



Nº 27, dez./97, p.1-8

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA RADICULAR DE DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO, NO PERÍODO DE INVERNO NAS ENTRELINHAS DE ERVA-MATE NO MUNICÍPIO DE ÁUREA, RS

Marcos Fernando Gluck Rachwal*
Renato Antonio Dedecek**
Gustavo Ribas Curcio*
Daniele Janaina Westphalen***

Este trabalho teve por objetivo indicar adubos verdes capazes de produzir maior volume de massa aérea e radicular, promovendo melhorias e manutenção das condições pedológicas, visando incrementar a produtividade da erva-mate. As espécies utilizadas como cobertura verde apresentam diferenças na capacidade de aumentar a porosidade do solo, descompactá-lo, incorporar mais matéria orgânica, elevar a capacidade de armazenamento de água do solo, além de diminuir os custos com o controle de plantas daninhas, além de protegê-lo contra a erosão. De acordo com Monegat (1991), a maior velocidade que tem uma espécie em cobrir o solo e a maior capacidade de produzir volume de massa verde aérea e radicular são as características mais importantes das plantas utilizadas como cobertura verde de solo. Foi neste contexto que optou-se pelos adubos verdes utilizados neste trabalho. O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.var.oleiferus Metzg.) é uma planta anual, com raiz pivotante profunda, apresenta crescimento agressivo e capacidade de controle de plantas daninhas (Derpsch & Calegari, 1985). Em termos de solos, a aveia preta (*Avena strigosa*) é menos exigente 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. Para Derpsch & Calegari (1985), a aveia preta vegeta bem em solos com pH de 5.0 a 7.0. A ervilhaca comum (*Vicia sativa*) é uma leguminosa que proporciona uma boa cobertura de solo, melhorando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, desenvolvendo-se bem em regiões mais frias ao Sul do paralelo 24 (Derpsch & Calegari, 1985). O tremoço azul (*Lupinus angustifolius*) é pouco exigente em fertilidade, desenvolvendo-se sem problemas em solos com pH até 4,5. Pode produzir de 30 a 50 t/ha de massa verde e de 3 a 4 t/ha de matéria seca (Derpsch & Calegari, 1985).

* Eng.–Agrônomos, Mestres, CREA nºs 12.014-D/PR e 12563-D/PR, Pesquisadores da *Embrapa* – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

** Eng.–Agrônomo, Doutor, CREA nº 06922-D/RS, Pesquisador da *Embrapa* – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

*** Graduanda do Curso de Agronomia da PUC/PR.

Nº 27, dez./97, p.2-8

O trabalho desenvolveu-se em duas propriedades no Município de Áurea, RS, em função de diferenças no preparo do solo. Na primeira, manejada com trator, foram delimitadas parcelas experimentais em povoamentos comerciais da Ervateira Magaiesky, na qual a erva-mate estava sendo cultivada há dois anos no espaçamento de 3,80 x 1,80 m. Na propriedade do Sr Lauro Popievicz, na qual a erva era conduzida com tração animal, o erval estava também com 2 anos de idade no espaçamento de 2 x 2 m.

Nas entre-linhas da erva-mate, foram semeadas sob delineamento completamente casualizado, as seguintes espécies para cobertura de solo (tratamentos), no inverno de 1995:

- Solo preparado com tração mecanizada:

a) aveia preta; b) nabo forrageiro; c) tremoço azul; d) ervilhaca comum; e) mistura = nabo (33%) + ervilhaca (33%) + tremoço azul (33%); f) vegetação espontânea composta por plantas daninhas comuns.

- Solo preparado com tração animal:

a) nabo forrageiro e b) vegetação espontânea, composta principalmente por nabiça, azevém e aveia.

O plantio de todas as coberturas foi feito a lanço, com as seguintes quantidades de sementes: aveia preta - 60 Kg/ha; nabo forrageiro - 20 kg/ha; tremoço azul - 120 kg/ha; ervilhaca comum - 40 kg/ha; mistura - (nabo - 7 kg/ha; ervilhaca - 14 kg/ha; tremoço azul - 40 kg/ha).

