

## **Manejo da adubação verde sobre atributos químicos e físicos de um Argissolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros**





ISSN 1678-1961

Dezembro, 2009

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

## ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 55***

### **Manejo da adubação verde sobre atributos químicos e físicos de um Argissolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros**

Antônio Carlos Barreto  
Marcelo Ferreira Fernandes

Aracaju, SE  
2009

Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?idpagina = artigos&artigo = 4523>

#### **Embrapa Tabuleiros Costeiros**

Av. Beira Mar, 3250, Aracaju, SE, CEP 49025-040

Caixa Postal 44

Fone: (79) 4009-1344

Fax: (79) 4009-1399

[www.cpatc.embrapa.br](http://www.cpatc.embrapa.br)

[sac@cpatc.embrapa.br](mailto:sac@cpatc.embrapa.br)

#### **Comitê Local de Publicações**

Presidente: Ronaldo Souza Resende

Secretária-Executiva: Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues

Membros: Semíramis Rabelo Ramalho Ramos, Julio Roberto Araujo de Amorim, Ana da Silva Lédo, Flávia Karine Nunes Pithan, Ana Veruska Cruz da Silva Muniz, Hymerson Costa Azevedo.

Supervisora editorial: Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues

Revisão Bibliográfica: Josete Cunha Melo

Tratamento de ilustrações: Bryene Santana de Souza Lima

Editoração eletrônica: Bryene Santana de Souza Lima

Foto superior da capa: Milho x guandu na época de milho verde/Antônio Carlos Barreto

Foto inferior da capa: Milho x guandu na época de milho grão/Antônio Carlos Barreto

**1ª edição**

#### **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

---

Barreto, Antônio Carlos

Manejo da adubação verde sobre atributos químicos e físicos de um agrissolo amarelo dos tabuleiros costeiros / Antônio Carlos Barreto e Marcelo Ferreira Fernandes. – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009.

15 p. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1953; 55).

Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?idpagina = artigos&artigo = 4523>

1. Adubo verde. 2. Solo. 3. Agrissolo. 4. Consórcio de planta. 5. Milho. 6. Leguminosa. I. Título. II. Série.

CDD 631.874

---

©Embrapa 2009

# Sumário

Resumo.....	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultado e Discussão.....	9
Conclusões.....	15
Referências.....	15

# Manejo da adubação verde sobre atributos químicos e físicos de um Argissolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros

---

*Antônio Carlos Barreto<sup>1</sup>*

*Marcelo Ferreira Fernandes<sup>1</sup>*

## Resumo

No período de 1999 a 2001, avaliou-se o efeito de práticas de manejo da adubação verde sobre atributos químicos e físicos de um Argissolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros, no Município de Umbaúba, SE. No delineamento em blocos casualizados, e esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições, implantou-se nas parcelas quatro sistemas de cultivo (feijão-de-porco x milho, guandu comum x milho, *Crotalaria oroleuca* x milho e vegetação espontânea), nas subparcelas, duas épocas de manejo da biomassa (época de milho verde e época de milho grão) e nas subsubparcelas, duas formas de manejo da biomassa (roçagem e gradagem). Em amostragem de solo realizada no início do ano de 2002 verificou-se que: grandes quantidades de biomassa não são convertidas, necessariamente, em acúmulo de matéria orgânica no solo, o que provavelmente, no caso desse estudo, esteja associado ao uso do método convencional de preparo; o cultivo do milho em consórcio com leguminosas anuais de porte ereto na adubação verde é vantajosa, do ponto de vista técnico e econômico, para regiões com regime climático que oscila entre período seco e período chuvoso.

Termos para indexação: plantas de cobertura, consorciação de culturas, leguminosas, milho.

---

<sup>1</sup>Pesquisadores da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, C.P. 44, Jardins, Aracaju, SE. CEP: 49025-040. E-mail: barreto@cpatc.embrapa.br; marcelo@cpatc.embrapa.br.

## Green manure management on the chemical and physical attributes of an Yellow Argissol of the Coastal Tablelands

---

### Abstract

*From 1999 to 2001, the effects of green manure management methods on chemical and physical attributes of a Yellow Argissol of the Coastal Tablelands were evaluated, at Umbauba, Sergipe State, Brazil. The experiment was laid out in a randomized complete block design, in subsubplots, with 4 replicates. Four cropping systems (feijão-de-porco x milho, guandu comum x milho, Crotalaria ochroleuca x milho e vegetação espontânea) were compared among the main plots; two times of biomass management (sweet corn and grain corn), among the subplots; and two methods of biomass placement (mowing and disking), in the subsubplots. Soil samples were taken in 2002. The plant biomass added did not lead to increases in soil organic matter, probably due to the tillage operations used. Intercropping between corn and green manure legumes is technically and economically efficient for regions with well defined dry and rainy seasons.*

*Index terms: cover crop, intercropping, legumes, maize.*

## Introdução

Na ecorregião dos Tabuleiros Costeiros predominam solos de baixa fertilidade, com características físicas desfavoráveis à retenção de água e nutrientes, o que está relacionado com baixos teores de matéria orgânica (MO) e deficiente agregação. O manejo da MO é essencial nestas circunstâncias já que ela é a principal reserva de nitrogênio (N) e a responsável por grande parte da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo (RAIJ, 1969; PAVAN et al, 1985).

