

## **Perdas de Solo e Água em Sistemas de Cultivo de Milho no Agreste Sergipano**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Tabuleiros Costeiros  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 90***

## **Perdas de Solo e Água em Sistemas de Cultivo de Milho no Agreste Sergipano**

*Inácio de Barros  
Edson Patto Pacheco  
Hélio Wilson Lemos de Carvalho  
Fernando Luis Dutra Cintra  
Juliana Moura Lima da Silva  
Erick do Nascimento Dantas  
Tássia Fernanda Santos Neri Soares*

Embrapa Tabuleiros Costeiros  
Aracaju, SE  
2015

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, Élio César Guzzo, Hymerson Costa Azevedo, João Gomes da Costa, Josué Francisco da Silva Junior, Julio Roberto de Araujo Amorim, Viviane Talamini e Walane Maria Pereira de Melo Ivo*

Supervisão editorial: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Normalização bibliográfica: *Lucidalva Ribeiro Gonçalves Ribeiro*

Editoração eletrônica: *Arthur Henrique Costa Godofredo*

Fotos: *Inácio de Barros*

**1ª Edição (2015)**

On-line (2015)

### **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)**

**Embrapa Tabuleiros Costeiros**

---

Perdas de Solo e Água em Sistemas de Cultivo de Milho no Agreste Sergipano / Inácio de Barros... [et. al.].- Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

24 p. Il. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961, 90).

1. Milho. 2. Plantio direto. 3. Semeadura. I. Barros, Inácio de. II. Pacheco, Edson Patto III. Carvalho, Hélio Wilson Lemos de. IV. Cintra, Fernando Luis Dutra. V. Silva, Juliana Moura Lima da. VI. Dantas, Erick do Nascimento. VII. Tássia Fernanda Santos Neri. VIII. Título. IX. Séries.

---

CDD 632.78 (21. ed.)

© Embrapa 2015

# Sumário

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Resumo .....                 | 4  |
| Abstract .....               | 6  |
| Introdução .....             | 8  |
| Material e Métodos .....     | 12 |
| Resultados e Discussão ..... | 16 |
| Conclusões .....             | 19 |
| Agradecimentos .....         | 20 |
| Referências .....            | 21 |

# Perdas de Solo e Água em Sistemas de Cultivo de Milho no Agreste Sergipano

---

*Inácio de Barros<sup>1</sup>*

*Edson Patto Pacheco<sup>2</sup>*

*Hélio Wilson Lemos de Carvalho<sup>3</sup>*

*Fernando Luis Dutra Cintra<sup>4</sup>*

*Juliana Moura Lima da Silva<sup>5</sup>*

*Erick do Nascimento Dantas<sup>6</sup>*

*Tássia Fernanda Santos Neri Soares<sup>7</sup>*

## Resumo

O Estado de Sergipe tem experimentado nos últimos anos uma forte ampliação da cultura do milho, principalmente no agreste do estado. Essa região é caracterizada por relevo ondulado e sua aptidão para a cultura do milho é evidenciada pela pluviosidade média anual na faixa de 600 a 1.000 mm e solos relativamente ricos em nutrientes, predominantemente Cambissolos não hidromórficos com horizonte B incipiente ou Câmbico, Eutróficos, rasos a moderadamente profundos. Os principais problemas ligados ao uso agrícola desses solos estão

---

<sup>1</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências Agrárias, Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

<sup>2</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências do Solo, Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

<sup>3</sup>Engenheiro-agrônomo, mestre em agronomia, Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

<sup>4</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências do Solo, Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

<sup>5</sup>Estudante de Geologia da Universidade Federal de Sergipe (UFS), estagiária da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

<sup>6</sup>Estudante de Agronomia da Universidade Federal de Sergipe (UFS), estagiário da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

<sup>7</sup>Estudante de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Bolsista iniciação Científica da Fundação de Apoio e Pesquisa e a Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (Fapitec/SE).

relacionados ao seu uso intensivo e ao provável quadro de degradação a curto ou médio prazo por erosão hídrica, em função da ausência práticas conservacionistas nos sistemas de produção. Observa-se que a expansão da cultura do milho no estado, tem sido acompanhada por uma mudança no perfil tecnológico da produção, em direção a sistemas com intensivo preparo do solo, o que pode acarretar uma diminuição da sua cobertura e consequentemente um aumento no potencial erosivo dos mesmos. O presente trabalho teve por objetivo quantificar as perdas de solo e água e sua relação com o sistema de cultivo adotado para a produção de milho no agreste sergipano, e os resultados obtidos permitiram concluir que: i) o sistema de plantio direto proporciona uma maior proteção contra as perdas de solo em relação ao cultivo mínimo e ao plantio convencional; ii) há uma maior perda de água no sistema de cultivo mínimo e plantio direto em relação ao sistema de plantio convencional; iii) a redução no espaçamento entre as linhas de plantio proporciona uma redução substancial nas perdas de água por percolação superficial; iv) quanto maior a cobertura durante todo o ciclo, maior a proteção do solo contra perdas por erosão hídrica laminar; v) pode-se especular que uma maior proteção contra as perdas de solo e água depende da combinação entre o plantio direto e outros métodos conservacionistas como o plantio em nível, construção de terraços e redução do espaçamento entre as linhas de plantio.

