



## Qualidade de um Argissolo degradado em recuperação com adubos verdes<sup>(1)</sup>

**Carolina dos Santos Batista Bonini**<sup>(2)</sup>; **Gisele Herbst Vazquez**<sup>(3)</sup>; **Andrea Cristiane Sanches**<sup>(3)</sup>; **Marcelo Romero Ramos da Silva**<sup>(4)</sup>; **Glaucimarcos Fakine Marsoli**<sup>(5)</sup>; **Gabriel Bueno**<sup>(6)</sup>;

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da UNICASTELO – campus de Fernandópolis, SP.

<sup>(2)</sup> Professora assistente doutora; UNESP – campus de Dracena, SP; carolbonini@dracena.unesp.br; <sup>(3)</sup> Professora titular do curso de pós-graduação em Ciências Ambientais da Unicastelo – campus Fernandópolis, SP; <sup>(4)</sup> Professor de Agronomia da Unicastelo – campus Fernandópolis, SP; <sup>(5)</sup> aluno de pós-graduação em Ciências Ambientais da Unicastelo - campus Fernandópolis, SP. <sup>(6)</sup> aluno de graduação do curso de Agronomia; Unicastelo – campus Fernandópolis, Fernandópolis, SP.

**RESUMO:** O aumento de áreas degradadas devido ao mau uso do solo vem aumentando ano a ano. Uma das alternativas para a recuperação desses ambientes é o uso de adubos verdes na melhoria da condição física, química e biológica do solo. O uso de uma espécie vegetal correta (com capacidade de germinar mesmo em uma condição edafoclimática adversa e capaz de produzir grande quantidade de massa vegetal proporcionando uma boa cobertura do solo) garante o sucesso na recuperação desses ambientes. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de diferentes adubos verdes na melhoria de atributos químicos e físicos do solo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com gramíneas com tipo de germinação hipógeo (sorgo, milheto e braquiária) e leguminosas com tipo epígeo (crotalária, mucuna preta e feijão de porco) e hipógeo (guandu arbóreo e guandu anão), que foram combinadas ou não com braquiária, além de uma testemunha sem cultivo. As seguintes avaliações foram realizadas: densidade do solo; análise química do solo, altura e massa seca da parte aérea das espécies vegetais. Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância empregando-se o teste F e as médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de probabilidade. Concluiu-se que o tipo de germinação (epígeo ou hipógeo) não interfere na emergência e no desenvolvimento da plântula em solos compactados. O cultivo de adubos verdes influenciou positivamente na densidade do solo, porém, não houve interferência nas características químicas do solo em um primeiro ano de cultivo.

**Termos de indexação:** densidade do solo; degradação do solo; matéria orgânica.

### INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as atividades do homem têm provocado uma série de alterações negativas à paisagem terrestre. O aumento de áreas

degradadas devido ao mau uso do solo, principalmente por manejos incorretos, mineração e pela construção civil, tem crescido. A preocupação nesta área tem evoluído e vem incentivando pesquisadores a gerar tecnologias para a recuperação desses ambientes.

Recuperação, por sua vez, é a reversão de uma condição degradada para uma condição não degradada (Rodrigues & Gandolfi, 2000) e tem por objetivos recuperar sua integridade física, química e biológica (estrutura), e, ao mesmo tempo, recuperar sua capacidade produtiva (função), seja na produção de alimentos e matérias-primas ou na prestação de serviços ambientais (Rodrigues & Gandolfi, 2001).

A adição de material orgânico através da escolha adequada das espécies é fator decisivo no estabelecimento da vegetação e proteção contra os processos erosivos. No processo de recuperação, a seleção de espécies, bem como a determinação de requerimentos nutricionais, constitui passos importantes para se obter o sucesso esperado. A utilização de espécies de rápido crescimento, como as leguminosas, que desenvolveram simbioses com bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos, tem-se mostrado bastante promissora (Alves, 2001).

Por sua vez, o período compreendido entre a semeadura e o desenvolvimento das plântulas é uma fase crucial para o estabelecimento de uma espécie vegetal, sendo importante que a máxima germinação ocorra no menor tempo possível e com uniformidade de plântulas. Diversos fatores podem afetar a germinação e conseqüentemente a emergência das plântulas, sendo o nível de vigor, o tipo de germinação das sementes e a compactação do solo alguns deles.

Já o tipo de germinação de uma semente, de acordo com Carvalho & Nakagawa (2012), consiste, na realidade, em um mecanismo pelo qual a parte aérea da plântula emergente é posta acima da superfície do solo, sem sofrer danos pelo atrito contra esse substrato, sendo divididos em dois tipos, o epígeo e o hipógeo. O conhecimento em relação ao tipo de germinação é essencial para



a tomada de decisões referentes ao sistema de preparo do solo e à profundidade de semeadura (Marcos Filho, 2005), interferindo no desempenho inicial da semente.