Portanto, a elevação do teor de carbono em solos esgotados permite a elevação da CTC, favorecendo a retenção de cátions e consequente redução da sua lixiviação, como também o aumento na reserva de N e a melhoria da estrutura do solo (Igue, 1984). A utilização da prática da adubação verde tem sido vista como uma das alternativas capazes de, pelo menos a médio e longo prazo, promover estas melhorias.

No entanto, nas regiões tropicais de uma maneira geral, é muito alta a taxa de decomposição de materiais orgânicos adicionados aos solos, e o tempo de residência desses materiais é relativamente pequeno, o que limita os efeitos esperados, de práticas como a adubação verde na melhoria de suas características físicas, químicas e biológicas (Igue, 1984).

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 pela atividade microbiana. No entanto, a qualidade do material adicionado também é importante. Neste sentido, a utilização conjunta de gramíneas e leguminosas na adubação verde é vantajosa por associar uma alta capacidade de estruturação do solo em resposta ao crescimento abundante e constante renovação do sistema radicular das gramíneas à habilidade das leguminosas em fixar N. Também devido à relação carbono/nitrogênio (C/N) elevada, as raízes das gramíneas são decompostas mais lentamente e, portanto, atuam como agentes estabilizadores importantes dos macroagregados (TISDALL; OADES, 1980).

Para as condições climáticas da ecorregião dos Tabuleiros Costeiros, onde se alternam durante o ano um período chuvoso e um período seco bem definido, a melhor alternativa para a combinação de leguminosas com gramíneas na adubação verde é por meio da consorciação, que apresenta também como vantagem a exploração mais eficiente de recursos como luz, água e nutrientes (FUKAI; TRENATH, 1993).

O milho é uma gramínea que tem a produção pouco afetada pelo cultivo intercalar de algumas leguminosas quando plantadas simultaneamente (HEINRICH, 2002) e, pelo seu valor nutricional e econômico, sua inclusão no sistema pode tornar a prática da adubação verde mais atrativa ao agricultor.

O teor de carbono no solo está positiva e linearmente relacionado às quantidades de resíduos orgânicos incorporados a ele. Entretanto, além da quantidade, a qualidade dos resíduos pode determinar o efeito da adição destes sobre o teor de MO dos solos. A degradação de materiais com menor teor de lignina e baixa relação C/N ocorre rapidamente no solo, resultando em elevada mineralização do N e diminuindo, assim, o N imobilizado pela microbiota (FRANKEMBERGER; ABDELMAGID, 1985; VIGIL; KISSEL, 1991). Por outro lado, biomassas com relação C/N mais elevada possuem maior efeito agregador devido à decomposição mais lenta e à formação de compostos orgânicos intermediários que contribuirão para o aumento do teor de MO no solo (MUZILLI, 1996).

A relação C/N e o teor de lignina da cobertura vegetal variam de acordo com a espécie de adubo verde utilizada e com a época de corte e adição dos resíduos vegetais ao solo, observando-se relação direta entre ambas as características e a idade da planta. A forma de manejo da biomassa também afeta a taxa de decomposição. O material, quando incorporado ao solo, sofre decomposição mais rápida do que quando deixado na superfície, pois o processo de incorporação aumenta bastante a superfície de contato do adubo verde com a microbiota do solo (DE-POLLI; CHADA, 1989). Deixado na superfície o material seria decomposto mais lentamente, protegendo o solo por mais tempo e promovendo melhorias na sua estrutura, como tem se verificado no sistema de plantio direto.

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do uso do consórcio de três leguminosas anuais de porte ereto (feijão-de-porco, guandu comum e *Crotalaria ochroleuca*) com milho e o manejo da biomassa em duas épocas (época de milho verde e época de milho grão) e de duas formas (gradagem e roçagem) na prática da adubação verde.

## Material e Métodos

Durante os anos de 1999 a 2001, foi conduzido no Campo Experimental de Umbaúba, no Estado de Sergipe, um experimento em um Argissolo Amarelo, típico da ecorregião dos Tabuleiros Costeiros, originalmente apresentando os seguintes parâmetros químicos: MO, 20,8 g kg<sup>-1</sup>; pH em água (1:2,5), 5,05; Ca + Mg, 1,63 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al, 0,15 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P<sub>Mel-1</sub>, 6,63 mg dm<sup>-3</sup> e K, 39 mg dm<sup>-3</sup>. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, no esquema de parcela subdividida 4x2x2, com quatro repetições, em que, nas parcelas, foram avaliados três sistemas de cultivo (feijão-de-porco x milho, guandu comum x milho, *Crotalaria ochroleuca* x milho) além da vegetação espontânea, como testemunha absoluta; nas subparcelas foram comparadas duas épocas de manejo da biomassa (no período de milho verde e no período de milho grão) e, nas subsubparcelas, duas formas de manejo da biomassa (incorporada com grade ou roçada e deixada na superfície). As parcelas tinham a dimensão de 40 x 12 m, as subparcelas 20 x 12 m e as subsubparcelas 10 x 12 m.

