

# Capítulo 3

---

## MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS NO BIOMA MATA ATLÂNTICA DO NORDESTE BRASILEIRO

*Edson Patto Pacheco  
Inácio de Barros  
Lafayette Franco Sobral  
Antônio Carlos Barreto  
Marcelo Ferreira Fernandes*

### **Introdução**

---

A área de abrangência do bioma Mata Atlântica no litoral da região Nordeste coincide em parte com o limite geográfico referente à ecorregião dos Tabuleiros Costeiros, uma das grandes unidades de paisagem definidas no Zoneamento Agroecológico do Nordeste (Silva et al., 1992). Portanto os trabalhos de pesquisa desenvolvidos nessa ecorregião sobre manejo do solo se adequam não apenas à área que coincide geograficamente com o bioma, mas também à área circunvizinha, pela similaridade de suas características geoambientais.

Os Tabuleiros Costeiros são formações terciárias, bem típicas do litoral nordestino. Apresentam altitude média de 50 m a 100 m e compreendem platôs de origem sedimentar, com grau de entalhamento variável, ora com vales estreitos e encostas abruptas, ora abertos com encostas suaves e fundo com amplas várzeas. A precipitação anual média varia de 500 mm a 1.500 mm e é altamente sazonal e concentrada: cerca de 80% ocorrem em um período de 6 meses. A cada ano em toda a ecorregião, o início e



o término do período chuvoso são variáveis, assim como a quantidade de chuva. As temperaturas anuais médias situam-se em torno de 26 °C, com pouca variação entre as médias do mês mais quente e do mês mais frio. Do ponto de vista dos recursos naturais, os problemas inerentes à produção agrícola dos solos dos Tabuleiros Costeiros, dos quais cerca de 70% são Latossolos e Argissolos Amarelos, estão ligados principalmente à sua baixa fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de cátions e água, além de agregação deficiente (Haynes, 1970; Silva et al., 1992).

Apesar de esses solos serem, em geral, profundos, apresentam com frequência um horizonte subsuperficial adensado, descrito como coeso, que se apresenta duro a muito duro quando seco e friável quando úmido (Jacomine; Ribeiro, 1997). A origem desse horizonte é controvertida e, em geral, associada a vários processos morfopedogenéticos. O fato é que a sua ocorrência altera vários atributos dos solos, tais como, densidade, porosidade e velocidade de infiltração de água, impondo vários graus de restrições ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, com implicações negativas de natureza econômica e ambiental.

## **Aspectos da fertilidade dos solos dos Tabuleiros Costeiros**

### **Limitações da fertilidade dos solos de Tabuleiros Costeiros**

Os solos predominantes dos Tabuleiros Costeiros são os Latossolos Amarelos e os Argissolos Amarelos, ocorrendo ainda, porém em menor proporção, Argissolos Acinzentados, Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos. Todos apresentam alto grau de intemperismo e, como resultado, baixos teores de minerais primários. Na fração areia, predomina o quartzo, enquanto na fração argila, predomina a caulinita, que tem baixa capacidade de troca catiônica,  $< 100 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (Sobral, 1984; Jacomine, 1996)(Tabela 1).

Em função da predominância de horizontes arenosos superficiais, os solos dos Tabuleiros Costeiros apresentam baixa retenção de umidade, o que limita a sua utilização para fins agropecuários, pois podem ocorrer



**Tabela 1.** Granulometria e principais componentes das frações argila da camada de 0 cm a 20 cm de Latossolo e Argissolo dos Tabuleiros Costeiros.

Solo	Areia	Silte	Argila	Ocorrência de minerais de argila	
			2 μm-0,2 μm	<0,2 μm	
	g kg <sup>-1</sup>				
Latossolo	793	95	51	61	Caulinita >> Quartzo = Feldspatos Caulinita
Argissolo	686	139	111	64	Caulinita >> Quartzo > Mica Caulinita

Fonte: Sobral (1984).

deficits hídricos ocasionais (Haynes, 1970). Além disso, são comuns horizontes subsuperficiais coesos, que dificultam a infiltração da água, influenciando na condutividade hidráulica. Entretanto Cintra (1997) observou que camadas adensadas, posicionadas em diferentes profundidades do perfil de um Argissolo coeso, formam uma zona de acúmulo de umidade capaz de retardar o déficit hídrico dos citros no período seco.

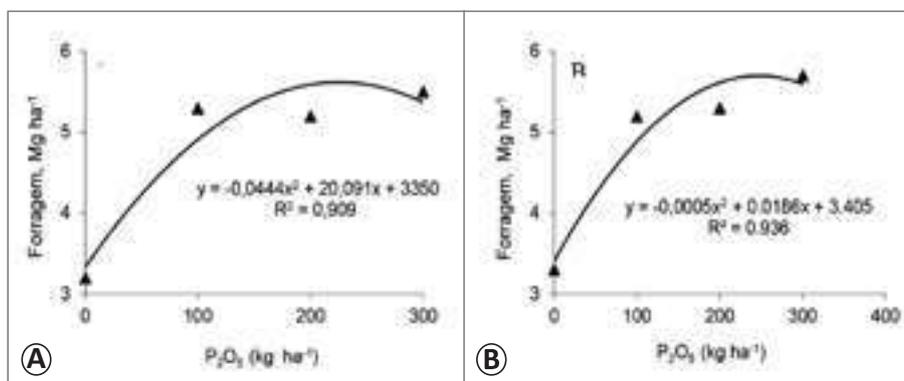
Na década de 1970, a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) financiou o estudo da fertilidade dos solos dos Tabuleiros Costeiros por meio da análise de solo e ensaios em vasos, em que foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, cujos tratamentos foram constituídos de todos os nutrientes menos aquele que estava sendo objeto do estudo. Por exemplo: completo menos nitrogênio, completo menos fósforo, etc. Os resultados indicaram que os solos dos Tabuleiros Costeiros apresentam baixos teores de matéria orgânica e de fósforo (P), baixa saturação por bases e baixos teores de micronutrientes, principalmente cobre (Cu) e boro (B) (Souza et al., 1973; Sobral et al., 1974). Os métodos de análise utilizados nos trabalhos foram o Mehlich-1 para o P, potássio (K) e micronutrientes, e a extração com KCl (1 mol L<sup>-1</sup>) para o Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>.

O baixo teor de P nos solos dos Tabuleiros Costeiros dificulta o estabelecimento, limita a produção e constitui-se fator de degradação das pastagens. Com o objetivo de estudar o efeito do P no estabelecimento de *Urochloa decumbens* e de *U. humidicola*, dois experimentos em blocos casualizados com parcelas subdivididas foram instalados em um Argissolo Amarelo, em que foram aplicados a lanço 100 kg, 200 kg e 300 kg de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$ . Na Figura 1, demonstra-se a resposta das braquiárias à aplicação de P durante a fase de estabelecimento.

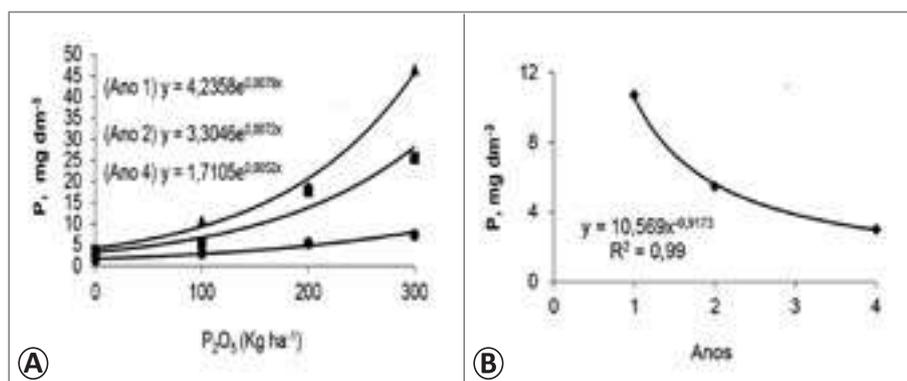
A frequência com que o P deve ser aplicado nas pastagens é um fator determinante. Na Figura 2A, são ilustradas as relações entre o P aplicado e o P recuperado pelo Mehlich-1. Observa-se que, com o passar do tempo, o P recuperado diminui em função da utilização de P pela forrageira e da fixação de P pelo solo. Apesar dos baixos teores de argila e de óxidos de ferro e de alumínio, as reações que tornam o P indisponível para as plantas também ocorrem nos solos dos Tabuleiros Costeiros.

Por meio de métodos rápidos de laboratório, pode-se estimar o fator de requerimento de P (definido como a quantidade de P necessária para elevar em uma unidade o P extraído do solo por determinado extrator). Sobral et al. (1998) observaram que os solos do Cerrado com predominância de gibsite na fração argila apresentaram maiores fatores de requerimento de P pelo Mehlich-3, quando comparados com Argissolos. O fator de requerimento de um Latossolo com  $680\text{ g kg}^{-1}$  de argila foi 9,09, enquanto o de um Argissolo com  $230\text{ g kg}^{-1}$  de argila foi 2,63. Esses dados indicam que, em solos do Cerrado com alto poder de fixação, a quantidade de P a ser aplicada para aumentar em uma unidade o teor de P no solo pelo Mehlich-3 é 3,45 vezes maior. Essa é uma vantagem dos solos dos Tabuleiros Costeiros em relação aos solos do Cerrado. Correlações significativas entre as estimativas obtidas em laboratório e aquelas obtidas a campo foram observadas por Sobral et al. (1998). Esse fator assume importância quando as adubações visam elevar o teor de P no solo. Para as recomendações baseadas em curvas de resposta a nutrientes obtidas em situação de campo, esse fator já está incluído, pois a resposta da cultura é função do P que estava disponível e que pôde ser absorvido pela planta. A Figura 2B apresenta a relação entre o tempo decor-

rido da aplicação de 100 kg de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$  e o teor de P no solo pelo Mehlich-1. Observa-se que, após 4 anos, o P tende a retornar ao nível inicial. Nas doses de 200 kg  $ha^{-1}$  e 300 kg  $ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ , o comportamento foi o mesmo, porém, como as doses foram maiores, a taxa de declínio de P no solo foi menor. Com o passar do tempo, o P recuperado diminui, indicando a utilização de P pela forrageira e a fixação de P pelo solo. Não foi possível quantificar a contribuição de cada um na diminuição de P do solo.



