

## Produtividade de Massas Radicular e Aérea de Diferentes Coberturas Verdes em Plantio de Erva-mate sobre Cambissolo Textura Argilosa, no Município de Ivaí-PR

Gustavo Ribas Curcio<sup>1</sup>  
Marcos Fernando Gluck Rachwal<sup>2</sup>  
Renato Antonio Dedecek<sup>3</sup>  
Daniele Janaina Westphalen<sup>4</sup>



Foto: Moacir José Sales Medrado

A adubação verde é uma prática muito importante e bastante difundida no Estado do Paraná. Constitui-se em um elemento de cobertura do solo que agrega biomassa, recicla nutrientes, promove a fixação biológica de nitrogênio e, ainda, pode servir para a alimentação animal (Merten, 1994).

Esses benefícios podem e devem ser aproveitados por outras culturas, quer sejam posterior ou concomitantemente a essa prática. Nesse caso, a erva-mate pode ser uma das culturas a ter incrementos em sua produtividade, devido às melhorias no solo proporcionadas pelos adubos verdes, podendo ser consolidados os sistemas agroflorestais que incluem o consórcio de erva-mate com culturas anuais de verão, rotacionadas com adubos verdes de inverno. Para tanto, é necessário que se investigue quais são os melhores adubos verdes em diferentes tipos de solos e clima a serem consorciados em diferentes sistemas de produção.

Ao encontro dessa necessidade, a *Embrapa Florestas* estabeleceu este trabalho com o objetivo de caracterizar a produção de massas secas radiculares e aéreas de

adubos verdes e da vegetação natural, em Cambissolo textura argilosa, bem como estabelecer as suas características químicas e físico-hídricas antes da implantação dos adubos verdes.

As espécies utilizadas como cobertura do solo apresentam diferenças na capacidade de aumentar a porosidade, descompactar, incorporar mais matéria orgânica, elevar a capacidade de armazenamento de água e diminuir os custos com o controle de plantas daninhas, além de protegê-lo contra a erosão. Portanto, a utilização de coberturas vivas, para recobrir o solo, deve sempre ser levada em consideração nos planos de produção de uma propriedade agrícola.

Utilizam-se nas culturas perenes as mesmas plantas de cobertura usadas para adubação verde. A cobertura viva deve, de acordo com a *Embrapa* (1980), ser constituída por espécies que vegetem bem nas condições locais de clima e solo, tenham sistema radicular eficiente na fixação do solo, possuam massa foliar densa, porém com porte baixo, e que não exerçam competição com a cultura. Preferencialmente elas devem ser aproveitáveis

<sup>1</sup> Engenheiro-Agrônomo, Mestre, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. curcio@cnpf.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro-Agrônomo, Mestre, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. rachwal@cnpf.embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. dedecek@cnpf.embrapa.br

<sup>4</sup> Engenheira-Agrônoma, Mestranda da Universidade Federal do Paraná, Bolsistas da *Embrapa Florestas*.

como adubo verde, ressemear naturalmente e terem um custo de implantação acessível aos pequenos produtores. De acordo com Monegat (1991), as características mais importantes das plantas de cobertura são a velocidade de recobrimento do solo e a capacidade de produção de massas verde e radicular.

Segundo Derpsch & Calegari (1985), o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg.) mostrou-se bastante resistente à seca, apresentando rendimentos de 3.000 kg/ha de matéria seca, tendo recebido chuvas apenas nos primeiros 30 dias após o plantio. De acordo com Derpsch et al. (1990), o nabo apresentou a produção de matéria seca de 4.750 kg/ha e 1.760 kg/ha, respectivamente, para a parte aérea e 0-90 cm para as raízes. Dillenburg et al. (1994) verificaram que o nabo forrageiro em dois anos reduziu levemente a compactação de um Latossolo Roxo eutrófico – Cafelândia-PR, em comparação à cultura do trigo em plantio direto. A aveia preta, com dois anos de cultivo, permitiu, no entanto, ainda maior descompactação.