**Palavras-chave:** milho, plantio direto, Agreste, erosão.

# Soil and Water Losses in Different Tillage Systems for Maize Production in the “Agreste” part of Semiarid Tropics of Sergipe State, Brazil

---

## Abstract

*Maize production is growing exponentially in the State of Segipe, especially in the zone known as “agreste”. This region is characterized by a mildly hilly landscape and its suitability for maize production is evidenced by a rainfall regime around 600 to 1,000 mm and relatively nutrient rich soils, mostly Eutrophic Inceptols with non-hydromorphic, cambic or incipient B horizon, shallow or slightly deep profile. Main issues associated to agricultural uses of such soils are related its degradation in the short to medium run, caused by erosion due to intensive churning and lack of soil conservation measures.*

*The fast growing in maize production in the state is been accompanied by a changing in the technological profile of farming systems towards intensive tillage, that leads to an exposure of bare soil and, consequently, increasing erosion potential.*

*The aim of this work was to quantify soil and water losses due to surface runoff and erosion, and its relation to tillage systems adopted for maize production in the “Agreste” part of Sergipe State. The results allowed achieving the following conclusions: i) no-till promotes a better protection against soil losses; ii) water losses are higher in no-till than*

*in reduced and conventional tillage systems; iii) reducing row spacing leads to an expressive reduction in water losses due surface runoff; iv) the higher is the soil cover during cropping period, the higher is its protection against laminar erosion; and v) it is possible to speculate that the best safeguard against losses of soil and water due to surface runoff depends upon a combination of no-tillage and other soil conservation methods like contour cropping, terracing and narrowed row spacing.*

***Index terms:*** *maize, no-till, tropical semiarid, erosion.*



## Introdução

O Estado de Sergipe tem experimentado nos últimos anos uma forte expansão da cultura do milho, principalmente nas regiões do agreste e do sertão, que respondem por 96% da área plantada. Entre 2003 e 2010, a produção de milho saltou de 86,6 para 750,7 mil toneladas, ou seja, um aumento de 867%. Este incremento se deu em grande parte por ganhos de produtividade, que passaram de 1.100 kg/ha em 2003 (70% inferior à média nacional) para 4.123 kg/ha em 2010 (comparável à média nacional de 4.300 kg/ha), mas, também, por um forte aumento na área colhida com a cultura, que cresceu 132%, passando de 78,5 para 182,1 mil hectares, transformando o milho na principal cultura temporária do Estado em valores econômicos (IBGE, 2011).

Na Região Nordeste do Brasil, Carvalho et al. (2000) afirmam que produção de milho é insuficiente para atender à demanda interna. Segundo os autores, este fato ocorre em virtude das baixas produtividades alcançadas pelas variedades em uso, assim como do baixo nível de tecnologia dos cultivos. Estes são alguns dos motivos pelos quais tem existido um déficit constante do produto no mercado, gerando a necessidade de importação de milho para atender a demanda anual da região. Tem-se detectado, ainda, aumento gradativo no consumo de milho decorrente da demanda para a indústria, a qual, hoje, responde por 60% do consumo regional. Esse cenário demonstra que há um forte potencial de crescimento ainda maior para a cultura no Estado.

A região do Agreste sergipano, uma das principais produtoras de milho no estado, é caracterizada por relevo ondulado e se situa entre as principais áreas de produção de alimentos na Região Nordeste do Brasil (CARVALHO et al., 2000). A sua aptidão para a cultura do milho é evidenciada pelos solos ricos em nutrientes e pluviosidade média anual na faixa de 600 a 1.000 mm. Os solos predominantes são Cambissolos não hidromórficos com horizonte B incipiente ou Câmbico, Eutróficos, rasos a moderadamente profundos. Os principais problemas ligados ao

uso agrícola desses solos estão relacionados ao seu uso intensivo e ao provável quadro de degradação a curto ou médio prazo por erosão hídrica, em função da ausência práticas conservacionistas nos sistemas de produção.