**Figura 1.** Efeito do fósforo (P) na produção de forragem durante a fase de estabelecimento de *Urochloa decumbens* (A) e de *U. humidicola* (B) em um Argissolo Amarelo. Fonte: Sobral et al. (1981).



**Figura 2.** Recuperação do fósforo (P) aplicado pelo Mehlich-1 (A) e diminuição do P no solo em função do tempo de aplicação de 100 kg  $ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  (B). Fonte: Sobral et al. (1998).

## Comparação dos extratores Mehlich-1, Mehlich-3 e resina para o fósforo em solos dos Tabuleiros Costeiros

A disponibilidade de P em solos dos Tabuleiros Costeiros é estimada pelo Mehlich-1. Esse método foi comparado ao método da resina e ao do Mehlich-3. Amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0 cm a 20 cm em perfis de Latossolos, Argissolos e Espodossolos, os quais são os mais representativos dos Tabuleiros Costeiros. Os locais de coleta e a classificação dos solos são apresentados na Tabela 2. Os teores de argila e de matéria orgânica e os valores de pH dos solos utilizados são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 2.** Locais de amostragem e classificação pelo Soil Taxonomy USA e pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Localidade, Estado	Classificação do solo	
	SoilTaxinomy	Sistema Brasileiro
Itapirema, PE	Ultisol	Argissolo Amarelo
Itapirema, PE	Ultisol	Argissolo Amarelo
Goiana, PE	Ultisol	Argissolo Amarelo
Giasa, PB	Podzol	Espodossolo
Giasa, PB	Podzol	Espodossolo
Caetés, AL	Oxisol	Latossolo Amarelo
Coruripe, AL	Ultisol	Argissolo Acinzentado
Coruripe, AL	Ultisol	Argissolo Amarelo
Coruripe, AL	Ultisol	Argissolo Amarelo Distrófico
Umbauba, SE	Ultisol	Argissolo Amarelo
Feira de Santana, BA	Ultisol	Argissolo Acinzentado Distrófico
Cruz das Almas, BA	Oxisol	Latossolo Amarelo Distrófico
Entre Rios, BA	Oxisol	Latossolo Amarelo Distrófico
Cruz das Almas, BA	Oxisol	Latossolo Amarelo
Cruz das Almas, BA	Oxisol	Latossolo Amarelo
Cruz das Almas, BA	Oxisol	Latossolo Amarelo
Rio Real, BA	Oxisol	Latossolo Amarelo
Nossa Senhora das Dores, SE	Oxisol	Latossolo Amarelo
Lagarto, SE	Oxisol	Latossolo Amarelo

Fonte: Os autores.

**Tabela 3.** Teores de argila e de matéria orgânica e valores de pH de Latossolos, Argissolos e Espodosolos dos Tabuleiros Costeiros, citados na Tabela 2.

	Faixa de valores			
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
pH em água	4,1	5,9	5,1	0,5
Matéria orgânica (g kg <sup>-1</sup> )	12,1	75,9	42,4	18,0
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	10,0	272,6	120,5	79,4
P Mehlich-1(mg dm <sup>-3</sup> )	2,3	120,9	28,7	36,1
K Mehlich-1(mg dm <sup>-3</sup> )	12,8	257,3	71,9	58,6
Ca KCl N (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,6	23,5	9,7	6,5
Mg KCl N (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,5	8,9	4,4	2,1
Cu Mehlich-1 (mg dm <sup>-3</sup> )	0,5	10,0	1,6	2,0
Mn Mehlich-1 (mg dm <sup>-3</sup> )	0,1	22,8	7,3	7,0
Zn Mehlich-1 (mg dm <sup>-3</sup> )	0,5	8,6	2,5	2,4

Fonte: Os autores.

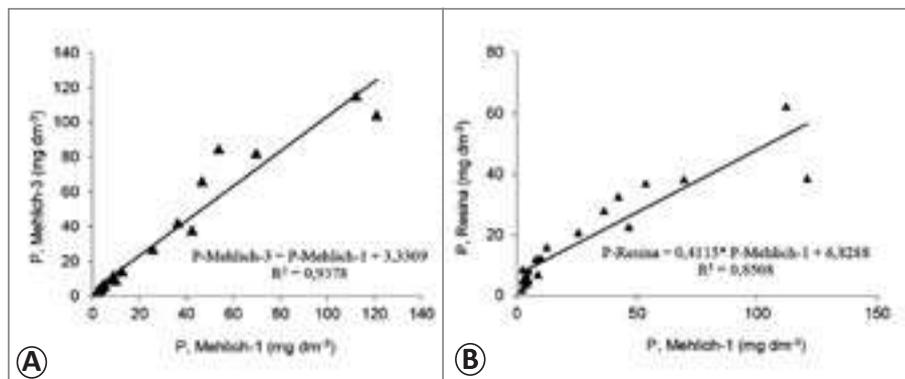
As análises do teor de argila, da matéria orgânica, da determinação do pH e da extração de P pelo Mehlich-1 foram realizadas de acordo com Silva (1999). A extração com o Mehlich-3 foi realizada de acordo com Mehlich (1984). As extrações de P com resina foram realizadas de acordo com Raij et al. (1986). Experimentos em vasos foram conduzidos em casa de vegetação para determinar a absorção de P pelo milho.

Coefficientes de correlação entre o P absorvido pelo milho e o P extraído pelos métodos Mehlich-1, Mehlich-3 e resina foram 0,61 ( $R^2=0,37$ ), 0,56 ( $R^2=0,31$ ) e 0,72 ( $R^2=0,52$ ), respectivamente. Observa-se que o coeficiente de correlação do método da resina foi maior que o do Mehlich-1 e o deste foi maior que o do Mehlich-3. Entretanto os valores são próximos. O Mehlich-1 é o método mais utilizado no Brasil e a resina é utilizada em estados do Sul e do Sudeste do Brasil (em São Paulo, por exemplo).

A regressão linear ajustada entre os teores de P extraídos pelo Mehlich-1 como variável independente e os teores extraídos pelo Mehlich-3 é apresentada na Figura 3A.

Lins (1987) observou que a relação entre o P extraído pelo Mehlich-1 e pelo Mehlich-3 é dependente do teor de argila. Em solos com maiores teores de argila, o Mehlich-3 extrai mais P do que o Mehlich-1. As observações de Lins (1987) foram confirmadas nos solos dos Tabuleiros Costeiros. As amostras de solo foram separadas em dois conjuntos com teores de argila maiores e menores do que  $120 \text{ g kg}^{-1}$ . O coeficiente angular da equação de regressão ajustada entre as extrações de P com Mehlich-1 e Mehlich-3 em solos com menos de  $120 \text{ g kg}^{-1}$  foi 0,94 ( $R^2 = 0,96$ ,  $p < 0,01$ ), indicando que as quantidades de P extraídas pelos dois métodos foram muito próximas. Entretanto, em amostras com teores de argila maiores do que  $120 \text{ g kg}^{-1}$ , o coeficiente angular foi 1,25 ( $R^2 = 0,93$ ,  $p < 0,01$ ), indicando que o Mehlich-3 extraiu mais P do que o Mehlich-1. O extrator Mehlich-1 é uma mistura dos ácidos sulfúrico e clorídrico e tem seu poder de extração de P diminuído pelo teor de argila.

A regressão linear entre os teores de P extraídos pelo Mehlich-1 como variável independente e os teores extraídos pelo método da resina como variável dependente é apresentada na Figura 3B. O coeficiente angular da equação de regressão indica que o método da resina extraiu menos P do que o Mehlich-1. Entretanto observa-se que, quando o teor de P pelo Mehlich-1 é maior do que  $40 \text{ mg dm}^{-3}$ , os valores se distanciam da reta da equação ajustada, indicando que os dois métodos extraem quantidades diferentes de P, quando os valores do nutriente são mais altos, o que também foi observado no Mehlich-3. Equações de regressão foram ajustadas entre o P absorvido pelo milho e o P extraído de amostras com menos de  $40 \text{ mg dm}^{-3}$  pelos três métodos. Os coeficientes de correlação excluindo amostras com mais de  $40 \text{ mg dm}^{-3}$  aumentaram para 0,84 ( $R^2 = 0,70$ ), 0,81 ( $R^2 = 0,66$ ) e 0,87 ( $R^2 = 0,76$ ) com o Mehlich-1, Mehlich-3 e resina, respectivamente. As diferenças entre os coeficientes de correlação foram maiores com o Mehlich-3 e menores com a resina. A adição de atributos do solo à equação ajustada entre o P absorvido e o P extraído tem sido utilizada para melhorar a interpretação dos resultados da análise de solo quanto ao P. Atributos de solo como pH,  $\text{Al}^{3+}$ , matéria orgânica e teor de argila foram incorporados no modelo de regressão. Entretanto os atributos citados tiveram pouca influência na relação entre o P absorvido e o P extraído pelos três métodos, pois os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) foram 0,55, 0,50 e 0,62, com o Mehlich-1, Mehlich-3 e resina, respectivamente.



**Figura 3.** Regressões lineares entre os teores de fósforo (P) extraídos pelo Mehlich-1 como variável independente e pelo Mehlich-3 (A) e por resina (B) como variáveis dependentes.

