. Recife, 1975. 506 p. (EMBRAPA-CPP. Boletim Técnico, 36; SUDENE-DRN. Recursos de Solos, 6).
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997. 212 p.
- HEINRICHS, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FANCELLI, A. L. Produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 225-230, 2000.
- JACOMINE, P. K. I. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS. **Anais...** Cruz das Almas, BA, 2016. Cruz das Almas: Embrapa CPATC; CNPMF/EAUFBA/IGUFBA. 1996. p. 13-26.

LOPES, P. R. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 71-75, 1987.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

PAIVA, A.; SOUZA, L.; RIBEIRO, A.; COSTA, L. Propriedades físico-hídricas de solos de uma toposequência de tabuleiro da Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35. p. 2295-2302, 2000.

SIDDIQI, M. Y.; GLASS, D. M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, London, v. 4, p. 289-302, 1981.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C. Propriedades químicas de um latossolo vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 133-139, 2003.

VALPASSOS, M. A. R.; MACHADO, P. L. O. A.; TORRES, E.; VALENCIA, L. I. O.; ANDRADE, A. G. de; MADARI, B. No tillage and crop rotation effects on soil aggregation and organic carbon in a Rhodic Ferralsol from southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 80, p. 185-200, 2005.

WILLEY, R. W. Intercropping: its importance and research needs, part. 2: agronomy and research approaches. **Field Crop Abstracts**, London, v. 32, n. 2, p. 1-10, 1979.



Tabuleiros Costeiros

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