Novas cultivares e híbridos de milho vêm sendo estudados e introduzidos, por meio da pesquisa na região, como resultado do aquecimento econômico na comercialização da cultura (CARVALHO et al. 2001). A recente introdução de materiais com potenciais produtivos promissores, levaram à necessidade de aumentar o estande de plantas como fator de otimização da produtividade, e à condução de estudos com novos genótipos, novos espaçamentos e densidades de plantas, sendo estas algumas das principais linhas de pesquisas conduzidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Da mesma forma, tem-se observado que, em conjunto com um forte aumento na área plantada com milho no Estado, tem ocorrido uma importante mudança no perfil tecnológico da produção, o qual tem sido direcionado para sistemas de cultivo com intensivo uso de mecanização e insumos químicos.

O aumento no uso da mecanização e intensidade de preparo, geralmente acarreta diminuição da cobertura do solo (principal fator para sua conservação), da rugosidade e da porosidade total da camada preparada, aumentando dessa forma o potencial de erosão hídrica (BURWELL et al., 1963; COGO, 1981).

No Brasil, a erosão hídrica é considerada o tipo de degradação com maior impacto sobre a capacidade produtiva dos solos. Esses impactos são facilitados por práticas de manejo inadequadas (CARVALHO et al., 2002). Funcionalmente, o solo é considerado como um recurso natural não renovável. Enquanto a sua formação demora séculos, a sua degradação devido à crescente atividade humana pode ser medida em décadas. Segundo Pimentel (1993), no mundo todo, 97% dos alimentos são produzidos em condições de campo e, em função disso, estratégias para prevenir a degradação desse recurso são fundamentais para promover um desenvolvimento sustentável.

Conforme o mesmo autor, entre 30% e 50% das terras aráveis no mundo estão substancialmente afetadas pela erosão, impactando diretamente a qualidade de vida do meio rural (LAL, 1985; KERR, 1997), além de afetar os ecossistemas aquáticos (OCHUMBA, 1990; EGGERMONT; VERSCHUREN, 2003), a dinâmica de sedimentos em rios e lagos (KELLEY; NATER, 2000; WALLING, 2000), a ciclagem do carbono (DUXBURY, 1995; LAL, 2003), a biodiversidade (HARVEY; PIMENTEL, 1996; ALIN et al., 2002) e os serviços ambientais (TINKER, 1997; PIMENTEL; KOUNANG, 1998).

Além de afetar o meio ambiente, a erosão do solo causa importantes impactos econômicos à atividade agrícola em função da perda de nutrientes, queda da produtividade das culturas, entre outros. Somente com perda de nutrientes, Colacicco et al. (1989) estimaram prejuízos da ordem de US\$ 0,06 a US\$ 0,37 por tonelada de grãos. No Brasil, Bahia et al. (1992) estimaram que a reposição de nutrientes perdidos pela erosão é da ordem de US\$ 4 bilhões. Porém, Essas estimações levam em consideração apenas o custo de reposição de nutrientes perdidos. Além desses, ainda há que se considerar a produtividade sacrificada – que passa a representar o custo econômico de oportunidade de uso do meio ambiente – e o custo de reparação das externalidades provocadas pelo processo erosivo (RODRIGUES, 2005).

Diferentes sistemas de cultivo propiciam cobertura vegetal dos solos diferenciados e, portanto, condições distintas de exposição do solo aos agentes erosivos (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1985). Assim, o manejo do solo tem grande influência no processo de erosão (SILVA et al., 2005). Em um Cambissolo de Santa Catarina, Schick et al. (2000) observaram perdas de solo e água duas vezes maiores em sistemas de plantio convencional do que no plantio direto em rotação soja–milho. Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2005) em um Latossolo no Mato Grosso do Sul em diferentes rotações.

Os sistemas de preparo do solo considerados conservacionistas são aqueles que se caracterizam por uma movimentação reduzida do solo,