## Sistema de plantio direto (SPD) nos Tabuleiros Costeiros

### Efeito do manejo do solo na conservação do solo e da água

Longe de ser uma tecnologia simples, o preparo do solo compreende um conjunto de técnicas que, quando irracionalmente utilizado, pode levar à destruição dos solos em poucos anos de uso intensivo, desencadeando inclusive o processo de desertificação de áreas agrícolas. As técnicas de preparo do solo desenvolvidas na Europa, em clima temperado ou frio, para uso em terrenos pouco acidentados e com chuvas de baixa energia, inicialmente foram introduzidas sem modificações no Brasil. Essas técnicas de preparo de solo consistem na incorporação de resíduos vegetais, deixando a superfície do solo descoberta por muitos meses. Em condições de altas temperaturas, chuvas intensas e solos com relevo ondulado, esse preparo do solo pode e tem causado efeitos desastrosos quanto a perdas por erosão (Silveira, 1989).

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), principalmente aquelas que fazem uso constante de mecanização e intensivo preparo do terreno, geralmente acarretando diminuição da cobertura do solo (principal

fator para a sua conservação), da sua rugosidade e da porosidade total da camada preparada (Burwell et al., 1963), aumentando, dessa forma, o processo erosivo (Cogo, 1981).

Diferentes sistemas de cultivo propiciam cobertura vegetal dos solos de forma diferenciada e, portanto, condições distintas de exposição do solo aos agentes causadores da erosão (Bertoni; Lombardi Neto, 1985). Assim o manejo do solo tem grande influência no processo erosivo (Silva et al., 2005). Em um Cambissolo de Santa Catarina, Schick et al. (2000) observaram perdas de solo e água duas vezes maiores no sistema de plantio convencional, quando comparado ao sistema de plantio direto na rotação soja-milho. Resultados semelhantes também foram observados por Silva et al. (2005) em um Latossolo no Mato Grosso do Sul com diferentes sistemas de rotação de cultura.

Os sistemas de preparo do solo considerados conservacionistas são aqueles caracterizados por uma movimentação reduzida do solo, pela conservação dos resíduos vegetais na superfície e pela elevada rugosidade (exceto no plantio direto), favorecendo assim à redução da erosão (Cogo et al., 1984; Bertol, 1995; Hernani et al., 1997).

A conservação dos resíduos culturais na superfície do terreno é mais eficiente para diminuir 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 elevada consolidação de superfície (Dissmeyer; Foster, 1981), aumentando assim a tensão de cisalhamento e, portanto, a resistência à erosão hídrica (Bertol, 1995; Cogo, 1981).

Apesar da menor intensidade e da maior irregularidade das chuvas na região do Agreste (Silva et al., 2011), a cultura do milho tem tido, nos últimos anos, forte expansão. Apenas no estado de Sergipe, por exemplo, entre 2003 e 2010, a produção de milho passou de 86,6 mil toneladas para 750,7 mil toneladas, ou seja, um aumento de 867% (Barros et al., 2013).

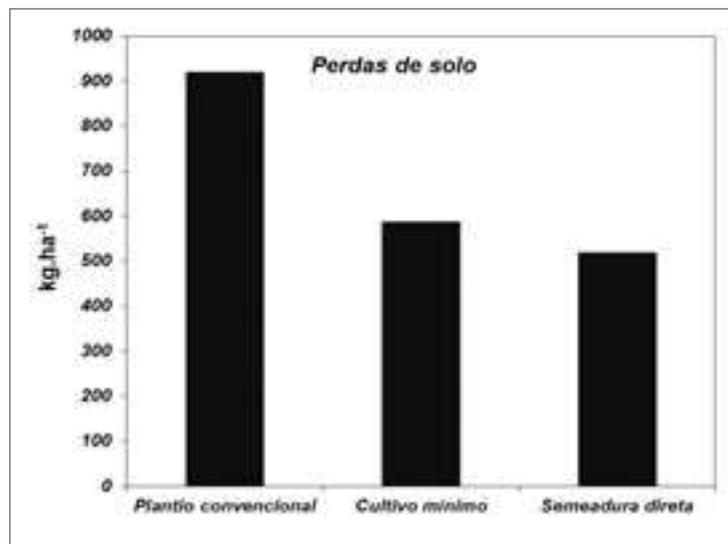
O desenvolvimento de novas cultivares de milho, adaptadas e de alta produtividade, tem sido de suma importância para incrementar a melhoria



da produtividade da cultura no Agreste. No entanto os solos destinados às lavouras são geralmente preparados de forma intensiva e indiscriminada com o implemento conhecido entre os técnicos e agricultores como “gradão”. Esse tipo de operação é realizada com tratores pesados, provocando a compactação subsuperficial do solo, bem como a desagregação e pulverização excessiva dos agregados da camada superficial. Associados à prática do monocultivo, os solos que apresentam essas características, ficam altamente expostos ao processo erosivo, que, além de provocar perdas de grandes volumes de solos férteis, pode ainda causar o assoreamento dos mananciais d’água, com conseqüente déficit hídrico em períodos de estiagem e enchentes devastadoras, devido à diminuição de capacidade de vazão dos mananciais.

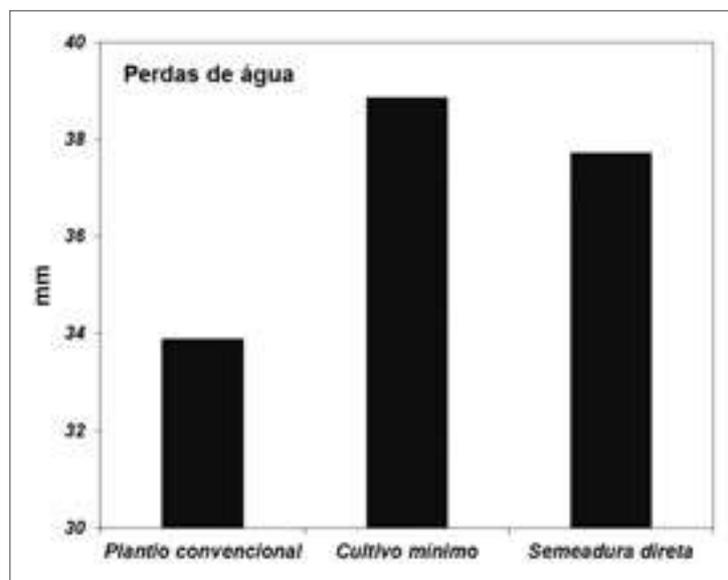
O sistema convencional de preparo do solo com grades é frequentemente mais utilizado por questões práticas que estão relacionadas ao elevado rendimento e facilidades operacionais. No entanto, devido à suscetibilidade, à erosão e às elevadas taxas de perda de matéria orgânica a que os solos são submetidos nesse sistema, a adoção de sistemas de cultivo conservacionistas deve ser estimulada, para que se mantenha a cobertura do solo, preservando a sua matéria orgânica e a sua estrutura, contribuindo efetivamente para diminuição do efeito erosivo das chuvas. Nesse sentido, o sistema de plantio direto tem-se apresentado como alternativa tecnicamente viável (Oliveira et al., 2001), fato que tem-se confirmado experimentalmente.

Em um Cambissolo, posicionado em relevo ondulado e com inclinação média de 5,5% na região do Agreste sergipano, as perdas de solo onde se utilizou o cultivo convencional (com aração e duas gradagens) foram 77% maiores do que quando foi adotado o sistema de plantio direto no período de 2011 a 2013 (Figura 4). Apesar da redução das perdas de solo nos sistemas de preparo conservacionistas, as perdas de água foram ligeiramente maiores no sistema de plantio direto e no cultivo mínimo do que no sistema de preparo convencional do solo (Figura 5). Provavelmente, esse resultado se deu em razão do tipo de regime hídrico com menor incidência de chuvas de alta intensidade e do tipo de solo com maior teor de argila.



**Figura 4.** Efeito do sistema de preparo nas perdas de solo em um Cambissolo do Agreste sergipano com 5,5% de declividade, no período de 2011 a 2013.

Fonte: Barros et al. (2015).



**Figura 5.** Efeito do sistema de preparo nas perdas de água em um Cambissolo do Agreste sergipano com 5,5% de declividade, no período e 2011 a 2013.

Fonte: Barros et al. (2015).

## Sistema de plantio direto como alternativa de manejo sustentável do solo

O SPD foi adotado nos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul, na década de 1970, com o objetivo de conservar o solo. Segundo a Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação (2017), essa técnica é praticada em quase todas as regiões do País, atingindo, na safra 2011/2012, uma área maior que 30 milhões de hectares com o cultivo de grãos, incluindo grandes, médios e pequenos produtores, entre estes os que utilizam tração animal.

O plantio direto, que é o processo de distribuição de sementes e fertilizantes no solo sem o seu prévio preparo, é o que mais se aproxima do conceito de agricultura sustentável ao longo do tempo, pois apresenta uma série de vantagens em relação ao preparo convencional do solo: reduz a erosão, aumenta o teor de matéria orgânica e a fertilidade do solo, diminui a infestação por plantas espontâneas ao longo do tempo, diminui o consumo de combustíveis fósseis, aumenta a disponibilidade de água para as plantas, preserva e recupera os mananciais de água, sequestra CO<sub>2</sub> (contribuindo com a diminuição do efeito estufa), reduz os custos gerais da lavoura e proporciona ainda o aumento gradativo da produtividade (Borges, 1998).

No entanto, para que desempenhe realmente a sua função, o SPD não deve ser considerado como uma prática agrônômica isolada, e sim dentro de um contexto sistêmico, devendo apresentar as seguintes premissas: a eliminação ou redução das operações de preparo do solo, o uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas, a formação e manutenção da cobertura morta, a rotação de culturas e o uso de semeadoras específicas (Cruz, 2012).

O Nordeste apresenta um importante polo produtor de milho localizado em áreas do Agreste da Bahia e de Sergipe, os quais apresentam sistemas de produção mais tecnificados, com médias de produtividade acima da média nacional (Carvalho et al., 2010).