No início de cada ano, o preparo da área foi feito de forma convencional por meio de uma aração e duas gradagens. O milho foi plantado no espaçamento de 1,00 m, entre fileiras, e 0,40 m, entre covas, colocando-se três sementes por cova e deixando-se duas plantas após o desbaste.

As leguminosas foram plantadas entre as fileiras de milho com densidades de 7 a 8 sementes de feijão-de-porco, 10 a 12 sementes de guandu comum e 15 a 16 sementes de *Crotalaria ochroleuca* por metro linear, sem realização de desbaste. As culturas foram adubadas anualmente com 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples, e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio. A adubação com nitrogênio foi realizada apenas para a cultura do milho, utilizando-se a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup>, na forma de sulfato de amônio, aplicando-se um terço dessa quantidade no sulco de plantio, juntamente com o fósforo e o potássio, e dois terços em cobertura, cerca de 30 dias após o plantio.

Os tratamentos foram avaliados quanto à produção de biomassa seca da parte aérea das plantas, cortadas rente ao solo, mediante coleta de quatro subamostras de 1,00 m<sup>2</sup> em cada subsubparcela, na época de milho verde e na época de milho grão. Estas subamostras tiveram seus pesos avaliados separadamente, mas as médias destes é que foram submetidas à análise estatística. Para cada consórcio o milho e as leguminosas foram medidos separadamente, permitindo-se não só avaliar a produção total de biomassa dos tratamentos, como também perceber a relação de competição entre as culturas no sistema de consórcio nas diferentes épocas. O material vegetal foi pesado no campo, e uma amostra menor, mas representativa de todas as partes das plantas, foi separada para secagem em estufa com circulação forçada de ar a cerca de 60 °C, para posterior determinação do teor de matéria seca e macronutrientes.

Em área de 18 m<sup>2</sup>, na parte central de cada subsubparcela, foram feitas avaliações do número de espigas comercializáveis na época de milho verde e da produção de grãos de milho na época de milho grão. Os dados de biomassa seca acumulada nos três anos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. No início do ano de 2002, foram coletadas por subsubparcela, nas profundidades de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm, amostras deformadas de solo para avaliação de MO, CTC e diâmetro médio ponderado de agregados (DMP) e amostras indeformadas, utilizando-se anéis volumétricos, para avaliação da densidade do solo (Ds) e macroporosidade (MaP). Esses dados também foram submetidos ao mesmo procedimento estatístico utilizado para biomassa.

## Resultados e Discussão

### Biomassa seca, nutrientes absorvidos e produção de milho

A vegetação espontânea produziu, em média,  $4,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de biomassa seca (Tabela 1) que pode ser incorporada ao solo como adubo verde. Essa vegetação apresenta, em geral, diversidade de espécies, com grande adaptação ao meio (Favero, 1998), se bem que, no caso desse estudo houve uma grande predominância de *Brachiaria* sp. Vale destacar os altos teores de macronutrientes observados na sua parte aérea (Tabela 2), o que possibilita uma razoável reciclagem de nutrientes. Mas, com o uso dos sistemas de consórcio de milho com leguminosas, é possível a incorporação ao solo de praticamente o dobro da quantidade de biomassa seca, inclusive com maiores teores de nitrogênio, proveniente da fixação biológica promovida pelas leguminosas. Não houve diferença significativa na produção de biomassa seca, entre as espécies de leguminosas consorciadas com o milho (Tabela 1).

Quanto à época de manejo da biomassa, tomando-se como exemplo o ano de 1999, observa-se na Figura 1A que, se realizada na época de milho verde, ela é composta em média por 80% de milho e 20% de leguminosa. O milho se encontra no período de maior acúmulo de biomassa e a leguminosa no período inicial de crescimento. Já no período de milho grão (Figura 1B) esta espécie se encontra em senescência, já tendo perdido grande parte das folhas, enquanto as leguminosas estão atingindo o máximo de produção, e a composição da biomassa se inverte, sendo em média 20% de milho e 80% de leguminosa. Portanto, percebe-se, na Tabela 1, que a produção de biomassa na época de milho grão é superior à produção na época de milho verde, com um excedente de  $1,3 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Embora a diferença entre as duas épocas seja pequena, deve-se levar em conta que a opção de manejo da biomassa na época de milho grão permite o desenvolvimento pleno das leguminosas, com maior produção e, principalmente, a fixação de maiores quantidades de nitrogênio. Além do mais, nessa época do ano, o teor de umidade no solo tende a diminuir com a proximidade do período seco, o que favorece a preservação do material vegetal sobre o solo por mais tempo.