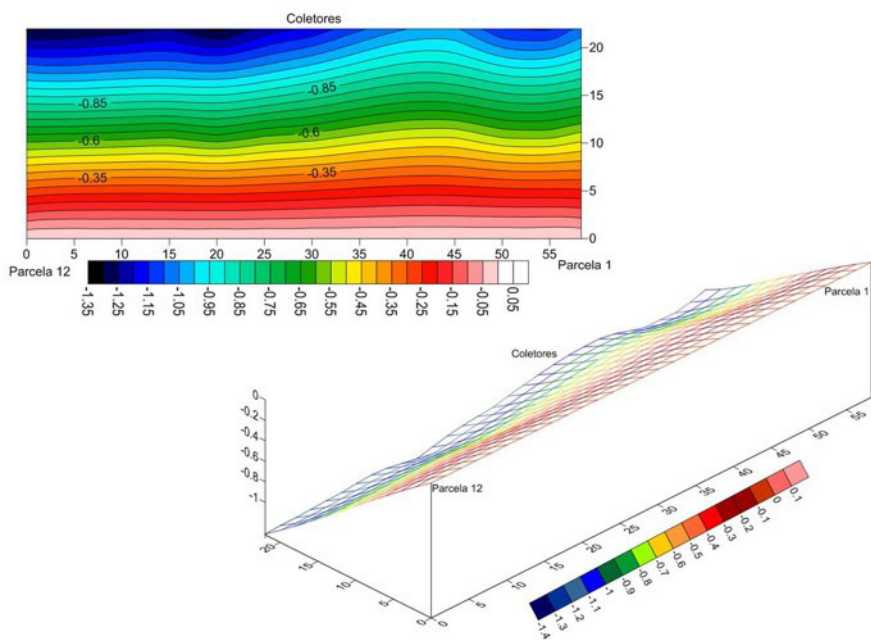
pela conservação dos resíduos vegetais na superfície e pela elevada rugosidade (exceto no plantio direto), o que favorece a redução da erosão hídrica (COGO et al., 1984; BERTOL, 1995; HERNANI et al., 1997). A conservação dos resíduos culturais na superfície do solo tem a capacidade de controlar melhor as perdas de solo e água do que a incorporação total ou parcial dos resíduos (CARVALHO et al., 1990; BERTOL et al., 1997; HERNANI et al., 1997). Apesar da baixa rugosidade superficial, a semeadura direta possibilita que os resíduos vegetais nas soqueiras das culturas sejam ancorados ao solo, apresentando ainda uma elevada consolidação de superfície, aumentando assim a tensão de cisalhamento e, conseqüentemente, a resistência à erosão hídrica (DISSMEYER; FOSTER, 1981; COGO, 1981; BERTOL, 1995).

A fim de se minimizar ou mesmo evitar os impactos ocasionados pela erosão hídrica decorrentes da expansão da cultura do milho e da mudança do perfil tecnológico dos sistemas produtivos, estudos que monitorem e quantifiquem esses impactos, tanto nos sistemas em uso quanto em sistemas alternativos, são essenciais. A carência de pesquisas sobre erosão do solo no Estado de Sergipe, aliada à importância atual das questões ambientais, constituem fator de estímulo para a quantificação das perdas de solo e água e por erosão hídrica laminar. Essa quantificação torna-se crucial no contexto da intensificação dos sistemas de cultivo e possível degradação dos solos da região, e são essenciais para se estabelecer sistemas de produção sustentáveis, com o mínimo de danos ao meio ambiente e com a máxima lucratividade para o produtor rural.

O presente trabalho teve por objetivo quantificar as perdas de solo e água e sua relação com o sistema de cultivo adotado para a produção de milho no Agreste sergipano.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado no período de 2011 a 2013 em um Cambissolo com textura franco-argilosa, eutrófico e relevo ondulado da Estação Experimental da Embrapa em Frei Paulo, SE, cuja precipitação média anual é de 700 mm, as coordenadas geográficas são 10° 55' de latitude S e 37° 53' de longitude O, e altitude média de 272 m. A declividade média da área experimental é de 5,42% (Figura 1).



**Figura 1.** Declividade da área experimental em Frei Paulo, SE.

No ano de 2011, o plantio do milho foi realizado no dia 18/05, sendo utilizado o híbrido simples DKB177RR2. Já em 2012, o plantio foi realizado em 28/06, utilizando-se o híbrido 2B587HX; e em 2013, o plantio foi realizado em 12/06 e o híbrido Ag7088Pro2 foi utilizado. Nos anos de 2011 e 2012, o espaçamento entre linhas foi de

0,60 m e, entre as plantas na linha, de 0,25 m, com apenas uma planta em cada cova (densidade de plantio de 67.000 plantas ha<sup>-1</sup> aproximadamente). O desbaste das plantas excedentes foi realizado duas semanas após o plantio. Cada parcela foi composta por seis linhas paralelas de 22 m de comprimento cada, plantadas no sentido da declividade. Em 2013, o espaçamento entre linhas foi de 0,75 m e, entre as planta na linha, de 0,20 m em virtude da alteração no maquinário disponível, mantendo-se de toda forma a mesma densidade final de plantio. Devido ao maior espaçamento entre as linhas, cada parcela foi composta por quatro linhas paralelas de 22 m de comprimento, plantadas no sentido da declividade.

A adubação de plantio foi de 200 kg ha<sup>-1</sup> de MAP (10-50-00; N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) e a adubação de cobertura foi aplicada quando as plantas apresentavam em média quatro folhas, sendo aplicada a dosagem de 180 kg de N ha<sup>-1</sup> na forma de sulfato de amônio (22% de N), em 2011, e de ureia (45% de N) em 2012 e 2013. A adubação de cobertura foi feita a lanço e não houve recobrimento do adubo com o solo, uma vez que este se encontrava suficientemente úmido nos três anos.