A aveia-preta (*Avena strigosa*) é uma espécie rústica, pouco exigente e altamente resistente à seca, sendo menos exigente em solo que o trigo e a cevada (Leal, 1970), centeio (Derpsch & Calegari, 1985) e azevém (Salermo & Tcacenco, 1985), produzindo bem em quase todos os tipos de solos, preferindo os leves, permeáveis, bem drenados, férteis e com alto teor de matéria orgânica. Pode ser cultivado em solos pobres, produzindo mesmo assim uma quantidade de massa verde bastante satisfatória. Para Derpsch & Calegari (1985) a aveia-preta é menos sensível à acidez do solo do que o trigo, vegetando bem com o pH entre 5 e 7, produzindo de 30 a 60 toneladas de massa verde por hectare, apresentando em porcentagem de matéria seca, 0,096% de fósforo, 0,25 % de cálcio, além de 10,31 % de proteína. De acordo com Derpsch et al. (1990), a matéria seca da parte aérea é de 5.590 kg/ha e a massa seca das raízes (0-90 cm) é de 3.080 kg/ha.

A ervilhaca comum (*Vicia sativa*) é uma leguminosa que vegeta, preferencialmente, em clima temperado, desenvolvendo-se bem nas regiões mais frias ao sul do paralelo 24 (Derpsch & Calegari, 1985). Adapta-se bem aos solos arenosos e argilosos quando bem providos de cálcio e fósforo.

O tremoço azul (*Lupinus angustifolius*) é pouco exigente em solos, desenvolvendo-se sem problemas em pH até 4,5, podendo produzir de 30 a 50 toneladas por hectare de massa verde e de 3 a 4 toneladas de matéria seca (Derpsch & Calegari, 1985). Schreiner (1988) obteve, em média de dois anos, as seguintes produções de matéria seca e de nitrogênio, respectivamente: tremoço

(3.393 kg/ha; 65 kg/ha) e ervilhaca (2.256 kg/ha; 59 kg/ha).

O trabalho foi desenvolvido no município de Ivaí-PR, na área de produção comercial da Fazenda Vila Nova, de propriedade da Ervateira Bitumirim, em um erval plantado num Cambissolo A proeminente textura argilosa, relevo ondulado e suave ondulado substrato lamitos da Formação Serra Alta – Grupo Passa Dois (Permiano). A fertilidade varia de álico a eutrófico. Nas entrelinhas da erva-mate com idade de seis para sete anos, plantada no espaçamento de 4 m x 2 m, foram introduzidas as seguintes coberturas verdes que passaram a se constituir nos tratamentos: 1. aveia-preta; 2. nabo-forrageiro; 3. tremoço-azul; 4. ervilhaca comum; 5. mistura 7-14-40 (em peso) de nabo + ervilhaca + tremoço; 6. vegetação espontânea (constituída, principalmente, de azevém e picão-preto).

Todas as espécies foram semeadas a lanço com as seguintes densidades: aveia (60 kg/ha), nabo-forrageiro (20 kg/ha), tremoço-azul (120 kg/ha), ervilhaca (40 kg/ha), mistura (7 kg de nabo-forrageiro + 14 kg/ha de ervilhaca + 40 kg/ha de tremoço).

Em cada um dos tratamentos coletou-se duas amostras do solo, uma na profundidade de 0-10 e outra na de 10-20 cm, nas quais se efetuou as seguintes análises químicas: pH, Al, H, Ca, Mg, K, P, C, soma de bases (S), capacidade de troca de cátions (T), saturação em bases (V%) e saturação em alumínio (m%).

Na mesma ocasião foram coletadas, nas mesmas profundidades, amostras indeformadas de solos em anéis volumétricos para determinação da densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade. Fizeram-se, também, as curvas características de retenção de umidade para os solos onde os tratamentos foram semeados.

Aos três meses de idade, foram, ainda, coletadas 36 amostras de solo (6 tratamentos x 2 profundidades x 3 repetições), com volume conhecido (20 cm x 10 cm x 10 cm), para determinação do peso total das raízes, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm de profundidade sob as diferentes coberturas. As amostras de solo mais as raízes foram deixadas em 25 ml de hidróxido de sódio 1 N, diluído em 1 litro de água durante 12 horas para a dispersão de argilas. Em seguida foram lavadas em peneira com malha de 2,0 mm. A separação das raízes vivas, raízes secas de outras plantas e fragmentos de matéria orgânica, foi realizada manualmente com pinças de ponta fina. Posteriormente, as raízes foram acondicionadas em sacos plásticos contendo solução de etanol 50% e foram armazenadas a 0°C conforme Bohm

(1979), citado por Comin (1992), até a determinação da porcentagem de massa seca das raízes que foi determinada através da pesagem, após a filtragem e secagem em estufa a 60° C durante 48 horas.