Para caracterização dos solos, foram coletadas 8 amostras nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, totalizando 16 amostras. Nestas amostras, foram efetuadas análises químicas (pH, Al, H, Ca, Mg, K, P, %C), das quais se obteve: soma de bases (S), capacidade de troca de cátions (T), saturação em bases (V%) e saturação em alumínio (m%). Ainda foram coletados, nas mesmas profundidades, amostras indeformadas de solos, em anéis volumétricos, para a determinação da densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade, e curva característica de retenção de umidade. O solo dos dois locais experimentais é derivado de rochas eruptivas básicas da Formação Serra Geral do Juro-Cretáceo, sendo classificado como Latossolo Roxo Eutrófico A moderado textura muito argilosa, relevo suave ondulado. Na ocasião do plantio, os solos foram adubados com 300 kg/ha de NPK (4:30:10). Os solos não foram amostrados nas parcelas e sim de forma aleatória na área dos experimentos.

Também foram coletadas 4 amostras de solos (0 - 5 cm) por tratamento, para determinação da estabilidade dos agregados (peneiramento por via úmida), nas seguintes classes de tamanho: > 2 mm; 2 a 1 mm; 1 a 0,5 mm; 0,5 a 0,25 mm; 0,25 a 0,105 e < 0,105 mm. Com as porcentagens de ocorrência destes diâmetros, foi calculado o Diâmetro Médio Geométrico - DMG. Foram coletados ainda, 48 (8 trat. x 2 prof. x 3 rep.) amostras do solo com volume conhecido (20 cm x 10 cm x 10 cm), para a determinação do peso total de raízes

nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm, nos 9 tratamentos (adubos verdes de inverno, os quais estavam com 3 meses de idade). As amostras de solos mais raízes foram deixadas em 25ml de solução de hidróxido de sódio (1 N), diluído em 1 litro de água, durante 12 horas, para a dispersão de argilas e, em seguida, sofreram lavagem em peneira com malha de 2.0 mm. A separação das raízes de outros materiais, como raízes secas e outros 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 temperatura de 0°C conforme (Bohm, 1979) citado por (Comin, 1992), até a determinação da massa radicular. A porcentagem de massa seca de raízes dos diferentes adubos verdes foi determinada através de pesagem, após filtragem e secagem em estufa a 60°C até peso constante. O peso total de raízes em gramas, obtido em cada amostra em gramas, foi transformado em kg/ha.

A determinação da massa da parte aérea dos adubos verdes foi efetuada sem repetição.

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 solos da área são homogêneos quimicamente, apresentando o caráter eutrófico, nas duas profundidades, com pH variando entre 4,54 e 5,95, valores de saturação em bases oscilando entre 61 e 87 % e saturação em alumínio entre 10 e 0 % (Tabela 2). Isto permite afirmar que, não houve influência das características químicas dos solos sobre a produção de massa radicular e aérea, entre as diferentes coberturas vivas.

Em relação à produção de massa radicular das diferentes espécies, a ervilhaca comum, o nabo forrageiro e a aveia preta, produziram as maiores quantidades de massa radicular nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm, bem como na profundidade de 0 a 20 cm (Tabela 1).

Entretanto, não houve correspondência em relação à produção de massa aérea, uma vez que o nabo forrageiro atingiu a maior massa da parte aérea, seguido pela mistura (nabo + ervilhaca comum + tremoço azul) na safra de 1995. Na safra de 1996, o nabo foi o segundo colocado em termos de massa aérea, tendo sido superado apenas pela mistura, na qual ele também está presente, ou seja, as coberturas que produziram a maior massa radicular não necessariamente atingiram a maior produção de massa aérea. Isto pode estar relacionado diretamente com o potencial genético das espécies.

Ainda vale ressaltar, que, nas duas safras, nos tratamentos com emprego de tração animal, o nabo forrageiro produziu maior quantidade de massa aérea que a vegetação espontânea.

De acordo com Derpsch et al (1990), o nabo forrageiro pode produzir 4.750 kg/ha de matéria seca da parte aérea e 1.760 kg/ha de matéria seca

radicular, considerando a profundidade de 0 a 90 cm. Neste caso, a produção de massa aérea duplicou, enquanto a massa radicular não está muito diferente, tomando-se por base a produção apenas nos primeiros 10 cm.