Devido ao grande valor do milho e aos riscos climáticos apresentados na região do Agreste, a cultura tem-se estendido para áreas de Tabuleiros Costeiros, tradicionalmente cultivados com cana-de-açúcar e citros. Em razão da economia e do melhor aproveitamento do curto período para implantação das lavouras, alguns produtores já vêm adotando o plantio direto. No entanto essa prática ainda é pouco difundida e necessita de ajustes, visando principalmente a alternativas para formação de cobertura do solo e rotação de cultura, que são imprescindíveis à sustentabilidade desse sistema.

Segundo Pacheco et al. (2013), o regime de chuva limitado, combinado com a prática comum de pastejo dos restos culturais das lavouras de milho no Agreste sergipano, torna a formação de cobertura um dos maiores desafios na conversão do sistema convencional de preparo do solo para o sistema de plantio direto na região.

O plantio de espécies forrageiras consorciadas com culturas anuais tem-se mostrado uma técnica eficiente e economicamente viável como método de formação, recuperação e renovação de pastagens (Jakelaitis et al., 2004). O estabelecimento do consórcio pode acontecer por meio da semeadura simultânea da cultura anual e da forrageira ou a partir da semeadura da cultura anual e da germinação natural da forrageira de sementes existentes no solo. Após a colheita da cultura anual, tem-se a pastagem formada e disponível para utilização na alimentação animal como pastagem ou na formação de cobertura para o plantio direto da cultura sucessora.

Além disso, a rotação e a sucessão de culturas, considerando a combinação de espécies com diferentes exigências nutricionais, produção de fitomassa e sistema radicular, tornam o SPD mais eficiente do que os sistemas convencionais que utilizam a monocultura, além de facilitar o controle integrado de pragas, de doenças e de plantas daninhas (Cruz, 2012).

A cultura do milho, entre outras gramíneas, proporciona produção de fitomassa com elevada relação carbono/nitrogênio (C/N), contribuindo com a manutenção da cobertura do solo por maior tempo de permanência na superfície. No entanto o uso de culturas de baixa relação C/N, a exemplo da soja, é importante na rotação e na sucessão de culturas para melhorar a qualidade da matéria orgânica, proporcionando maior velocidade de decomposição e, conseqüentemente, maior reciclagem de nutrientes. Em resumo, na rotação e sucessão de culturas, deve-se realizar a alternância de uma cultura de alta relação C/N (gramíneas) com outra de baixa relação C/N (leguminosas) para se obter um equilíbrio entre quantidade e qualidade de matéria orgânica (Resck, 1981).

Procurando-se alternativas para as premissas de formação de cobertura do solo e rotação de culturas, para viabilização do SPD nos Tabuleiros Costeiros nordestinos, em 2012, a Embrapa Tabuleiros Costeiros implantou um experimento de longa duração na Estação Experimental Jorge Sobral,

localizada no município de Nossa Senhora das Dores, SE, em um Argissolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa, distrófico e relevo ondulado (Santos et al., 2006), com coordenadas geográficas 10°27'S e 37°11'W, altitude média de 200 m, temperatura média de 26 °C e pluviosidade média anual de 1.150 mm. A região pode ser considerada uma transição Agreste/Tabuleiros Costeiros, em que a semeadura de culturas anuais ocorre da segunda-quinzena de maio à primeira-de junho e a colheita, entre a segunda-quinzena de outubro e a primeira de novembro, dependendo do ciclo da cultivar utilizada.

Para compor os tratamentos do experimento, foram considerados os sistemas de preparo convencional do solo e de plantio direto, cultivo simultâneo de milho com forrageiras (*U. decumbens*, *U. Ruziziensis* e guandu) e rotação de milho com soja.

A semeadura mecânica simultânea do milho com *Urochloa* e/ou guandu foi realizada, adotando-se a técnica da mistura das sementes das forrageiras com o fertilizante (12 kg de sementes ha<sup>-1</sup> para braquiárias e 30 kg de sementes ha<sup>-1</sup> para guandu), com regulação de distribuição no sulco de plantio abaixo das sementes de milho, que foram distribuídas com densidade de semeadura de 70 mil sementes ha<sup>-1</sup> no espaçamento de 0,5 m entre linhas, utilizando-se a cultivar AG 7088 PRO. A adubação foi realizada nas doses de 200 kg ha<sup>-1</sup>, 100 kg ha<sup>-1</sup> e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N, P e K, respectivamente, e todo o N foi aplicado em cobertura quando o milho apresentava quatro folhas, utilizando-se ureia como fonte de N.

Para os tratamentos com sistema convencional de preparo do solo, foi realizada uma aração com arado de disco e duas gradagens leves para destorroamento e nivelamento do solo nas parcelas, que apresentavam dimensões de 10 m de largura e 40 m de comprimento. Para os tratamentos com plantio direto, a vegetação espontânea ou forrageira do ano anterior foi dessecada com aplicação de glifosato na dose de 4 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial (360 g L<sup>-1</sup> do princípio ativo), com antecedência de, no mínimo, 15 dias da semeadura, ou até 30 dias, dependendo do volume e do estágio de desenvolvimento das braquiárias.

A soja em rotação com o milho foi distribuída nas parcelas com densidade de semeadura de 20 sementes por metro, com espaçamento de 0,5 m entre linhas. As sementes foram inoculadas com *Rhizobium* imediatamente an-

tes da semeadura e a adubação de base foi realizada nas doses de 100 kg ha<sup>-1</sup> e 80 kg ha<sup>-1</sup> de P e K, respectivamente. Todas as etapas de preparo do solo, pulverizações, semeadura e colheita foram realizadas com máquinas agrícolas, com exceção da adubação de cobertura, que foi realizada manualmente.

Nos 2 primeiros anos de cultivo, o guandu não apresentou bom desempenho, devido a irregularidades na germinação no sistema de semeadura simultânea com milho, bem como morte das plantas após a colheita em decorrência de injúrias causadas pela colhedora. Considerando-se esse aspecto, o guandu foi suprimido do experimento e deu lugar a outros tratamentos com braquiárias, a partir de 2014. As braquiárias apresentaram excelente desenvolvimento em 2013 no sistema de semeadura simultânea com milho (Figura 6), não ocorrendo diferença de rendimento entre as duas espécies utilizadas, com produtividade média de 6.854 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca e 7,4% de proteína bruta, em avaliação realizada em fevereiro de 2014.



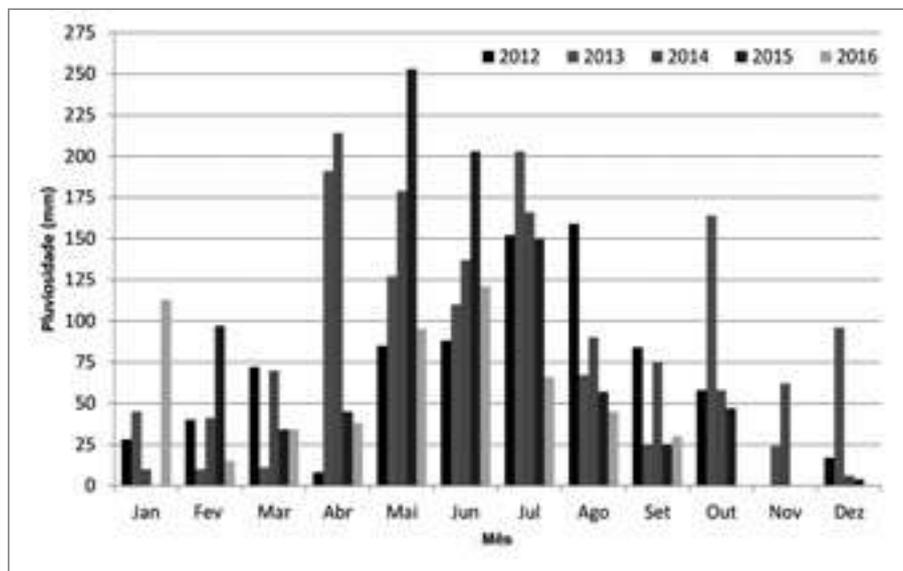
Fotos: Edson Patto Pacheco

**Figura 6.** Consórcio de milho com *U. Decumbens* (safra 2013) para formação de cobertura morta e plantio direto de soja (safra 2014).

A cultura do milho em plantio direto não apresentou diferença significativa de produtividade em relação ao sistema convencional de preparo do solo, com rendimento médio de 8.712 kg ha<sup>-1</sup> e 8.097 kg ha<sup>-1</sup>, nas safras de 2012 e 2013, respectivamente, o que demonstra a viabilidade inicial da conversão do sistema convencional para plantio direto, que normalmente apresenta queda de produtividade nos primeiros anos. A produtividade do milho também não foi comprometida em razão do cultivo consorciado com as forrageiras, confirmando ser uma prática viável para formação de cobertura ou pastagens (Pacheco et al., 2013).

Em 2014 e 2015, a cultura do milho também não apresentou diferença entre os tratamentos, com médias de produtividade de 7.045 kg ha<sup>-1</sup> e 6.476 kg ha<sup>-1</sup> nas duas safras, respectivamente. A menor produtividade na safra de 2014, em relação às safras de 2012 e 2013, foi devido ao baixo estande de plantas (aproximadamente 32 mil plantas ha<sup>-1</sup>), obtido em virtude de lote de sementes com baixo poder germinativo; o replantio não foi viável devido à semeadura simultânea com braquiárias. Já em 2015, as plantas de milho apresentavam excelente desenvolvimento vegetativo, podendo atribuir a queda na produtividade em decorrência de veranicos ocorridos na floração e no enchimento de grãos, conforme pode ser observado no gráfico de pluviosidade mensal para a estação experimental de Nossa Senhora das Dores, SE (Figura 7). No entanto, segundo relatos de produtores locais, a produtividade média do experimento na safra de 2015 superou as médias obtidas em lavouras da região.