Foi aplicado o herbicida Round-up® na dosagem de 3 litros do produto por hectare aproximadamente duas semanas antes do preparo do solo. Preparo esse que seguiu os tratamentos descritos a seguir.

O experimento constituiu-se de quatro tratamentos em que foram testados três tipos de preparo do solo: i) plantio convencional - constituído de uma passagem com grade pesada e uma passagem com grade niveladora; ii) cultivo mínimo - constituído de uma passagem com escarificador (subsolador regulado para uma profundidade de 20 cm) e uma passagem com a grade niveladora; iii) plantio direto; e iv) parcela padrão - preparada da mesma forma que o tratamento plantio convencional, porém com o solo mantido sem cobertura vegetal, ou seja, sem cultivo.

No ano de 2011, o controle da lagarta-do-cartucho ocorreu uma única vez, no mês de junho, sendo que o inseticida DECIS® foi usado na dosagem de 20 ml por pulverizador costal (20 L de água) e o produto aplicado apenas nos focos de ataque da praga. Já em 2012 e 2013, não houve necessidade de controle da praga, uma vez que o híbrido utilizado apresentava resistência via transgenia.

As medições das perdas de água e solo por erosão hídrica pluvial foram feitas em parcelas de escoamento natural com 22,0 m de comprimento por 3,5 m de largura (77,0 m<sup>2</sup>), com a maior dimensão disposta no sentido da pendente do terreno, conforme proposto por Wischmeier e Smith (1978). Cada parcela foi delimitada nas laterais e extremidade superior com chapas galvanizadas de 0,2 m de largura, cravadas 0,10 m no solo (Figura 2). Na extremidade inferior, foi instalada uma calha para recolhimento da enxurrada até o tanque de coleta do material (Figura 3).



**Figura 2.** Detalhe da delimitação de parcelas experimentais para monitoramento das perdas de solo e água por erosão hídrica laminar.





**Figura 3.** Detalhe das caixas coletoras de material erodido.

Após cada evento pluvioso (mínimo de seis horas de intervalo), foram coletadas as amostras para determinação da concentração de sedimentos. As atividades que incluíram o monitoramento das parcelas e a coleta das amostras em campo para posterior análise em laboratório (perdas de solo e água) foram feitas com base na metodologia descrita por Cogo (1978a e 1978b) e Claessen (1997).

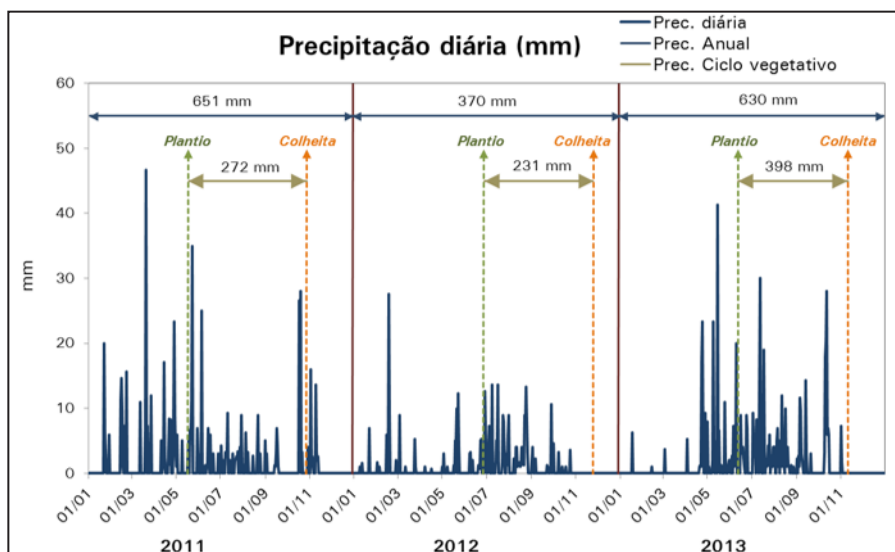
As colheitas foram realizadas nos dias 28 de outubro, 26 e 11 de novembro para os anos de 2011, 2012 e 2013, respectivamente.



## Resultados e Discussão

### Precipitação pluvial

As precipitações pluviais totais foram de 651, 370 e 630 mm e, durante o ciclo vegetativo, de 272, 231 e 398 mm, respectivamente para os anos de 2011, 2012 e 2013 (Figura 4). As regiões do agreste e do sertão sofreram, no ano de 2012, uma das piores secas dos últimos 50 anos.