Mas, no caso do consórcio do guandu com o milho, a produção de biomassa na época de milho grão foi bem maior que na época de milho verde, resultado do efeito da interação entre sistemas e épocas (Tabela 1; Figuras 1A e 1B). Esse fato está associado ao desenvolvimento mais lento do guandu na fase inicial de crescimento e ao seu ciclo mais longo, resultando numa maior complementaridade temporal do consórcio entre essas espécies, ou seja, a superposição das épocas de maior exploração dos recursos é menor (FUKAI; TRENBATH, 1993).

**Tabela 1.** Valores médios de biomassa seca da parte aérea ( $t\ ha^{-1}$ ) adicionada ao solo durante os anos de 1999 a 2001 em função dos sistemas de cultivo, das épocas e formas de manejo da biomassa e das interações entre estes fatores no período de 1999 a 2001.

<i>Sistemas de cultivo, épocas e formas de manejo da biomassa e interações</i>		<i>Biomassa adicionada ao solo – t ha<sup>-1</sup> (1999 a 2001)</i>
<b>Sistemas de cultivo</b>		
	VE	12,13 a
	M x FP	22,77 b
	M x GC	25,42 b
	M x CO	23,37 b
<b>Épocas de manejo</b>		
	MV	19,12 a
	MG	22,72 b
<b>Formas de manejo</b>		
	G	20,38 a
	R	21,46 a
<b>Sistemas x Épocas de manejo</b>		
M x CO	MV	23,42 a
	MG	23,31 a
M x FP	MV	21,97 a
	MG	23,58 a
M x GC	MV	22,31 a
	MG	28,53 b
VE	MV	8,79 a
	MG	15,48 b
<b>Sistemas x Formas de manejo</b>		
M x CO	G	22,85 a
	R	23,89 a
M x FP	G	22,61 a
	R	22,94 a
M x GC	G	24,73 a
	R	26,10 a
VE	G	11,34 a
	R	12,93 a
<b>Épocas x Formas de manejo</b>		
MV	G	17,71 a
	R	20,54 b
MG	G	23,05 a
	R	22,39 a

M – milho; FP – feijão-de-porco; GC – guandu comum; CO – *Crotalaria ocreoleuca*; VE – vegetação espontânea; MV – milho verde; MG – milho grão; G – gradagem; R - roçagem<sup>(1)</sup> Para cada fator principal ou interação, valores seguidos da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

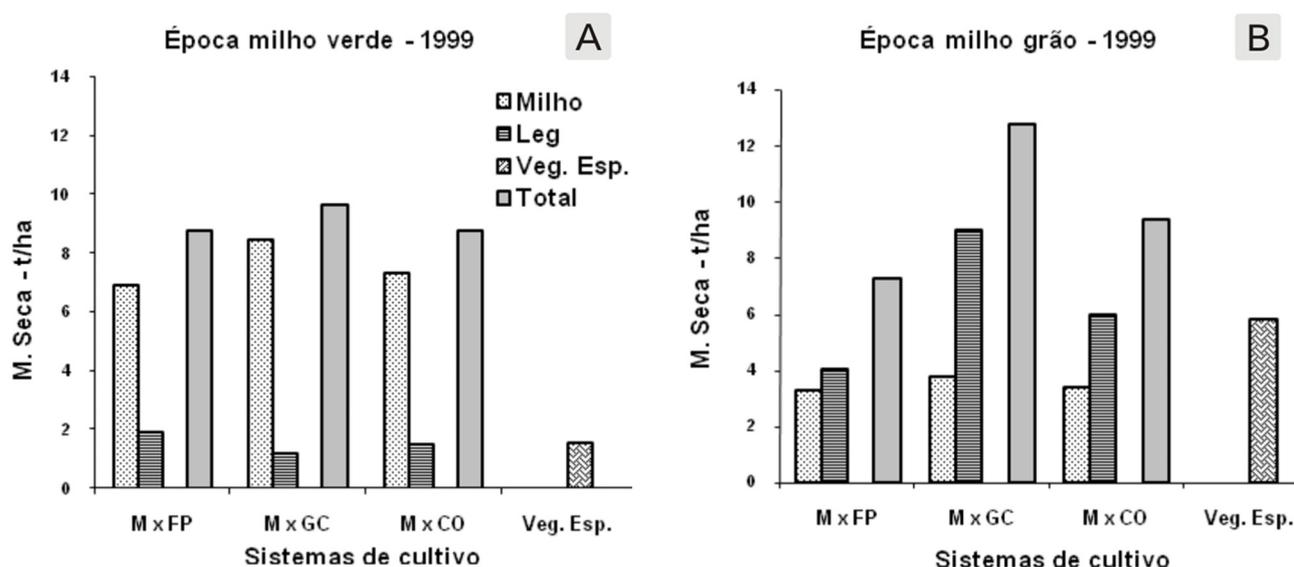


Figura 1. Produção de biomassa seca da parte aérea de milho, leguminosa, total (milho + leguminosa) nos três sistemas de cultivo e, da vegetação espontânea, nas épocas de milho verde (A) e milho grão (B), no ano de 1999.