Em 2016, a adversidade climática foi ainda mais severa, com uma quantidade total de chuva menor do que 350 mm durante os ciclos das culturas do milho e de soja, com total anual de 557 mm, bem inferior à média histórica dos últimos 14 anos, de 1.150 mm. Além do baixo volume de chuvas durante os ciclos do milho e da soja na safra de 2016, ocorreu má distribuição de chuvas com veranico de 17 dias após a semeadura e baixo volume nos períodos de floração e de enchimento de grãos, que ocorreu de agosto a setembro (Figura 7). Não houve diferença significativa entre os tratamentos com plantio direto, independentemente do uso de braquiária ou não, com média de produtividade de 6.355 kg ha<sup>-1</sup>, que foi significativamente superior ao tratamento de milho cultivado em sistema convencional de preparo do solo em monocultivo, que apresentou média de 5.294 kg ha<sup>-1</sup>, demonstrando a vantagem do plantio direto em anos com deficiência hídrica e início de estabilidade do sistema ao longo do tempo, após a adoção do SPD.



**Figura 7.** Pluviosidade mensal para o município de Nossa Senhora das Dores, SE.

Fonte: Os autores.

Na Tabela 4, são apresentados os dados de produtividade média da cultivar de soja Msoy 9144 RR, nas safras de 2012 a 2016. Em 2012 e 2013, a soja foi cultivada somente nas parcelas referentes aos tratamentos em monocultivo, nos sistemas de preparo convencional do solo e plantio direto, apresentando médias de 2.930 kg ha<sup>-1</sup> e 2.984 kg ha<sup>-1</sup> em 2012, e 3.010 kg ha<sup>-1</sup> e 3.073 kg ha<sup>-1</sup> em 2013, respectivamente.

Na safra de 2014, além dos tratamentos em monocultivo, a soja foi cultivada em rotação com milho em plantio direto e sobre cobertura proporcionada por milho cultivado simultaneamente com *U. Decumbens* ou *U. ruziziensis*, que mantiveram o solo coberto até a fase de colheita, conforme pode ser observado na Figura 8.

Os tratamentos em rotação de cultura apresentaram, na safra de 2014, produtividade de soja significativamente superior aos tratamentos em monocultivo, observando-se ainda uma tendência de maiores produtividades de soja, quando cultivada em plantio direto sobre cobertura de braquiárias, obtendo-se produtividade de até 3.718 kg ha<sup>-1</sup> no tratamento M+UD-S-PD.

**Tabela 4.** Produtividade de soja cultivar Msoy 9144 RR em diferentes sistemas de cultivo em Nossa Senhora das Dores, SE, no período de 2012 a 2016.

Tratamento	Produtividade de Soja (kg ha <sup>-1</sup> )				
	Safra 2012	Safra 2013	Safra 2014	Safra 2015	Safra 2016
S-S-PC	2.930	2.984	2.290 b	1.529	527 c
M-S-PC	milho	milho	3.204 a	milho	676 c
S-S-PD	3.010	3.073	2.935 b	1.986	530 c
M-S-PD	milho	milho	3.413 a	milho	1.017 b
M+UD-S-PD	milho	milho	3.718 a	milho	1.607 a
M+UR-S-PD	milho	milho	3.532 a	milho	1.291 b

Nota: S-S-PC: soja em monocultivo com preparo convencional do solo; M-S-PC: milho em rotação com soja com preparo convencional do solo; S-S-PD: soja em monocultivo em plantio direto; M-S-PD: milho em rotação com soja em plantio direto; M+UD-S-PD: cultivo de milho simultâneo com *U. decumbens* em rotação com soja em plantio direto; e M+UR-S-PD: cultivo de milho simultâneo com *U. ruziziensis* em rotação com soja em plantio direto.

Fonte: Os autores.



Fotos: Edson Patto Pacheco

**Figura 8.** Soja (safra 2014) em rotação com milho consorciado com *Urochloa decumbens* (safra 2013).

Na safra de 2015, a soja apresentou queda de produtividade em relação aos anos anteriores, principalmente em decorrência de efeitos climáticos, conforme mencionado anteriormente. Já na safra de 2016, foram obtidas produtividades muito baixas em razão do baixo estande, que apresentou média de 29.200 plantas por hectare no experimento. Esse fato pode ser atribuído à estiagem de 17 dias após a semeadura em solo com alto teor de água. No entanto os resultados apresentaram comportamento semelhante aos da safra 2014, ou seja, com produtividade de soja significativamente superior nos tratamentos em rotação de cultura, observando-se produtividade média significativamente superior no tratamento M+UD-S-PD.

Por meio desses resultados, pode-se concluir que o milho é pouco sensível ao sistema de produção em curto espaço de tempo após a conversão do sistema convencional de preparo do solo para plantio direto. No entanto a cultura da soja apresenta resposta significativa a diferentes sistemas de produção em curto espaço de tempo, demonstrando eminente dependência da rotação de cultura e das práticas que contribuam para a formação de cobertura morta do solo, que pode ser viabilizada por meio da utilização da técnica de semeadura simultânea do milho com forrageiras, permitindo ainda que sejam utilizadas para pastejo na integração lavoura-pecuária na região dos Tabuleiros Costeiros. Vale ressaltar que esses sistemas são altamente dependentes do regime pluviométrico e que, em situação de estresse hídrico, poderá haver comprometimento do desenvolvimento das forrageiras, quando houver ausência de precipitações após a colheita do milho.

Assim, por se tratar de resultados dependentes não só do regime pluviométrico incerto entre os anos para a região considerada, como também das lentas mudanças das interações físicas, químicas e microbiológicas do solo, apesar de se ter convicção das tendências aqui apresentadas, esse estudo deve ser conduzido por, pelo menos, mais 5 anos, para que se possam confirmar os resultados até agora obtidos.



## Uso de leguminosas para adubação verde e cobertura do solo

---

### Adubação verde

A adoção de práticas de manejo que aliam excessiva movimentação do solo com baixa reposição de restos vegetais, contribui, no decorrer do tempo, para o decréscimo dos teores de matéria orgânica e, conseqüentemente, agrava o processo de deterioração de características físicas, químicas e biológicas dos solos (Igue, 1984). Portanto, para os solos dos Tabuleiros Costeiros, o manejo da matéria orgânica é essencial, pois é a principal reserva de N do solo, influencia diversos aspectos físicos relacionados ao movimento de água e trocas gasosas e é a responsável por grande parte da capacidade de troca de cátions (CTC). De acordo com Raij (1991), cerca de 56% a 82% da CTC de solos tropicais é derivada da matéria orgânica.

Entre as práticas de manejo visando à conservação e/ou recuperação dos teores de matéria orgânica e da qualidade do solo, a adubação verde é das mais promissoras, pois, além dos benefícios de proteção superficial e melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, apresenta um custo relativamente baixo, sem deixar de ser eficiente do ponto de vista produtivo. Um efeito benéfico da adubação verde, de especial importância para os solos dos Tabuleiros Costeiros, é a capacidade de algumas leguminosas funcionarem como arados biológicos, rompendo camadas adensadas em subsuperfície, pois a dinâmica de água e o aprofundamento de raízes no perfil desses solos são, comumente, restringidos pela presença das camadas coesas. Além disso, o uso de leguminosas com sistemas radiculares vigorosos promove, em escala extensiva, a atividade de microrganismos e da mesofauna em profundidade no solo, o que dificilmente pode ser conseguido por outras tecnologias e insumos, como práticas mecânicas e fertilizantes minerais (Costa, 1993).

## Leguminosas anuais

### Avaliação de leguminosas

Diversas espécies de leguminosas foram avaliadas, visando fornecer suporte à implementação da prática da adubação verde na ecorregião dos Tabuleiros Costeiros (Barreto; Fernandes, 1999). Características consideradas para a seleção dessas leguminosas incluíram a alta produtividade de biomassa seca, a baixa susceptibilidade a pragas e doenças, a boa produção de sementes e a facilidade de semeaduras manual e mecânica.

Tomando por base a produtividade de matéria seca da parte aérea, as leguminosas foram divididas em três grupos: a) grupo de maior produtividade (guandu-comum, labe-labe e feijão-de-porco); b) grupo de produtividade intermediária (*Crotalaria ochroleuca*, mucuna-preta, *C. juncea* e *C. spectabilis*); e c) grupo de menor produtividade (mucuna-rajada, calopogônio, guandu-anão, amendoim, *C. breviflora* e feijão-de-corda). Constata-se que, de maneira geral, as produções de matéria seca da parte aérea foram equivalentes às obtidas em outras regiões (Miyasaka, 1984; Abboud; Duque, 1993), o que expressa bom potencial da utilização dessas espécies de plantas no conjunto de práticas de manejo a serem adotadas para manutenção e/ou recuperação da qualidade do solo.

Determinaram-se os teores de macronutrientes na parte aérea das leguminosas avaliadas. O feijão-de-porco, as mucunas e o calopogônio foram as espécies que apresentaram os maiores teores de N na matéria seca da parte aérea, acima de 28 g kg<sup>-1</sup>. Altos teores de N na mucuna-preta também foram observados por Abboud e Duque (1993). O feijão-de-porco, por associar altos teores de N e alta produtividade de biomassa, foi a espécie que mais contribuiu para o aporte de N ao solo em quantidade (kg ha<sup>-1</sup>). Em virtude dos baixos teores de matéria orgânica dos solos de Tabuleiros Costeiros e do fato de a área na qual o experimento foi instalado não ter recebido adubos nitrogenados, é pertinente dizer que a maior parte do N presente nas plantas seja proveniente da fixação biológica. Essa observação permite destacar o feijão-de-porco como uma leguminosa promissora quanto à eficiência desse processo e, por conseguinte, para utilização quando o objetivo principal da prática for o fornecimento de grande quantidade desse nutriente para culturas consorciadas.