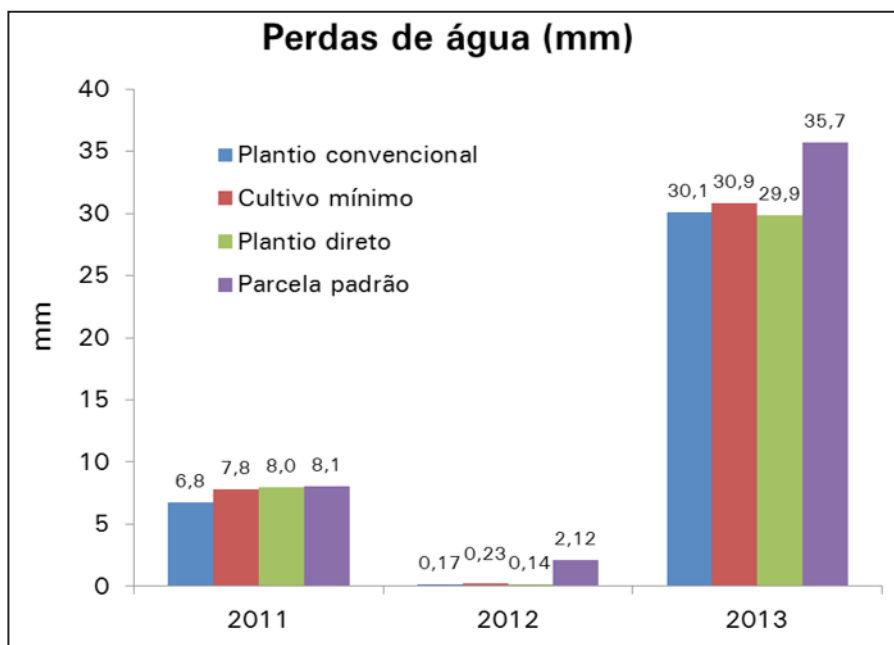


**Figura 4.** Precipitação pluvial acumulada (mm) no sitio experimental em Frei Paulo, SE.

### Perdas de solo e água

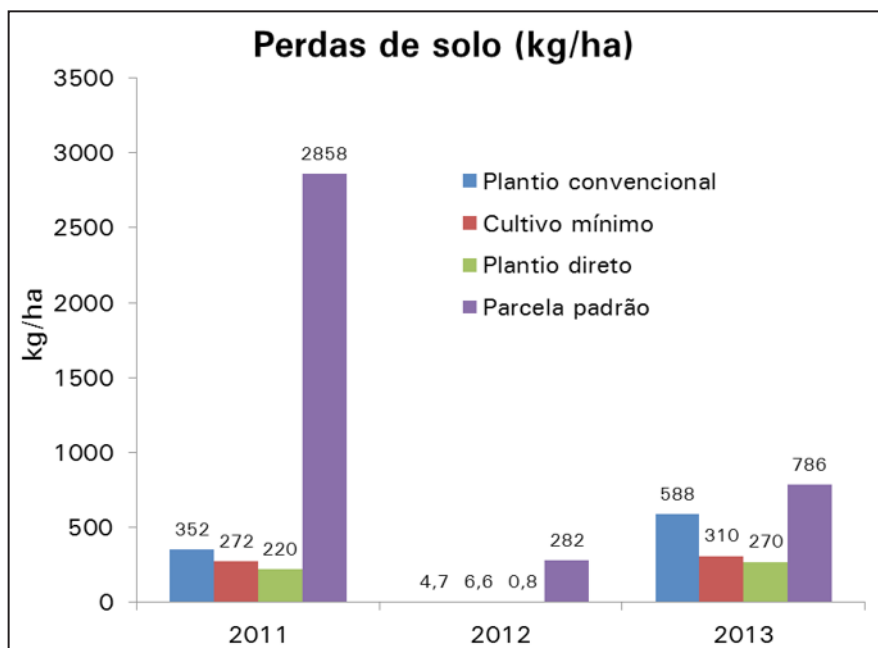
As perdas totais de água durante os três anos de condução do estudo são apresentadas na Figura 5. Pode-se observar que, em 2011, os tratamentos com cultivo mínimo e semeadura direta apresentaram as maiores perdas de água por erosão laminar, enquanto o plantio convencional apresentou as menores perdas, que foram, inclusive, inferiores às observadas na parcela padrão. Em função da seca

pronunciada em 2012 e das chuvas de menor intensidade durante o ciclo vegetativo em relação a 2011 e 2013 (Figura 4), as perdas de água foram substancialmente menores, representando de 5% a 40% em relação às perdas observadas em 2011. Já em 2013, as perdas de água foram substancialmente superiores às observadas em 2011 e 2012. Este resultado se deve principalmente à combinação de dois fatores principais: 1) uma precipitação pluvial substancialmente maior durante o ciclo vegetativo (46% e 72% maiores que em 2011 e 2012, respectivamente) e 2) um maior espaçamento entre linhas (de 0,60 para 0,75 m), favorecendo um tempo maior para fechamento de dossel, com consequente maior período de exposição da superfície do terreno e menor proteção contra os efeitos das chuvas.