Foram coletadas quatro amostras de solo por tratamento na faixa de 0 a 5 cm de profundidade para determinação da estabilidade dos agregados (peneiramento por via úmida), nas seguintes classes de tamanho: > 2mm; 2-1 mm; 1-0,5 mm; 0,5-0,25 mm; 0,25-0,105 mm; < 0,105 mm. Mediu-se nos agregados o diâmetro médio geométrico (DMG). Essas classes foram determinadas para se comparar os efeitos das coberturas verdes sobre a estabilidade dos agregados.

A análise estatística do peso das raízes foi realizada através do programa estatístico MS Excel. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias foi feita através do teste de Tukey.

Os resultados da distribuição de agregados na superfície dos solos sob os diferentes tratamentos (Tabela 1) permitem concluir que estes se apresentavam uniformes quanto ao tamanho dos agregados maiores que 2 mm e quanto ao DMG.

**TABELA 1.** Distribuição de agregados nos solos sob diferentes adubações verdes

Tratamento	Agregados	
	< 2 mm	DMG (mm)
Vegetação espontânea	87,73 <sup>a</sup>	1,70 <sup>a</sup>
Tremoço azul	81,23 <sup>a</sup>	1,65 <sup>a</sup>
Ervilhaca	78,53 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>
Mistura	77,57 <sup>a</sup>	1,40 <sup>a</sup>
Nabo-forrageiro	76,34 <sup>a</sup>	1,41 <sup>a</sup>
Aveia-preta	75,46 <sup>a</sup>	1,42 <sup>a</sup>

DMG = Diâmetro Médio Geométrico

Quanto aos resultados físico-hídricos (Tabelas 2 e 3), pode-se dizer que os solos eram praticamente homogêneos, não devendo interferir de forma significativa nos resultados de produção de biomassa. Cabe apenas destacar a menor porosidade total e macroporosidade na espessura de 0-10 cm, sob vegetação natural, bem como os maiores valores de porosidade total e macroporosidade na mesma profundidade, no solo sob tremoço. Nos solos com nabo e ervilhaca, encontram-se os menores valores de pH onde são ressaltados os elevados níveis de alumínio trocável com baixos teores de cálcio, magnésio, potássio trocável, além do menor teor de fósforo solúvel.

**TABELA 2.** Características físicas dos solos nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm.

Tratamentos	Densidade aparente		Porosidade total		Microporosidade		Macroporosidade	
	g/cm <sup>3</sup>		%		%		%	
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
Mistura	1,11	1,30	58	46	37	38	21	8
Aveia	1,20	1,24	51	47	37	39	14	8
Vegetação natural	1,30	1,21	47	56	39	41	8	15
Ervilhaca	1,22	1,28	53	49	42	40	11	9
Tremoço	1,09	1,23	63	54	38	41	25	13
Nabo forrageiro	1,16	1,14	52	57	40	40	12	17

**TABELA 3.** Retenção de umidade dos solos nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm

Tratamentos	Tensões (atm.)											
	0,06		0,1		0,3		1		5		15	
	0-10	0-20	0-10	0-20	0-10	0-20	0-10	0-20	0-10	0-20	0-10	0-20
Mistura	37,3	38,2	36,0	37,1	35,1	35,2	32,0	32,3	30,1	30,4	28,6	29,4
Aveia	37,1	38,7	36,1	38,0	35,0	36,2	32,0	33,5	29,4	31,8	29,0	31,8
Vegetação natural	39,4	40,8	38,2	40,0	37,0	39,0	34,8	35,9	32,7	33,8	31,8	32,3
Ervilhaca	41,9	39,7	37,7	39,1	36,5	37,2	33,9	34,5	32,0	32,6	32,0	32,1
Tremoço	37,5	40,6	38,0	40,0	37,5	38,6	35,6	36,1	33,1	33,6	33,2	30,0
Nabo forrageiro	39,6	40,1	37,8	39,4	36,1	38,7	34,0	35,6	31,0	33,0	30,0	32,0