## Práticas de manejo da adubação verde

### *Preparo do solo e sistemas de cultivo*

O preparo do solo para plantio, comumente feito por meio de aração e gradagem ou apenas gradagem em solos de textura mais leve, tem contribuído para um contínuo processo de degradação dos solos. O revolvimento periódico do solo por essas operações acelera o processo de decomposição da matéria orgânica, diminui o seu acúmulo e restringe os efeitos positivos da adubação verde, principalmente em relação à melhoria de características físicas (como agregação, densidade e porosidade) e químicas (como a CTC). Vários estudos têm mostrado que, para a recuperação dos teores de matéria orgânica em sistemas de produção intensivos, o uso de espécies que produzam grandes quantidades de resíduos deve estar aliado à redução do revolvimento do solo (Testa et al., 1992; Bayer; Mielniczuk, 1997). O uso de métodos de preparo do solo com pouco ou nenhum revolvimento é indicado para a ecorregião dos Tabuleiros Costeiros, a exemplo do cultivo mínimo e do plantio direto. Um grande desafio a ser vencido é a produção de biomassa suficiente durante o período seco do ano. Uma alternativa testada nas condições dessa ecorregião é o plantio da cultura do milho consorciado com leguminosas.

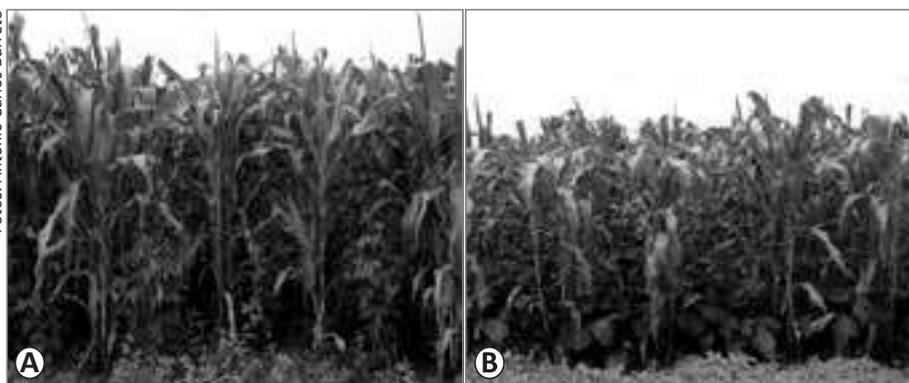
No sistema consorciado, as espécies envolvidas se complementam no uso de recursos como luz, água e nutrientes. À medida que elas apresentam diferenças de porte aéreo e de distribuição do sistema radicular, ocorre melhor interceptação de luz pela parte aérea e a exploração de água e nutrientes em diferentes camadas do solo, o que caracteriza uma complementaridade espacial. Outro tipo de complementaridade é a temporal, que ocorre quando as espécies apresentam seus níveis máximos de uso desses recursos em épocas diferentes (Willey, 1979).

Sabe-se que, nas regiões tropicais, a taxa de decomposição de materiais orgânicos adicionados ao solo é muito alta e, conseqüentemente, o tempo de residência desses materiais é pequeno, o que limita os efeitos benéficos da adubação verde (Igue, 1984). Segundo Harris et al. (1966), a formação de agregados e sua estabilidade são determinadas pelo suprimento contínuo de resíduos orgânicos (raízes, folhas e caules) e por sua decomposição no solo. Um método eficiente para favorecer a estruturação do solo é

a combinação de gramíneas que tenham um sistema radicular abundante e em constante renovação, com leguminosas que fixam N. Devido à relação C/N elevada, as raízes das gramíneas são decompostas mais lentamente e, portanto, atuam como agentes estabilizadores importantes dos macroagregados (Tisdall; Oades, 1980).

Com culturas anuais, como o milho que apresenta grande potencial de exploração nessa ecorregião, os melhores resultados foram obtidos com leguminosas de porte ereto, como guandu-comum (Figura 9A), *C. juncea* e feijão-de-porco (Figura 9B), em plantio simultâneo (Heinrichs et al., 2002; Barreto; Fernandes, 2005). O espaçamento do milho deve ser de 1 m entre linhas e 0,40 m entre covas, com densidade de duas plantas por cova. A leguminosa deve ser plantada entre as fileiras de milho, com a mesma densidade utilizada no plantio exclusivo. Nesse sistema, o P e o K devem ser fornecidos para ambas as culturas, por meio da adubação a lanço ou da aplicação de adubo no sulco de plantio. Se a leguminosa não for adubada, ela sofre competição muito forte por parte do milho, o que causa redução acentuada da produção de biomassa. O N deve ser aplicado apenas para o milho. Espera-se que, com o uso continuado desse sistema, a necessidade de N diminua com o tempo. Com a utilização da leguminosa em sistema de consórcio, é possível o uso continuado da adubação verde, à medida que não restringe a exploração econômica da área pela cultura de caráter comercial. Portanto cria-se um estímulo econômico para a adoção, pelos agricultores, dessa prática tão importante na recuperação e/ou aproveitamento de áreas mais degradadas na propriedade.

Fotos: Antônio Carlos Barreto



**Figura 9.** Milho em consórcio com guandu-comum (A) e milho em consórcio com feijão-de-porco (B).

Das leguminosas citadas, o guandu foi a que apresentou o melhor desempenho em consórcio com o milho, pois é uma espécie que se estabelece mais lentamente, exercendo pequena competição com o milho e, quando este declina vegetativamente, o guandu apresenta desenvolvimento expressivo e de longo prazo. Além desse resultado favorável ao uso do guandu, sabe-se que essa espécie apresenta uma série de outras características muito positivas, tais como: tolerância à seca, possibilidade de uso dos grãos para consumo humano, potencial forrageiro e raiz pivotante com capacidade de penetrar em camadas mais adensadas do solo, a exemplo dos horizontes coesos comuns nos Tabuleiros Costeiros.

Além do mais, o guandu apresenta boa capacidade de rebrota quando a planta é cortada acima do ponto de crescimento (em torno de 1 m de altura) e após a formação das vagens (Seiffert; Thiago, 1983). Portanto, após a colheita do milho, que ocorre no início do período seco, pode-se optar por efetuar a poda do guandu, cujas plantas, por estarem com o sistema radicular totalmente estabelecido, rebrotam e se desenvolvem satisfatoriamente, chegando a apresentar, no início do ano seguinte, produções de matéria seca em torno de 10 t ha<sup>-1</sup> a 12 t ha<sup>-1</sup>, viabilizando assim a implantação do sistema de plantio direto.

## Leguminosas perenes

### Avaliação de leguminosas

Estudos com leguminosas perenes foram desenvolvidos em Argissolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros de Sergipe, comparando-se as espécies gliricídia (*Gliricidia sepium*) e leucena (*Leucaena leucocephala*) em relação à produção de biomassa, nutrientes na parte aérea, adaptabilidade ao sistema de cultivo em alamedas e capacidade de promover melhorias em características físicas e químicas do solo (Barreto; Fernandes, 2001). Foi observado que as duas espécies promoveram melhorias em algumas das características do solo avaliadas, mas a gliricídia, além da maior produção de biomassa e excelente capacidade de rebrota, apresentou maior longevidade e melhor adaptação ao cultivo em alamedas, o que está de acordo com estudo anteriormente desenvolvido por Silva e Mendonça (1995) em solos de tabuleiro do sul da Bahia, com essas mesmas leguminosas.

### **Cultivo de alamedas de gliricídia**

Esse sistema consiste no plantio de leguminosas perenes, de porte arbustivo, em fileiras suficientemente espaçadas para permitir o plantio de culturas alimentares e/ou comerciais entre elas (Wilson; Kang, 1981; Barreto; Carvalho Filho, 1992). Essa prática apresenta reconhecido potencial de uso, principalmente na recuperação de áreas degradadas, pela melhoria de características do solo (aumento de matéria orgânica, oferta de nutrientes, aumento da porosidade e diminuição da densidade), como já constatado em solos de Tabuleiros Costeiros (Silva; Mendonça, 1995; Barreto; Fernandes, 2001; Barreto et al., 2002).

A gliricídia é uma leguminosa arbórea que apresenta crescimento rápido e enraizamento profundo, o que lhe confere boa tolerância à seca. Igualmente, suporta muito bem a realização de cortes periódicos, pois apresenta alta capacidade de rebrota. É considerada uma espécie de múltiplos usos, como adubação verde, forragem, reflorestamento e cerca viva (Carvalho Filho et al., 1997).

### **Formas de uso**

A gliricídia tem demonstrado grande adaptabilidade à ecorregião dos Tabuleiros Costeiros, apresentando desenvolvimento vegetativo vigoroso e sem ocorrência de problemas fitossanitários. Nessa ecorregião, pode ser utilizada como cultura complementar aos sistemas de produção predominantes, ocupando parte da área da propriedade para as seguintes finalidades: a) recuperação e aproveitamento de áreas degradadas, por meio da melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo; b) produção de forragem de alto valor nutritivo, sobretudo proteico, favorecendo a manutenção de animais num sistema integrado lavoura-pecuária; c) produção adicional de alimentos para o consumo humano ou que gere excedentes para complementação da renda do agricultor.

### **Calagem e adubação**

Como os solos da ecorregião dos Tabuleiros Costeiros, na sua maioria, são de baixa fertilidade, é conveniente que, na implantação da área com



gliricídia, seja feita, pelo menos, correção da acidez e da adubação com P e K, macronutrientes importantes para um satisfatório estabelecimento e desenvolvimento das plantas. Naturalmente, a gliricídia, como grande parte das leguminosas, dispensa o uso de N, que é obtido por meio da fixação simbiótica com bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*. Esse processo, no entanto, tem sua eficiência comprometida em solos com limitações nutricionais, principalmente em relação ao P.