**Figura 5.** Perdas de água (mm) em diferentes sistemas de cultivo de milho e na parcela padrão em Frei Paulo, SE, nos anos de 2011, 2012 e 2013.

Em relação às perdas de solo, os resultados são apresentados na Figura 6. Nos três anos de condução do estudo, o sistema que mais favoreceu a conservação do solo foi o plantio direto (perdas de solo 92%, 99% e 65% inferiores a parcela padrão respectivamente para os anos de 2011, 2012 e 2013), seguido do cultivo mínimo (90%, 97% e 60% inferiores à parcela padrão nos anos de 2011, 2012 e 2013) e o plantio convencional (88%, 98% e 25% inferiores à parcela padrão nos anos de 2011, 2012 e 2013). Em 2012, as perdas de solo foram insignificantes em função da seca e da predominância de chuvas de baixa intensidade. Já em 2013, as perdas de solo foram mais elevadas que em 2011 e 2012 para os três diferentes manejos do solo estudados (plantio convencional, cultivo mínimo e plantio direto) em função, principalmente, da maior quantidade de chuvas ocorrida nesse ano e da maior exposição da superfície do terreno, devido ao maior espaçamento entre linhas.



**Figura 6.** Perdas de solo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em diferentes sistemas de cultivo de milho e na parcela padrão em Frei Paulo, SE, nos anos de 2011, 2012 e 2013.

No ano de 2011, a Parcela Padrão (sem cobertura vegetal) apresentou perdas de solo muito superiores às observadas em 2012 e 2013, devendo-se este fato a chuvas de maior intensidade ocorridas durante o ciclo vegetativo da cultura do milho.

## **Conclusões**

Pelos resultados obtidos no experimento é possível concluir que:

O sistema de plantio direto proporciona uma maior proteção contra as perdas de solo em relação ao cultivo mínimo e ao plantio convencional.

Há uma maior perda de água no sistema de cultivo mínimo e plantio direto em relação ao sistema de plantio convencional.

A redução no espaçamento entre as linhas de plantio proporciona uma redução substancial nas perdas de água por percolação superficial;

Quanto maior a cobertura durante todo o ciclo, maior a proteção do solo contra perdas por erosão hídrica laminar.

Tendo em vista os resultados, pode-se especular que uma maior proteção contra as perdas de solo e água depende da combinação entre o plantio direto e outros métodos conservacionistas como o plantio em nível, construção de terraços e redução do espaçamento entre as linhas de plantio.

## Agradecimentos

À Prof. Dra. Jeane Cruz Portela da Universidade Federal Rural do Semiárido UFERSA pela instalação do dispositivo experimental no ano de 2010, assim como à Fundação de Apoio à Pesquisa e Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro dado ao projeto.

## Referências

ALIN, S. R.; O'REILY, C. M.; COHEN, A. S.; DETTMAN, D. L.; PALACIOS-FEST, M. R.; MCKEE, B. A. Effects of land-use change on aquatic biodiversity: a view from the paleorecord at Lake Tanganyika, East Africa. **Geology**, v. 30, p. 1143-1146, 2002.

BAHIA, V. G.; CURI, N.; CARMO, D.N.; MARQUES, J.J.G. S.M. Fundamentos de erosão do solo (tipos, formas, mecanismos, fatores determinantes e controle). **Informe Agropecuário**, v. 16, n. 176, p. 25-31, 1992.

BERTOL, I. **Comprimento crítico de declive para preparos conservacionistas de solo**. 1995. 185 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BERTOL, I.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Erosão hídrica em diferentes preparos do solo logo após as colheitas de milho e trigo, na presença e ausência dos resíduos culturais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 409-418, 1997.

BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. Piracicaba: Livroceres, 1985. 392 p.

BURWELL, R. E.; ALLMARAS, R. R.; AMEMIYA, M. A. Field measurement of total porosity and surface microrelief of soils. **Proceedings of Soil Science Society of America**, v. 27, p. 697-700, 1963.

CARVALHO, D. F.; MONTEBELLER, C. A.; CRUZ, E. S.; CEDDIA, M. B.; LANA, A. M. Q. Perdas de solo e água em um Argissolo Vermelho-Amarelo, submetido a diferentes intensidades de chuva simulada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 385-389, 2002.

CARVALHO, F. L. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de doses e formas de manejo do resíduo cultural de trigo na redução da erosão hídrica do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, p. 251-257, 1990.