Segundo os mesmos autores, a aveia preta produz 5.590 kg/ha de matéria seca aérea, e 3.080 kg/ha de matéria seca radicular de 0 a 90 cm. Em termos de massa aérea, a produção atingida pela aveia neste trabalho está muito próxima da massa obtida por Derpsch et al (1990), não ocorrendo o mesmo com relação à massa radicular. Vale frisar que, neste trabalho, a massa radicular foi determinada apenas até a profundidade de 20 cm, profundidade esta bem inferior que a estudada por Derpsch.

A produção de massa aérea da ervilhaca comum de 4.667 kg/ha está condizente com a referida por Derpsch & Calegari (1985), ou seja, de 2 a 5 t/ha.

De um modo geral, com exceção da vegetação espontânea no solo preparado com tração animal, houve concentração de raízes na profundidade de 0 a 10 cm.

Na safra de 1996, a mistura de nabo forrageiro, ervilhaca comum e tremoço azul, apresentou um dos maiores valores de massa seca aérea, sendo seguida pelo nabo forrageiro em solo preparado com tração mecanizada e tração animal.

Em relação às características físicas dos solos, os valores mais baixos de densidade aparente deram-se nos dois solos manejados com tração animal, o que denota a vantagem desta prática de manejo.

Os solos nos quais foram plantadas aveia preta, ervilhaca comum, nabo (tração animal) e vegetação espontânea (tração animal), mostraram porosidade total mais elevada (58% a 61%), na profundidades de 0-10 cm (Tabela 3). Os solos mecanizados, sob ervilhaca comum, nabo forrageiro e aveia preta, apresentaram a menor densidade aparente e os maiores valores de porosidade total e macroporosidade, refletindo melhores condições de produção de massa radicular, em ambas as profundidades, com exceção da densidade aparente no solo sob ervilhaca na profundidade de 10 a 20 cm. Isto realmente procede, uma vez que estes adubos verdes produziram as maiores quantidades de massa radicular (Tabela 1). Entretanto, não se deve desconsiderar a contribuição das características genéticas específicas das diversas coberturas, no que tange a produção de massa radicular.

Analisando-se os dados da Tabela 4, nota-se que o solo cultivado com ervilhaca comum possui os valores mais elevados de água disponível (6 - 1.500 KPa), nas duas profundidades estudadas, tendo sido o que produziu maior massa radicular. O solo sob tremoço, no qual a massa de raízes foi uma das mais baixas, teve o menor valor de água disponível, em ambas as profundidades. Pelo exposto, pode-se concluir que o solo sob ervilhaca comum, com menor densidade aparente, maior porosidade total e maior quantidade de água disponível armazenada (0,06 –

15 atm), permitiu que a mesma produzisse a maior massa radicular. Deve-se ressaltar que houve uma estiagem considerável no período de crescimento das espécies analisadas neste trabalho.

Percebe-se que no primeiro ano, os solos sob os diferentes adubos verdes não diferiram em termos da porcentagem de agregados maiores que 2 mm e menores que 0,105 mm, bem como no diâmetro médio dos agregados (DMG), independente da diferença que ocorrera na massa radicular e aérea, por eles produzida, bem como nas características físicas dos solos (Tabela 5).

A ervilhaca comum mostrou-se promissora em termos de proteção e melhoramento das condições agrônômicas dos solos, por produzir maior quantidade de massa radicular, seguida pelo nabo forrageiro e aveia preta.

Os autores agradecem aos pesquisadores Moacir José Sales Medrado e João Felipe Philipovsky por haverem propiciado a realização deste trabalho em seus experimentos.

TABELA 1. Massa seca total de raízes e de biomassa aérea (kg/ha de matéria seca) em vários tipos de cobertura de inverno, em Latossolo Roxo eutrófico, em duas profundidades, no município de Áurea, RS.