Preferencialmente, as recomendações de adubação devem ser baseadas em resultados de análises do solo. A calagem, quando necessária, deve ser realizada em toda a área, incorporando-se o calcário, de preferência dolomítico, com antecedência de cerca de 2 meses em relação ao plantio, na profundidade de 20 cm, por intermédio das operações de preparo do solo. Devem-se aplicar os adubos no fundo da cova ou sulco de plantio, cobrindo-os com um pouco de terra para evitar o contato com as estacas ou sementes. Não havendo disponibilidade de resultado de análise do solo, no caso do P, podem-se aplicar 50 g por cova ou 100 g por metro de sulco de superfosfato simples. Quanto ao K, aplicar 25 g por cova ou 50 g por metro de sulco de cloreto de potássio. Após a implantação, a gliricídia não precisará mais ser adubada, beneficiando-se da adubação das culturas implantadas nas entrelinhas.

### **Sistema de plantio**

A gliricídia pode ser estabelecida por sementes ou por estacas, diretamente no campo (semeadura na cova) ou por meio de mudas previamente enviveiradas com 2 meses de antecedência. A escolha do método vai depender do uso que se pretende dar à planta, das condições climáticas e da disponibilidade de sementes. O plantio por estacas é o mais generalizado pela praticidade. Para as condições climáticas dos tabuleiros, esse método é relativamente satisfatório em relação à pega, desde que sejam seguidas algumas recomendações técnicas (Carvalho Filho et al., 1997).

Para o sistema de alamedas, o espaçamento recomendado entre fileiras de gliricídia deve ser de 5 m a 6 m. No plantio por sementes, deve-se uti-

lizar o espaçamento de 0,20 m entre covas, com duas sementes por cova. No plantio por estacas, o espaçamento dentro da fileira pode ser de 0,5 m entre covas, plantando-se duas estacas por cova. O plantio deve ser realizado no início das chuvas, o que favorece a pega. Em áreas com declive, as fileiras de gliricídia devem ser plantadas seguindo as curvas de nível, pois assim passam a funcionar como cordões de contorno permanentes, reduzindo o escoamento superficial e exercendo desejável proteção do solo contra a erosão.

### Sistema de manejo

As plantas de gliricídia devem desenvolver-se durante o primeiro ano, sem que sejam efetuados cortes, o que permite bom enraizamento, dando às plantas boa capacidade de suportar cortes e/ou podas periódicas da parte aérea por longo tempo. A partir do segundo ano, próximo ao início do período chuvoso, efetua-se um corte drástico das plantas de gliricídia, a 50 cm de altura, abrindo espaço para a implantação de culturas de ciclo curto nas entrelinhas. Em seguida ao corte, deitam-se os galhos e folhas nas entrelinhas, cuja biomassa produzida nesse corte é destinada à adubação verde, incorporando-a ao solo (Figura 10A). Esse corte deve ser realizado pelo menos 1 mês antes do plantio das culturas intercalares, tempo suficiente para que haja secamento e desprendimento da folhagem dos galhos (Figura 10B), antecipando o processo de decomposição da biomassa (Barreto et al., 2004).

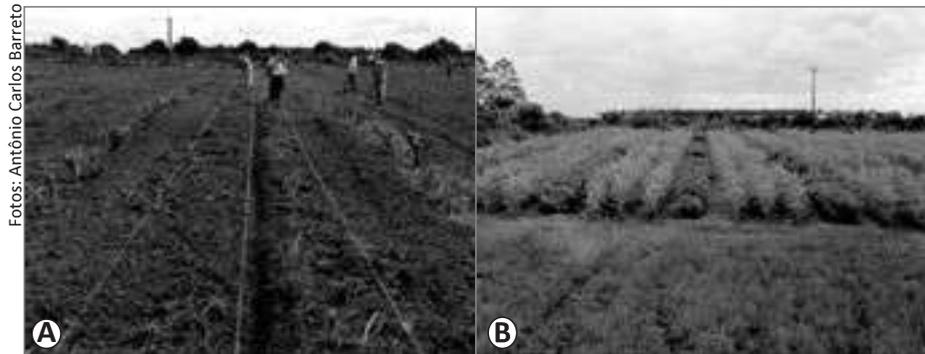


**Figura 10.** Corte drástico das plantas de gliricídia e distribuição dos galhos nas entrelinhas, a serem efetuados no início do período chuvoso, a partir do segundo ano (A); gliricídia após corte e secagem de folhas e galhos (B).

A gliricídia apresenta grande capacidade de rebrota e, em torno de 4 meses após algum corte, em geral, as plantas recompõem toda a parte aérea, sendo possível realizar três cortes por ano. No espaçamento entre fileiras recomendado, os três cortes anuais produzem em média  $4,5 \text{ t ha}^{-1}$  de matéria seca, correspondentes a folhas e ramos finos de, no máximo, 1 cm de diâmetro. É possível diminuir a periodicidade entre os cortes para até 3 meses, sem comprometer o desenvolvimento das plantas, nem modificar a produção de matéria seca, o que vai depender do uso da biomassa da gliricídia e do seu grau de competição com a espécie cultivada nas entrelinhas. No decorrer do ano, podem-se realizar podas da folhagem em vez de cortes na base das plantas, principalmente se a biomassa, de alto valor proteico, destinar-se à alimentação animal. Nesse caso, a recomposição da parte aérea das plantas é mais rápida. Informações quanto ao uso da gliricídia na alimentação de ruminantes, valor nutritivo, palatabilidade, conservação de forragem e uso como banco de proteína poderão ser obtidas em outras publicações, tais como, Vearasilp (1981), Carvalho Filho e Languidey (1988) e Carvalho Filho et al. (1997).

A partir do segundo ano, aproximadamente 1 mês após a realização do corte drástico das plantas de gliricídia, deve-se efetuar o preparo da área para o plantio nas entrelinhas. A realização de uma ou duas gradagens é, via de regra, suficiente para triturar os galhos remanescentes, incorporar a biomassa depositada na superfície e eliminar plantas espontâneas. Pode-se também optar pelo deslocamento dos galhos mais grossos para a margem das fileiras de gliricídia, com o uso de gadanho. Efetuar a abertura de sulcos para o plantio (Figura 11A) apenas se as condições permitirem o uso do sistema de plantio direto.

A abertura dos sulcos pode ser manual ou com sulcador; uma faixa de 1,5 m de largura deve ser mantida limpa em cada lado das fileiras de gliricídia. Dessa forma, no espaçamento recomendado de 5 m ou 6 m entre fileiras, podem-se plantar, por exemplo, 3 a 5 fileiras de milho (Figura 11B). O cultivo na entrelinha deve seguir as recomendações de espaçamento, densidade, tratos culturais e fitossanitários para as culturas que forem plantadas.



**Figura 11.** Abertura de sulcos para adubação e plantio (A); cultivo de milho nas entrelinhas (B).

## Considerações finais

Na última década, o Nordeste do Brasil tem experimentado crescente demanda da produção de cereais. A essa demanda, foi associada a necessidade do uso de tecnologias mais avançadas, principalmente com adoção de materiais genéticos melhorados e adaptados à região. Porém cultivos com materiais genéticos de alto nível tecnológico também são exigentes em sistemas de produção que apresentem tecnologia compatível de adubação, controle fitossanitário, etc., para que as lavouras possam expressar o máximo potencial produtivo nas condições de solo e clima da região. Uma boa alternativa é o uso das técnicas que compõem a agricultura de precisão (AP), que tem como característica considerar as variabilidades existentes em uma lavoura. Dessa forma, a aplicação dos insumos e dos manejos pode ser realizada em doses variadas em sítios específicos, resultando em melhor eficiência, racionalizando o uso dos recursos naturais e potencializando os lucros do produtor, com mitigação dos danos ao meio ambiente. Para que a AP tenha êxito, os sistemas de produção devem ser considerados de uma forma multidisciplinar, e não compartimentalizada. Portanto a formação de grupos de estudo entre instituições de pesquisa e a iniciativa privada, de vários setores agropecuários, tona-se fundamental para que essa valiosa premissa de multidisciplinaridade seja cumprida.

## Referências

- ABBOUD, A. C. S.; DUQUE, F. F. Caracterização de leguminosas com potencial para adubação verde no período da seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Cerrados: fronteira agrícola no século XXI: resumos**. Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. v. 3, p. 99-100.
- BARRETO, A. C.; CARVALHO FILHO, O. M. de. Cultivo de leucena em consórcio com feijão, milho e algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 11, p. 1533-1540, nov. 1992.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. **Adubação verde com leguminosas em cultivo intercalar com a cultura do milho**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 15 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de pesquisa, 7).
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 10, p. 1287-1293, out. 2001. DOI: 10.1590/S0100-204X2001001000011.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Produtividade de fitomassa de leguminosas para adubação verde, em solo de tabuleiro costeiro. **Revista Agrotrópica**, v. 11, n. 2, p. 89-96, 1999.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F.; CARVALHO FILHO, O. M. de. **Cultivo de alamedas de gliricídia (*Gliricidia sepium*) em solos de tabuleiros costeiros**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. 4 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular técnica 36).
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F.; CARVALHO FILHO, O. M. de. Matéria seca de *Gliricidia sepium* em função da altura e da frequência de corte para adubação verde em sistema de cultivo em alamedas em solos de tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14., 2002, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SBCS: UFMT-DSE, 2002. 1 CD-ROM.
- BARROS, I. de; PACHECO, E. P.; CARVALHO, H. W. L. de; CINTRA, F. L. D.; SILVA, J.M. L. da; DANTAS, E. do N.; SOARES, T. F. S. N. **Perdas de solo e água em sistemas de cultivo de milho no agreste sergipano**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 24 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 90).
- BARROS, I. de; PACHECO, E. P.; CINTRA, F. L. D.; CARVALHO, H. W. L. de; CRUZ, T. S. Perdas de solo e água em diferentes sistemas e cultivo de milho no Agreste sergipano - biênio 2011-2012. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciências do solo, 2013. 4 p.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 21, n. 1, p. 105-112, 1997.