Verifica-se, pela interação entre épocas e formas de manejo (Tabela 1), que houve aumento significativo da produção de biomassa sob o efeito da roçagem, em relação à gradagem, apenas na época de milho verde. Como, nessa época, a relação C/N da biomassa, em média é menor, o que favorece a sua decomposição, a roçagem por não incorporar a biomassa vegetal ao solo pode ter contribuído para retardar esse processo em relação à gradagem enquanto, na época de milho grão, a biomassa com uma relação C/N maior seria menos sensível ao benefício proporcionado pela roçagem.

Por esses resultados, constata-se que o cultivo do milho em consórcio com leguminosas anuais de porte ereto, para uso na adubação verde, possibilita uma expressiva produção de biomassa, bem como representa um importante papel na melhoria da qualidade dessa biomassa a ser adicionada ao solo. Ao se aliar a riqueza das leguminosas em nitrogênio (Tabela 2) com a característica das gramíneas em apresentar maior relação C/N, principalmente nas raízes, confere-se ao material incorporado uma menor taxa de decomposição, que favorece a agregação e o aumento do teor de matéria orgânica no solo (MUZILLI, 1996). Segundo Argenton et al. (2005), o uso do milho com culturas intercalares foi adequado para melhorar a qualidade física de um Latossolo Vermelho argiloso, especialmente pelo maior aporte de resíduos de cultura.

Além do mais, outro benefício em relação ao uso do milho, é o seu valor comercial e/ou como alimento, que pode atuar como um importante estímulo à adoção da prática da adubação verde pelos agricultores. Pelos dados apresentados na Tabela 2, referentes à produção de milho no ano de 1999, verifica-se que, com a colheita na época de milho verde, obteve-se em média, aproximadamente 16 mil espigas comercializáveis por hectare e, quando colhido na época de milho grão, em torno de 2,2 t ha<sup>-1</sup> de grãos. Vale ressaltar que o fato de se colher o milho verde não implica que o manejo da biomassa tenha de ser feito nessa época.

**Tabela 2.** Produção de milho nas duas épocas de manejo da biomassa, em função dos sistemas de cultivo, e extração de macronutrientes no ano de 1999.

Sistemas de cultivo	Ano - 1999				Macronutrientes					
	Produção de milho nas épocas de manejo da biomassa			Prod. de grãos (t ha <sup>-1</sup> )	%N		%P		%K	
	Milho verde	Milho verde	Milho grão		M	L	M	L	M	L
M x FP	NEC <sup>(1)</sup> (mil ha <sup>-1</sup> )	IEC <sup>(2)</sup> Esp/Pl	CE <sup>(3)</sup> (cm)	2,32	0,72	3,25	0,21	0,23	1,21	1,93
M x GC	14,0	0,44	14,0	2,17	0,74	2,82	0,16	0,25	1,09	1,45
M x CO	16,1	0,47	15,5	2,27	0,69	2,39	0,16	0,22	1,13	1,78
VE	-	-	-	-	1,38		0,26		1,81	

<sup>(1)</sup> NEC – número de espigas comercializáveis; <sup>(2)</sup> IEC – índice de espigas comercializáveis (Esp/Pl) espiga por planta; <sup>(3)</sup> CE – comprimento de espiga; FP – feijão-de-porco; GC – guandu comum; CO – *Crotalaria oroleuca*.

### Atributos químicos e físicos do solo

Os atributos químicos (MO e CTC) e físicos (Ds, MaP e DMP) do solo, avaliados em amostragem realizada na profundidade de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, no início do ano de 2002, portanto após três anos de condução do experimento, não sofreram alteração significativa em função dos sistemas de cultivo, ao se considerar esse efeito independentemente da época e forma de manejo da biomassa. Isso é um indicativo de que a incorporação ao solo das expressivas quantidades de biomassa, produzidas pelos consórcios de milho e leguminosas, em comparação com a vegetação espontânea, não se converteu em melhoria dos citados atributos. Uma causa provável para esses resultados é o uso do método convencional de preparo do solo para plantio, com uma aração e duas gradagens, realizado no início de cada ano, que favorece o processo de decomposição da MO e pode ter suprimido o efeito positivo das maiores quantidades de resíduos adicionadas. Algumas pesquisas têm mostrado que, para a recuperação dos teores de MO, em sistemas de produção intensivos, deve-se utilizar espécies que produzam grandes quantidades de resíduos, mas, aliado à redução do revolvimento do solo (TESTA et al., 1992; BAYER; MIELNICZUK, 1999; ALBUQUERQUE, 2005).