Tratamento	Massa radicular (kg/ha) - 1.995			Massa aérea (kg/ha)		Massa total (kg/ha)
	0-10 cm	10-20 cm	0-20 cm	1.995	1.996	1.995
Ervilhaca comum	193 a	21 ab	214 a	3.581	4.667	3.795
Nabo forrageiro	94 ab	39 a	133 a b	8.018	8.800	8.151
Aveia preta	82,5 ^a b	26 ab	108,5ab	5.303	5.455	5.412
Vegetação natural 1	41,5 b	13 ab	54,5 b	2.811	3.600	2.866
Mistura	38,5 b	10 b	48,5 b	7.273	10.800	7.322
Tremoço azul	36 b	10,5b	46,5 b	1.594	2.475	1.641
Nabo forrageiro (traç.animal)	32 b	5,5 b	37,5 b	6.163	5.978	6.201
Veg. Nat.(tração animal)	11,5 b	13,5b	25 b	1.057	3.094	1.082

Médias expressas por letras diferentes, são estatisticamente diferentes entre si a nível de 5% pelo teste de Tukey.

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

Amostra	pH	c molc/dm ³						g/dm ³ mg/dm ³		c molc/dm ³ cmol c/ dm ³			%	
		CaCl ₂	K	Ca ²	Ca ²⁺ + Mg ²	Al ³⁺	H+ Al ³⁺	M.O	P	Na ⁺	S	T	V	M
1	0-10	5.08	0.75	5.80	8.85	0.00	2.82	52.9	9	0.009	9.6	12.43	77	0
1	10-20	5.40	0.23	6.00	9.95	0.00	2.74	36.1	5	0.013	10.2	12.93	79	0
2	0-10	4.81	1.19	4.80	8.20	0.30	4.59	80.4	18	0.009	9.4	13.99	67	3
2	10-20	4.54	0.64	4.00	7.00	0.70	4.79	54.3	7	0.009	7.6	12.44	61	8
3	0-10	4.73	0.30	3.85	6.70	0.35	4.28	36.8	8	0.009	7.0	11.29	62	5
3	10-20	4.94	0.06	4.25	8.05	0.30	3.30	26.6	3	0.009	8.1	11.42	71	4
4	0-10	4.82	0.70	4.40	6.95	0.25	3.52	52.9	9	0.013	7.7	11.18	69	3
4	10-20	4.54	0.26	3.20	5.90	0.65	3.69	36.9	4	0.009	6.2	9.86	63	10
5	0-10	5.34	0.09	6.80	8.80	0.25	3.18	34.8	2	0.013	8.9	12.08	74	3
5	10-20	4.96	0.27	6.00	6.70	0.30	3.83	46.9	5	0.009	7,0	10.81	65	4
6	0-10	5.95	0.10	7.05	11.55	0.00	2.36	30.2	3	0.009	11.7	14.02	83	0
6	10-20	5.29	0.25	5.10	9.25	0.15	2.84	40.2	4	0.009	9.5	12.35	77	2
7	0-10	5.68	0.26	6.80	12.45	0.00	2.17	54.9	8	0.009	12.7	14.89	85	0
7	10-20	5.87	0.12	7.50	14.25	0.00	2.11	35.5	4	0.013	14.4	16.49	87	0
8	0-10	5.17	0.13	4.30	7.50	0.35	3.84	58.9	11	0.009	7.6	11.48	67	2
8	10-20	4.93	0.06	4.75	7.40	0.35	4.02	58.8	6	0.013	7.5	11.49	65	1

Obs:As amostras dos blocos 1 a 7 foram coletadas em solo mecanizado e a 8, em solo sob tração animal.

TABELA 3. Características físicas dos solos de Áurea-RS nas profundidades de 0 - 10 cm e 10 - 20 cm.