BERTOL, I. **Comprimento crítico de declive para preparos conservacionistas de solo.** 1995. 185 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – 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 Ciências do Solo**, v. 21, n. 3, p. 409-418, jul./set. 1997. DOI: 10.1590/S0100-06831997000300009.

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

BORGES, G. de O. Sustentabilidade agrícola e sistema de plantio direto na palha. In: SEMINÁRIO SOBRE O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NA UFV, 1., 1998, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa, MG: Ed. da UFV, 1998. p. 7-17.

BURWELL, R. E.; ALLMARAS, R. R.; AMEMIYA, M. Afield measurement of total porosity and surface microrelief of soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 27, n. 6, p. 697-700, 1963. DOI: 10.2136/sssaj1963.03615995002700060037x.

CARVALHO, D. F. de; MONTEBELLER, C. A.; CRUZ, E. S. da; CEDDIA, M. B.; LANA, Â. 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, set./dez. 2002. DOI: 10.1590/S1415-43662002000300001.

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, n. 2, p. 251-257, 1990.

CARVALHO, H. W. L. de; PACHECO, C. A. P.; CARDOSO, M. J.; ROCHA, L. M. P. de; OLIVEIRA, I. R. de; TABOSA, J. N.; LIRA, M. A.; OLIVEIRA, E. A. S.; ALMEIDA, M. R. M. de; MACEDO, J. J. G. de; NASCIMENTO, M. M. A. do; SIMPLICIO, J. B.; COUTINHO, G. V.; BRITO, A. R. de M. B.; TAVARES, J. A.; TAVARES FILHO, J. J.; FEITOSA, L. F.; RODRIGUES, C. S.; SANTOS, M. L. dos. **Desempenho de híbridos simples no Nordeste brasileiro: safra 2008/2009.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 20 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 90).

CARVALHO FILHO, O. M. de; DRUMOND, M. A.; LANGUIDEY, P. H. **Gliricidia sepium:** leguminosa promissora para regiões semi-áridas. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1997. 16 p. (Embrapa-CPATSA. Circular técnica, 35).

CARVALHO FILHO, O. M. de; LANGUIDEY, P. H. Leucena versus farelo de coco como suplemento para vacas em lactação mantidas a pasto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 10, p. 1181-1187, out. 1988.

CINTRA, F. L. D. **Disponibilidade de água no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro.** 1997. 90 f. Tese (Doutorado Solos e Nutrição de

Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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

COGO, N. P.; MOLDENHAUER, W. C.; FOSTER, G. R. Soil loss reductions from conservation tillage practices. **Soil Science Society of America Journal**, v. 48, n. 2, p. 368-373, 1984. DOI: 10.2136/sssaj1984.03615995004800020029x.

COSTA, M. B. B. da (coord.). **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.

CRUZ, J. C. (ed.). **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1).

DISSMEYER, G. E.; FOSTER, G. R. Estimating the cover-management factor (C) in the universal soil loss equation for forest conditions. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 36, n. 4, p. 235-240, 1981.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO E IRRIGAÇÃO. Área sob plantio direto. **Evolução área sob plantio direto no Brasil**. Disponível em: <https://febrapdp.org.br/download/area-PD-Brasil-e-estados.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2017.

HARRIS, R. F.; CHESTERS, G.; ALLEN, O. N. Dynamic of soil aggregation. **Advances in Agronomy**, v. 18, p. 107-169, 1966. DOI: 10.1016/S0065-2113(08)60649-5.

HAYNES, J. L. **Uso agrícola dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil: um exame das pesquisas**. 2. ed. Recife: Sudene, 1970. 139 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 Ciências do Solo**, v. 26, n. 1, p. 225-230, jan./mar. 2002. DOI: 10.1590/S0100-06832002000100023.

HERNANI, L. C.; SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. C.; DEDECEK, R.; ALVES JÚNIOR, 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 Ciências do Solo**, v. 21, n. 4, p. 667-676, out./dez. 1997. DOI: 10.1590/S0100-06831997000400018.

IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: **ADUBAÇÃO verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 232-267.

JACOMINE, P. K. T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: **REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS**, 1996, Cruz das Almas. **Pesquisa & desenvolvimento para os Tabuleiros Costeiros: anais**. Aracaju: EMBRAPA-CPATC, 1996. p. 13-26.

JACOMINE, P. K. T.; RIBEIRO, M. R. Solos coesos dos tabuleiros costeiros: características, distribuição geográfica, gênese e manejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Informação, globalização, uso do solo**: anais. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Embrapa-CNPS, 1997. 1 CD- ROM.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. F.; FREITAS, F. C. L. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 553-560, out./dez. 2004. DOI: 10.1590/S0100-83582004000400009.

LINS, I. B. G. **Improvements of soil test interpretation of phosphorus and zinc**. 1987. 317 f. Dissertation (PhD) – Department of Soil Science, North Carolina State University, Raleigh.

MEHLICH, A. Mehlich-3 soil test extractant: a modification of the Mehlich 2 extractant. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 15, n. 12, p. 1409-1416, 1984. DOI: 10.1080/00103628409367568.

MIYASAKA, S. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas e suas características. In: ADUBAÇÃO verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 64-123.

OLIVEIRA, J. O. A. P.; VIDIGAL FILHO, P. S.; TORMENA, C. A.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; MUNIZ, A. S.; SAGRILO, E. Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 2, p. 443-450, abr./jun. 2001. DOI: 10.1590/S0100-06832001000200020.

PACHECO, E. P.; MARTINS, C. R.; BARROS, I. de. **Viabilidade econômica do sistema plantio direto consorciado com forrageiras, no Estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2013. 7 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 132).

RAIJ, B. van. Interações entre nutrientes e solos. In: RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1991. p. 17-31.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; SILVA, N. M. da. Extraction of phosphorus, potassium, calcium and magnesium from soils by ion-exchange resin procedure. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 17, n. 5, p. 547-566, 1986. DOI: 10.1080/00103628609367733.

RESCK, D. V. S. **Parâmetros conservacionistas dos solos sob vegetação de cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1981. 32 p. (Embrapa-CPAC. Circular técnica, 6).

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 300 p.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico aluminoso 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. DOI: 10.1590/S0100-06832000000200019.

SEIFFERT, N. F.; THIAGO, L. R. L. de S. **Legumineira: cultura forrageira para produção de proteína**. Campo Grande: Embrapa-CNPQC, 1983. 52 p. (Embrapa-CNPQC. Circular técnica, 13).

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. DOI: 10.1590/S0100-69162005000100016.

SILVA, F. B. R. e; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, A. B. da; ARAUJO FILHO, J. C. de; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA; Recife: EMBRAPA-CNPS, Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. 2 v. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 80).

SILVA, F. C. da (org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 1999. 370 p.

SILVA, L. F. da; MENDONÇA, J. R. **Comportamento da gliricídia (*G.sepium*) em solos de tabuleiro do Sul da Bahia**. Ilhéus: Centro de Pesquisa do Cacau, 1995. 15 p.

SILVA, V. P. R. da; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V. de; SOUZA, F. de A. S. de; SOUZA, I. F. de. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 131-138, fev. 2011. DOI: 10.1590/S1415-43662011000200004.

SILVEIRA, G. M. da. **O preparo do solo: implementos corretos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Globo, 1989. 243 p. (Coleção do agricultor. Mecanização).

SOBRAL, L. F. **Phosphorus availability as influenced by chemical and mineralogical properties of Sergipe State Soils, Brazil**. Texas: Texas A&M University, 1984. 61 p. Submitted to the graduate college of Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.

SOBRAL, L. F.; AQUINO, B. F. de; F. R. COX. Mehlich-3 phosphorus buffer coefficients. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 29, n. 11-14, p. 1751-1761, 1998. DOI: 10.1080/00103629809370065.

SOBRAL, L. F.; BARRETO, A. C.; ARAGÃO, W. M.; ALMEIDA S. A. **Caracterização da curva de resposta ao fósforo por gramíneas forrageiras**. Aracaju: Embrapa-UEPAE de Aracaju, 1981. 4 p. (Embrapa-UEPAE de Aracaju. Comunicado técnico,1).

SOBRAL, L. F.; RIBEIRO, J. V.; SOUZA, L. F. da S.; JESUS, A. F. de; SAMPAIO, J. de V. **Avaliação preliminar de fertilidade dos solos dos Tabuleiros Costeiros Sul do Estado de Sergipe**. Aracaju: SUDAP, 1974. 23 p.

SOUZA, L. F. da S.; REZENDE, J. de O.; JESUS, A. F. de. Avaliação sumária da fertilidade dos solos dos Tabuleiros de Neópolis-SE. In: SOLOS. Cruz das Almas: Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Leste, 1973. p. 69-85. (IPEAL. Boletim técnico, 20).

TESTA, V. M.; TEIXEIRA, L. A. J.; MIELNICZUK, J. Características químicas de um Podzólico Vermelho-Escuro afetadas por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 16, n. 1, p. 107-114, 1992.

TISDALL, J. M.; OADES, J. M. The management of rye grass to stabilize aggregates of a red-brown earth. **Australian Journal of Soil Research**, v. 18, n. 4, p. 415-422, 1980. DOI: 10.1071/SR9800415.

VEARASILP, T. Digestibility of rice straw rations supplemented with *Leucaena leucocephala* and *Gliricidia maculata*. **Thailand Journal of Agriculture Science**, v. 14, p. 259-264, 1981.

WILLEY, R. W. Intercropping - its importance and research needs. Part. 2. Agronomy and research approaches. **Field Crop Abstracts**, v. 32, n. 2, p. 73-85, Feb. 1979.

WILSON, G. F.; KANG, B. T. Developing stable and productive biological cropping systems for the humid tropics. In: STONEHOUSE, B. (ed.). **Biological husbandry: a scientific approach to organic farming**. London: Butterworths, 1981. p. 193-203. DOI: 10.1016/B978-0-408-10726-6.50022-X.