Nos sistemas de cultivo com vegetação espontânea e com milho x feijão-de-porco, o manejo da biomassa na época de milho grão em relação à época de milho verde, na profundidade de 0 a 10 cm, proporcionou menor Ds, enquanto o DMP, apesar de não significativo, foi expressivamente maior, o que indica melhoria na agregação do solo (Tabela 3). No entanto, esse resultado não esteve associado a um aumento significativo no acúmulo de MO, o que seria esperado (MIENLNICZUK, 1999; CONCEIÇÃO et al., 2005). Também não houve diferenças significativas na CTC e na MaP. A vegetação espontânea foi composta predominantemente por *Brachiaria* sp., que apresenta sistema radicular superficial e abundante, o que pode ter contribuído para esse efeito na Ds, enquanto o feijão-de-porco, dentre as leguminosas estudadas, é a que apresenta menor relação caule/folha (Barreto & Fernandes, 1999), maior teor de nitrogênio na parte aérea (Tabela 2), menor relação C/N e, portanto, maior taxa de decomposição, condições que favorecem a formação de húmus e a agregação. Já na profundidade de 10 a 20 cm, foi apenas no sistema de cultivo de milho x *Crotalaria oroleuca* que ocorreu efeito significativo na diminuição da Ds e no aumento da MaP, quando o manejo da biomassa foi realizado na época de milho grão em relação à época de milho verde, o que também não esteve associado a um maior acúmulo de MO. É provável que esse resultado esteja mais relacionado com o comportamento do sistema radicular, já que não há diferença na produção de biomassa seca da parte aérea, entre os sistemas de consórcio (Tabela 1).

**Tabela 3.** Atributos químicos (MO e CTC) e físicos (Ds, MaP e DMP) do solo, nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, em função dos sistemas de cultivo e épocas de manejo da biomassa.

Épocas de manejo	MO g kg <sup>-1</sup>		CTC cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>		Ds Mg m <sup>-3</sup>		MaP m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>		DMP mm	
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
<b>Profundidade – cm</b>										
<b>Vegetação espontânea</b>										
M. verde	30,0a <sup>1</sup>	24,1a	5,13a	4,84a	1,57a	1,61a	0,24a	0,21a	1,24a	0,98a
M. grão	27,1a	27,5a	5,19a	5,13a	1,49b	1,61a	0,25a	0,24a	1,33a	1,05a
<b>Milho x <i>Crotalaria ocreoleuca</i></b>										
M. verde	31,5a	26,0a	5,97a	5,30a	1,56a	1,67a	0,24a	0,19a	1,27a	0,95a
M. grão	29,1a	26,3a	5,43a	5,36a	1,56a	1,57b	0,25a	0,25b	1,03a	0,98a
<b>Milho x feijão-de-porco</b>										
M. verde	23,9a	21,4a	5,22a	5,17a	1,59a	1,58a	0,25a	0,20a	1,05a	0,92a
M. grão	26,1a	22,8a	5,44a	5,04a	1,49b	1,62a	0,26a	0,20a	1,22a	0,80a
<b>Milho x guandu comum</b>										
M. verde	26,4a	26,6a	5,27a	5,48a	1,54a	1,64 a	0,23a	0,19a	1,14a	0,93a
M. grão	27,1a	27,6a	5,69a	5,42a	1,49a	1,59 a	0,23a	0,20a	1,18a	0,87a
<b>Média</b>	<b>27,7</b>	<b>25,3</b>	<b>5,42</b>	<b>5,22</b>	<b>1,54</b>	<b>1,61</b>	<b>0,24</b>	<b>0,21</b>	<b>1,18</b>	<b>0,93</b>
<b>CV</b>	<b>22,32</b>	<b>23,32</b>	<b>9,49</b>	<b>12,21</b>	<b>3,55</b>	<b>4,65</b>	<b>13,12</b>	<b>11,58</b>	<b>29,48</b>	<b>31,18</b>
<b>DMS</b>	<b>6,7</b>	<b>6,4</b>	<b>0,56</b>	<b>0,69</b>	<b>0,07</b>	<b>0,10</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>0,46</b>	<b>0,39</b>

<sup>1</sup> Valores seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esse indício de melhoria de alguns atributos do solo, quando o manejo é realizado na época de milho grão em relação à época de milho verde, pode ter relação com a maior quantidade de biomassa aérea (Tabela 1) e, naturalmente, também de raízes nesta época, em razão do estágio mais avançado de desenvolvimento das plantas, principalmente as leguminosas que apresentam ciclo mais longo.

Ao se analisar a variação dos atributos químicos e físicos nos quatro sistemas de cultivo, em função da forma de manejo da biomassa, se com roçagem ou com gradagem (Tabela 4), percebe-se que, com a vegetação espontânea, o uso da roçagem promoveu aumento significativo do DMP na profundidade de 0 a 10 cm, insuficiente, no entanto, para afetar a Ds e a MaP. Além do mais, o acúmulo de MO não sofreu variação significativa entre as duas formas de manejo.