Tratamento	Prof.	Densidade aparente	Porosidade Total	Microporosidade	Macroporosidade
	cm	g/cm ³	(%)	(%)	(%)
Mistura	0-10	1.42	50	42	08
Mistura	10-20	1.50	51	43	08
Aveia preta	0-10	1.14	59	39	20
Aveia preta	10-20	1.15	60	41	19
Veg. Natural 1	0-10	1.31	55	42	13
Veg. Natural 1	10-20	1.37	51	44	07
Ervilhaca comum	0-10	1.08	61	35	26
Ervilhaca comum	10-20	1.33	54	43	11
Tremoço azul	0-10	1.24	54	42	12
Tremoço azul	10-20	1.27	55	44	11
Nabo forrageiro	0-10	1.23	54	41	13
Nabo forrageiro	10-20	1.21	55	43	12
Nabo (tração animal)	0-10	1.10	60	38	22
Nabo.(tração animal)	10-20	1.17	58	40	18
Veg.nat.(tração animal)	0-10	1.06	58	36	22
Veg.nat.(tração animal)	10-20	1.08	61	40	21

TABELA 4. Retenção de umidade dos solos nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm.

Tratamento	Prof.	6	10	30	100	10-100	500	1500	6-1500
		KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	Kpa	KPa
Mistura	0-10	42.4	41.0	40.0	37.1	3.9	35.2	34.1	8.3
Mistura	10-20	43.1	42.0	39.6	36.5	5.5	34.6	33.8	9.3
Aveia preta	0-10	39.2	37.1	35.2	33.4	3.7	31.5	30.2	9.0
Aveia preta	10-20	41.3	40.0	36.8	34.0	0.6	32.1	30.6	10.7
Vegetação.natural.	0-10	42.2	38.0	35.4	32.9	5.1	30.8	29.7	12.5
Vegetação.natural.	10-20	44.3	43.1	41.1	38.4	4.7	36.9	35.0	7.4
Ervilhaca comum	0-10	35.1	33.1	30.5	28.7	4.4	25.3	24.1	11.0
Ervilhaca comum	10-20	43.2	40.8	38.7	35.7	5.1	32.4	31.0	12.2
Tremoço azul	0-10	42.3	40.9	40.0	37.2	3.7	36.4	35.2	7.1
Tremoço azul	10-20	44.1	42.5	41.0	38.8	3.7	36.3	35.0	9.1
Nabo forrageiro	0-10	41.4	40.7	39.3	36.8	3.9	33.9	33.0	8.4
Nabo forrageiro	10-20	43.1	39.9	38.3	37.0	2.9	34.1	33.9	9.2
Nabo (tração animal)	0-10	38.2	32.4	30.9	28.7	3.7	26.5	25.4	12.8
Nabo (tração animal)	10-20	40.3	32.9	31.6	29.0	3.9	24.0	26.1	14.2
Veg nat (traç animal)	0-10	36.3	34.4	32.1	30.0	4.4	28.0	26.8	9.5
Veg.nat.(traç animal)	10-20	40.3	38.0	36.4	33.5	4.5	31.2	30.4	9.9

Obs.: Os dados são expressos em % de volume
 10 - 100 KPa = água facilmente disponível.
 6 - 1.500 KPa = água disponível..

TABELA 5. Distribuição do tamanho dos agregados (%) nos solos sob diferentes adubações verdes e diferentes preparos.

Tratamento	% Agregados		DMG (mm)
	> 2 mm	< 0,105 mm	
Nabo forrageiro	79,82 a	5,19 a	1,50 a
Ervilhaca comum	73,65 a	3,22 a	1,56 a
Vegetação natural 1	73,28 a	5,49 a	1,45 a
Aveia preta	69,79 a	7,08 a	1,51 a
Nabo tração animal	65,81 a	17,52 a	1,15 a
Mistura	64,6 a	7,02 a	1,33 a
Tremoço azul	64,27 a	6,35 a	1,31 a
Vegetação natural tração animal	62,37 a	17,57 a	1,06 a
Coeficiente de Variação	14,98 %	82,70 %	16,74 %

Obs: DMG = diâmetro médio geométrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlim: Springer Verlag, 1979. 189p.
- COMIN, J.J. **Desenvolvimento radicular do milho e da soja em um Latossolo Vermelho Escuro após a implantação do plantio direto**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1992. 129p. Tese Mestrado.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Guia de plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1985. 96p. (IAPAR. Documento, 9).
- DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistema de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Londrina: IAPAR, 1990.
- LEAL, J.C. **Plantas da lavoura Sul-Riograndense**. Porto Alegre: UFRGS, 1970. 321p.
- MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó, Santa Catarina, 1991. 337p.
- 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. 57p.