Obs: os dados são expressos em % de volume

A análise dos dados de biomassa radicular apresentados na Tabela 4 permitiu concluir que houve diferenças significativas entre os tratamentos. Na faixa de profundidade de 0-10 cm a aveia-preta superou todas as outras coberturas que foram semelhantes entre elas a exceção do tremoço que teve menor produção de massa radicular. Por outro lado, na faixa de profundidade de 10-20 cm, a vegetação natural superou todas as outras coberturas que se comportaram de forma semelhante. Em relação à produção total de massa radicular (0-20 cm) a aveia-preta superou todas as outras coberturas com exceção da vegetação natural que foi igual às demais, superando apenas ao tremoço. Pode-se constatar que a produção de massa radicular das diferentes coberturas varia de acordo com a estrutura de

cada sistema radicular, sendo que a maioria concentra a sua biomassa na camada superior.

No que se refere à produção de massa aérea (Tabela 4), o nabo forrageiro apresentou a maior produção, seguido de mistura, aveia, tremoço, ervilhaca comum e vegetação natural. Ressalta-se o fato de que o nabo forrageiro produziu a maior quantidade de massa aérea, mesmo tendo sido semeado no solo quimicamente mais pobre e, inclusive, com menores valores de pH; Derpsch & Calegari (1985), citam a limitação da cultura do nabo a baixos valores de pH. Assim, esta cobertura mesmo tendo produzido pouca massa radicular foi a que mais produziu massa total (8609,5 kg/ha).

**TABELA 4.** Massa seca total de raízes e biomassa aérea (kg/ha) em vários tipos de coberturas de inverno sob Cambissolo em Ivaí, PR.

Tratamentos	Massa radicular			Massa aérea	Massa total <sup>2</sup>
	(0-10 cm)	(10-20 cm)	(0-20 cm)		
Aveia-preta	887,5a <sup>1</sup>	71,0b	985,5a	4.054	5.039,5
Veget. Natural	407,0b	157,5a	564,5ab	1.117	1.681,5
Ervilhaca	354,0b	48,0b	402,0bc	1.878	2.280,0
Mistura	344,0b	15,5b	359,5bc	7.350	7.709,5
Nabo forrageiro	174,5b	61,0b	235,5bc	8.374	8.609,5
Tremoço	67,5c	59,5b	127,0c	3328	3.455,0

1/Médias seguidas por letras diferentes, são estatisticamente diferentes entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tukey; 2/Massa total = massa aérea + massa radicular até 20 cm.

Todas as coberturas verdes apresentaram uma produção de massa seca aérea bem maior do que a massa seca radicular. A vegetação natural foi a que apresentou a menor diferença entre a massa seca aérea e a radicular.

Relacionando as propriedades químicas dos solos (Tabela 5) com a produção de massa seca aérea das coberturas estudadas (Tabela 4), percebe-se que o nabo forrageiro é uma espécie adaptada a condições químicas desfavoráveis, uma vez que produziu 8,4 t/ha em solo ácido (saturação em alumínio superior a 50%). Esta produtividade está acima da amplitude de 2 a 6 t/ha, conforme citado por Derpsch & Calegari (1985).

Por outro lado, a ervilhaca comum ratificou a sua exigência pelas características químicas do solo. Derpsch & Calegari afirmam que entre o pH 5,5 e 6,5 a produção de massa verde da ervilhaca-comum aumenta significativamente, podendo chegar a 5 toneladas de matéria seca por hectare o que justifica a sua menor produção de massa total em comparação com as demais coberturas. O pH do solo onde a ervilhaca foi semeada (4,04) e a alta saturação em alumínio trocável (66%), certamente, foram os responsáveis pela produção de apenas 1,9 t/ha de matéria seca.