No sistema de cultivo de milho x feijão-de-porco, houve um acúmulo significativo de MO com o uso da roçagem, mas que não se refletiu nos demais parâmetros. Esse maior acúmulo de MO pode ser resultado da combinação das características do feijão-de-porco, anteriormente, ressaltadas, com o menor impacto da prática da roçagem sobre a taxa de decomposição da biomassa deixada na superfície do solo (De-Polli & Chada, 1989). Sob o efeito da roçagem, a Ds foi significativamente menor na profundidade de 10 a 20 cm, nos sistemas de milho x *Crotalaria ocreoleuca* e de milho x guandu comum. No entanto, os outros parâmetros não se mostraram sensíveis ao efeito das diferentes formas de manejo. Esse resultado também pode estar relacionado ao comportamento do sistema radicular dessas espécies de leguminosas.

Os autores do presente trabalho verificaram que dentre onze espécies de leguminosas cultivadas em solo de tabuleiro costeiro, o guandu comum e a *Crotalaria ocreoleuca* foram as que apresentaram maior produção de biomassa seca de raízes, na profundidade até 20 cm, com estimativa de 0,9 e 0,7 t ha<sup>-1</sup> respectivamente (dados não publicados).

**Tabela 4.** Atributos químicos (MO e CTC) e físicos (Ds, MaP e DMP) do solo, nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm, em função dos sistemas de cultivo e formas de manejo da biomassa.

Épocas de manejo	MO g kg <sup>-1</sup>		CTC cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>		Ds Mg m <sup>-3</sup>		MaP m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>		DMP m m	
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10 - 20	0-10	10-20
<b>Profundidade – cm</b>										
<b>Vegetação espontânea</b>										
Roçagem	27,5a	23,0a	5,10a	4,99a	1,52a	1,58a	0,25a	0,22a	1,47a	1,02a
Gradagem	29,6a	28,6a	5,22a	4,98a	1,54a	1,64a	0,25a	0,23a	1,09b	1,01a
<b>Milho x <i>Crotalaria ocreoleuca</i></b>										
Roçagem	30,8a	27,0a	5,54a	5,44a	1,57a	1,57a	0,23a	0,23a	1,16a	0,98a
Gradagem	29,9a	25,3a	5,86a	5,23a	1,55a	1,66b	0,25a	0,21a	1,15a	0,95a
<b>Milho x feijão-de-porco</b>										
Roçagem	28,3a	23,6a	5,29a	5,20a	1,55a	1,61a	0,26a	0,21a	1,19a	0,80a
Gradagem	21,6b	20,5a	5,37a	5,02a	1,53a	1,59a	0,25a	0,19a	1,07a	0,92a
<b>Milho x guandu comum</b>										
Roçagem	29,0a	27,3a	5,55a	5,61a	1,48a	1,56a	0,24a	0,18a	1,27a	0,99a
Gradagem	24,5a	27,0a	5,41a	5,28a	1,55a	1,66b	0,22a	0,21a	1,05a	0,81a
<b>Média</b>	<b>27,7</b>	<b>25,3</b>	<b>5,42</b>	<b>5,22</b>	<b>1,54</b>	<b>1,61</b>	<b>0,24</b>	<b>0,21</b>	<b>1,18</b>	<b>0,93</b>
<b>CV</b>	<b>18,21</b>	<b>16,36</b>	<b>7,52</b>	<b>9,84</b>	<b>5,49</b>	<b>4,07</b>	<b>14,35</b>	<b>18,34</b>	<b>24,68</b>	<b>29,20</b>
<b>DMS</b>	<b>5,2</b>	<b>4,3</b>	<b>0,42</b>	<b>0,53</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,36</b>	<b>0,33</b>

<sup>1</sup> Valores seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao se comparar o efeito das formas de manejo em relação às épocas de manejo da biomassa na Tabela 5, verifica-se que, na época de milho verde, o uso da roçagem promoveu um acúmulo significativo de MO em relação à gradagem, na profundidade de 0 a 10 cm, que resultou em menor Ds, e maior DMP. Essa associação do acúmulo de MO e melhoria de atributos do solo tem sido observada em outros estudos (LIMA et al., 2003; SILVA, et al., 2006). Por outro lado, na época de milho grão, não houve diferença de comportamento entre as duas formas de manejo da biomassa. Verifica-se, portanto, que o uso da prática da roçagem como forma de preservar por mais tempo os resíduos adicionados ao solo só se torna benéfico na época de milho verde, quando a disponibilidade de umidade no solo e as características da biomassa são favoráveis à sua decomposição. Na época de milho grão, com menor umidade no solo e biomassa mais seca, condições que não favorecem a decomposição, o uso da roçagem tem pouco efeito, o que se depreende, que nessa época se torna indiferente realizar o manejo da biomassa com gradagem ou roçagem.

**Tabela 5.** Atributos químicos (MO e CTC) e físicos (Ds, MaP e DMP) do solo, nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm em função das épocas e formas de manejo da biomassa.