CARVALHO, H. W. L. de; CARDOSO, M. J.; LEAL, M. L. S.; SANTOS, M. X.; TABOSA, J. N.; SOUZA, E. M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 6, p. 1115-1123, 2000.

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. L. S.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, M. X.; CARVALHO, B. C. L. de; TABOSA, J. N.; LIRA, M. A.; ALBUQUERQUE, M. M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares e híbridos de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 1998. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 637-644, 2001.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212 p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

COGO, N. P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas de erosão em condições de chuva natural. I. Sugestões gerais, medição dos volumes, amostragem e qualificação de solo e água da enxurrada (1º aproximação). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE

CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., Passo Fundo, 1978. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1978a. p. 75 - 98.

COGO, N. P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas de erosão em condições de chuva natural. II. Alguns conceitos básicos e modelo de uma ficha para registro das características da chuva e perdas de solo e água. (2º aproximação). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., Passo Fundo, 1978. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1978b. p. 99-105.

COGO, N. P. **Effect of residue cover, tillage induced roughness, and slope length on erosion and related parameters.** 1981. 346 f. Purdue University, West Lafayette.

COGO, N. P.; MOLDENHAUER, W. C.; FOSTER, G. R. Soil loss reductions from conservation tillage practices as expressed by a mulch factor. **Soil Science Society of America Journal**, v. 48, n. 2, p. 368-73, 1984.

COLACICCO, D.; OSBORN, T.; ALT, K. Economic damage from soil erosion. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 44, n. 1, p. 35-9, 1989.

DISSMEYER, G. E.; FOSTER, G. R. Estimating the cover management factor (C) in the universal soil loss equation for forest conditions. **Journal of Soil Water Conservation**, v. 36, p. 235-240, 1981.

DUXBURY, J. M. The significance of greenhouse gas emissions from soils tropical agroecosystems. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; STEWART, B. A. (Ed.). **Soil management and greenhouse effect.** Boca Raton: CRC Press, 1995. p. 279-292.

EGGERMONT, H.; VERSCHUREN, D. Impact of soil erosion in disturbed tributary drainages on the benthic invertebrate fauna of Laka Tanganyika, East Africa. **Biological Conservation**, v. 113, p. 99-109, 2003.

HARVEY, C. A.; PIMENTEL, D. **Effects of soil and wood depletion on biodiversity**. Biodiversity Conservation, v. 5, p. 1121-1130, 1996.

HERNANI, L. C.; SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. C.; DEDECEK, R.; ALVES JUNIOR, M. Perdas por erosão e rendimentos de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 667-676, 1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=LA&z=t&o=3>>. Acesso em: 25 abr. 2011.

KELLEY, D. W.; NATER, E. A. Historical sediment flux from three watersheds into Lake Pepin, Minnesota, USA. **Journal of Environmental Quality**, v. 29, p. 561-568, 2000.

KERR, J. The economics of soil degradation: from national policy to farmers' needs. In: AGUS, F. W. T. F.; KERR, J.; PENNING DE VRIES, J. (Ed.). **Soil erosion at multiple scales: principles and methods for assessing causes and impacts**. Wallingford: CABI Publishing, 1997. p. 21-38.

LAL, R. Soil erosion and sediment transport research in tropical Africa. **Hydrological Science Journal**, v. 30, p. 239-256, 1985.

LAL, R. Soil erosion and the global carbon budget. **Environmental International**, v. 29, p. 437-450, 2003.

OCHUMBA, P. B. O. Massive fish kills within the Nyanza Gulf of Lake Victoria, Kenya. **Hydrobiologia**, v. 208, n. 1-2, p. 93-99, 1990.

PIMENTEL, D. **World soil erosion and conservation**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. 359 p.



PIMENTEL, D.; KOUNANG, N. Ecology of soil erosion in ecosystems. **Ecosystems**, v. 1, p. 418-426, 1998.

RODRIGUES, W. Valoração econômica dos impactos ambientais de tecnologias de plantio em Região de Cerrados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n. 1, p. 135-153, 2005.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Erosão hídrica em cambissolo húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 427-436, 2000.

SILVA, C. G. da; ALVES SOBRINHO, T.; VITORINO, A. C. T.; CARVALHO, D. F. de. Atributos físicos, químicos e erosão entressulcos sob chuva simulada, em sistemas de plantio direto e convencional. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 144-153, jan./abr. 2005.

TINKER, P. B. The environmental implications of intensified land use in developing countries. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 352, n. 1356, p. 1023-1033, 1997.

WALLING, D. E. Linking land use, erosion and sediment yields in river basins. **Hydrobiologia**, v. 410, p. 223-240, 2000.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, DC: USDA, 1978. 58 p. (Agricultural Handbook, 537).



---

*Tabuleiros Costeiros*

Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