**TABELA 5.** Características químicas dos solos de Ivai, PR, nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm.

Identificação da amostra	pH	Cmol/dm <sup>3</sup>					g/dm <sup>3</sup>		m/dm <sup>3</sup>		%			
		CaCl <sub>2</sub>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	T	MO	P	V	M
Mistura	0-10	4.53	0.48	4.90	7.30	0.90	6.82	0.017	7.7	14.6	61.7	15	53	10
Mistura	0-20	4.10	0.12	2.90	3.75	3.45	7.76	0.022	3.8	11.6	48.9	2	33	47
Aveia	0-10	4.42	0.75	4.00	6.50	1.05	9.29	0.013	7.2	16.5	68.3	6	44	13
Aveia	0-20	4.25	0.37	2.10	3.30	3.45	6.53	0.017	3.6	10.2	50.3	2	36	48
Veg. Natural	0-10	4.58	0.97	3.70	6.70	1.00	5.23	0.013	7.6	12.9	71.7	8	60	12
Veg. Natural	0-20	4.26	0.51	2.00	3.15	3.30	7.79	0.009	3.6	11.4	60.3	2	32	47
Ervilhaca	0-10	4.04	0.15	1.50	2.10	4.35	7.45	0.004	2.2	9.7	56.3	5	23	66
Ervilhaca	0-20	4.07	0.07	1.20	2.00	4.35	8.14	0.017	2.0	10.2	54.3	3	20	68
Tremoço	0-10	4.51	0.50	3.75	6.50	0.90	5.23	0.022	7.0	12.2	66.2	8	57	11
Tremoço	0-20	4.53	0.10	3.50	6.00	1.20	5.47	0.013	6.1	11.5	58.3	3	53	16
Nabo	0-10	4.12	0.35	1.20	2.00	4.70	7.20	0.013	2.3	9.5	48.2	3	25	67
Nabo	0-20	4.09	0.21	0.85	1.50	4.95	7.48	0.017	1.7	9.2	38.9	1	19	74

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOHM, W. **Methods of studying root systems.** Berlin: Springer Verlag, 1979. 189 p.

COMIN, J. J. **Desenvolvimento radicular do milho e da soja em um latossolo vermelho-escuro após a implantação do plantio direto.** 1992. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Práticas de conservação de solo.** Rio de Janeiro, 1980. 85 p. (EMBRAPA-SNLCS. Série Miscelânea, 3).

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Guia de plantas para adubação verde de inverno.** Londrina: IAPAR, 1985. 96 p. (IAPAR. Documento, 9).

DERPSCH, R.; ROTH, C. M.; SIDIRAS, N.; KOPKE, V. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistema de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista de solo.** Eschborn: GTZ; Londrina: IAPAR, 1991. 272 p.

DILLENBURG, F. F.; FONTIN, G.; GAUDÊNCIO, C. Efeitos de diferentes culturas e adubações verdes na compactação do solo. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 4., 1993, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. p. 176-179. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 14).

LEAL, J. C. **Plantas da lavoura sul-riograndense.** Porto Alegre: UFRGS, 1970. 321 p.

MERTEN, G. H. **Manejo de solos de baixa aptidão agrícola no Centro-sul do Paraná.** Londrina: IAPAR, 1994. 112 p. (IAPAR. Circular, 84).

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades.** Chapecó: EPAGRI, 1991. 337 p.

SCHREINER, H. G. Associação de leguminosas com plantas florestais para cobertura e melhoramento do solo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 17, p. 1-12, dez. 1988.

SALERMO, A.; TCACENCO, F. **Características técnicas do cultivo de forrageiras de estação fria no Vale do Itajaí e litoral de Santa Catarina.** Florianópolis: EMPASC, 1985. 57 p.

### Comunicado Técnico, 79



**Endereço:** Estrada da Ribeira km 111 - CP 319  
**Fone:** (0\*\*) 41 666-1313  
**Fax:** (0\*\*) 666-1276  
**E-mail:** sac@cnpf.embrapa.br  
 Para reclamações e sugestões *Fale com o Ouvidor:* www.embrapa.br/ouvidoria

1ª edição  
 1ª impressão (2002): conforme demanda

### Comitê de publicações

**Presidente:** Moacir José Sales Medrado  
**Secretária-Executiva:** Guiomar M. Braguinha  
**Membros:** Antonio Maciel Botelho Machado / Edilson Batista de Oliveira / Jarbas Yukio Shimizu / José Alfredo Sturion / Patricia Póvoa de Mattos / Susete do Rocio Chiarello Penteado

### Expediente

**Supervisor editorial:** Moacir José Sales Medrado  
**Normalização bibliográfica:** Lídia Woronkoff / Elizabeth C. Trevisan  
**Revisão gramatical:** Rejane Stumpf Sberze  
**Editoração eletrônica:** Cleide Fernandes de Oliveira.