Formas de manejo	MO g kg <sup>-1</sup>		CTC cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>		Ds Mg m <sup>-3</sup>		MaP m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>		DMP mm	
	Profundidade – cm									
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
Época de milho verde										
Roçagem	30,0a <sup>1</sup>	24,3a	5,35a	5,26a	1,54a	1,59a	0,24a	0,20a	1,32a	0,98a
Gradagem	25,9b	24,8a	5,44a	5,14a	1,59a	1,67b	0,24a	0,19a	1,03b	0,90a
Época de milho grão										
Roçagem	27,8a	26,1a	5,38a	5,36a	1,52a	1,57a	0,25a	0,22a	1,23a	0,91a
Gradagem	26,9a	25,9a	5,49a	5,11a	1,50a	1,61a	0,25a	0,23a	1,15a	0,94a
<b>Média</b>	<b>27,7</b>	<b>25,3</b>	<b>5,42</b>	<b>5,22</b>	<b>1,54</b>	<b>1,61</b>	<b>0,24</b>	<b>0,21</b>	<b>1,18</b>	<b>0,93</b>
<b>CV</b>	<b>18,21</b>	<b>16,36</b>	<b>7,52</b>	<b>9,84</b>	<b>5,49</b>	<b>4,07</b>	<b>14,35</b>	<b>18,34</b>	<b>24,68</b>	<b>29,20</b>
<b>DMS</b>	<b>3,7</b>	<b>3,02</b>	<b>0,30</b>	<b>0,37</b>	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,25</b>	<b>0,24</b>

<sup>1</sup> Valores seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Conclusões

1 – Nas condições em que o estudo foi realizado, grandes quantidades de biomassa não são convertidas, necessariamente, em acúmulo de matéria orgânica no solo, o que provavelmente esteja associado ao uso do método convencional de preparo.

2 – O cultivo do milho em consórcio com leguminosas anuais de porte ereto na adubação verde é vantajosa do ponto de vista técnico e econômico, para regiões com regime climático que oscila entre período seco e período chuvoso.

## Referências

ALBUQUERQUE, J. A. et al. Relação de atributos do solo com a agregação de um latossolo vermelho sob sistemas de preparo e plantas de verão para a cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 415-424, 2005.

ARGENTON, J. et al. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de latossolo vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 425-435, 2005.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Produtividade de fitomassa de leguminosas para adubação verde, em solo de tabuleiro costeiro. **Agrotropica**, Ilhéus, v. 11, p. 89-96, 1999.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: Santos, G.A. & Camargo, F.A.O. (eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre: UFRGS/FA, 1999. cap. 2, p. 9-26.

- CONCEIÇÃO, P. C. et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 777-788, 2005.
- DE POLLI, H.; CHADA, S. S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, p. 287-293, 1989.
- FAVERO, C. **Potencial de plantas espontâneas e de leguminosas para adubação verde**. 1998. 84 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- FRANKENBERGER, W. T.; ABDELMAGID, H. M. Kinetic parameters of nitrogen mineralization rates of leguminous crops incorporated into soil. **Plant and Soil**, Hague, v. 87, p. 257-271, 1985.
- FUKAI, S.; TRENBATH, B. R. Processes determining intercrop productivity and yields of components crops. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 34, p. 247-271, 1993.
- HEINRICHS, R. et al. Produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 225-230, 2002.
- IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ADUBAÇÃO VERDE, 1., 1983, Rio de Janeiro. **Adubação verde no Brasil: trabalhos apresentados**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. 363 p. 232-267.
- LIMA, C. L. R. et al. Estabilidade de agregados de um planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 199-205, 2003.
- MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: Santos, G. A.; Camargo, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre: UFRGS/FA, 1999, cap. 1, p. 1-8, 1999.
- MUZILLI, O. A fertilidade do solo no contexto da agricultura sustentável. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 12., Águas de Lindóia. **Anais ... Águas de Lindóia: CFSNMP**, 1996. 1 CD-ROM.
- PAVAN, M. A.; BINGHAM, F. T.; PRATT, P. F. Chemical and mineralogical characteristics of selected acid soils of the state of Paraná, Brazil. **Turrialba**, Costa Rica, v. 35, p. 131-139, 1985.
- RAIJ, B. van. A capacidade de troca de cátions das frações orgânica e mineral dos solos. **Bragantia**, Campinas, v. 28, n. 8, p. 85-112, 1969.
- SILVA, M. A. S. et al. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um argissolo vermelho sob distintos sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 329-337, 2006.
- TESTA, V. M.; TEIXEIRA, L. A. J.; MIELNICZUK, J. Características químicas de um podzólico vermelho-escuro afetadas por sistemas de cultivo, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p. 107-114, 1992.
- TISDALL, J. M.; OADES, J. M. The management of ryegrass to stabilize aggregates of a red-brown earth. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, v. 18, p. 415-422, 1980.
- VIGIL, M. F.; KISSEL, D. E. Equations for estimating the amount of nitrogen mineralized from crop residues. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 55, p. 757-761, 1991.



---

*Tabuleiros Costeiros*