Dentre os fatores que condicionam o meio ambiente do solo, a umidade, a temperatura e a aeração são primordiais para a germinação (Nabi et al., 2000). Porém, para que uma semente já germinada dê continuidade ao crescimento da plântula, deve-se incluir a estes fatores a resistência mecânica do solo à penetração, que por sua vez, está relacionado ao estado de compactação do solo ao redor da semente.

Segundo Andrade, Stone & Silveira (2009), a diminuição do grau de compactação pela ação de plantas de cobertura demonstra ser um processo lento. É primordial que haja mais informações sobre quais são as espécies mais eficientes na melhoria da qualidade física do solo sob determinadas condições de solo e clima. Com o intuito de gerar tecnologia que vise a recuperação do solo e o uso adequado de espécies vegetais, este trabalho teve como objetivo avaliar desempenho de diferentes adubos verdes na melhoria de atributos do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em uma área degradada decorrente da retirada de terra para a terraplenagem (área de empréstimo) pertencente à UNICASTELO em Fernandópolis/SP. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é subtropical úmido, Aw, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (Rolim et al., 2007). De acordo com a EMBRAPA (2007) a região é caracterizada por um período de 6 meses do ano com déficit hídrico e temperatura média de 23,5°C. O solo em estudo é um Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrupto (Oliveira et al., 1999).

Em 10/12/2013 foi realizada a calagem da área baseada na caracterização química do solo utilizando-se 3 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico e de forma a elevar a saturação por bases a 70%.

No dia 27/02/2014 a área foi roçada mecanicamente e o experimento foi semeado no dia 28/02/2014.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas de 9 m<sup>2</sup> (3 m x 3 m) com quatro repetições, sendo os blocos afastados 0,5 m entre si.

A área foi sulcada manualmente de acordo com o espaçamento recomendado para cada espécie, já a braquiária foi semeada a lanço. Ou seja, para guandu fava-larga e anão, crotalária, mucuna preta, feijão de porco e sorgo forrageiro foi utilizado o espaçamento de 0,5 m e para o milho, 0,25 m. As densidades de plantas foram: para

guandu fava-larga e anão de 20 plantas m<sup>-1</sup>; para crotalária de 25 pl m<sup>-1</sup>; para mucuna preta de 4 pl m<sup>-1</sup>; para feijão de porco de 5 pl m<sup>-1</sup>; para milho de 55 pl m<sup>-1</sup>; para sorgo forrageiro de 8 pl m<sup>-1</sup> e para braquiária 11 kg ha<sup>-1</sup> para um lote de semente de VC = 36%.

Os tratamentos consistiram da semeadura isolada de todas as espécies, além do consórcio das leguminosas com a braquiária e uma testemunha sem vegetação, totalizando 14 tratamentos, sendo eles: T1- testemunha (vegetação espontânea), T2- guandu arbóreo fava-larga, T3- guandu anão, T4- crotalária, T5- mucuna preta cultivar comum, T6- feijão de porco, T7- milho cultivar BRS-1501, T8- braquiária, T9- sorgo forrageiro, T10- guandu arbóreo+braquiária, T11- guandu anão+braquiária, T12- crotalária+braquiária, T13- mucuna preta+braquiária e T14- feijão de porco+braquiária.

Durante todo o período do experimento, a temperatura máxima, mínima e média, além da precipitação foi monitorada (Figura 1).

A área não foi irrigada, não havendo também controle de plantas daninhas, pragas e doenças.

Foram efetuadas as seguintes avaliações:

Altura de plantas – aos 120 dias após a semeadura, cinco plantas de cada parcela, além das plantas daninhas na testemunha, foram mensuradas a partir do nível do substrato até o final da inserção da maior folha com o auxílio de uma régua. A média foi determinada dividindo-se a soma das alturas de plantas por cinco.

Massa seca da parte aérea – aos 145 dias após a semeadura, as plantas de 1 m<sup>2</sup> de cada parcela foram cortadas rente ao solo e secas em estufa com circulação de ar por 72 h a 65°C e então pesadas em balança de precisão de 0,01g para a obtenção do peso da matéria seca.

Densidade do solo aos 145 dias após a semeadura nas camadas de 0,00-0,05; 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, segundo a metodologia utilizada pela EMBRAPA (1997).

Características químicas do solo aos 145 dias após a semeadura - análise de matéria orgânica (MO) g dm<sup>-3</sup>; acidez potencial (H+Al) mmolc dm<sup>-3</sup> e saturação por bases (V) %, na camada de 0,00 a 0,20m.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância empregando-se o teste F e as médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Foi utilizado o programa estatístico SISVAR para a análise dos dados conforme descrito por Ferreira (2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes à altura da planta, massa



seca da parte aérea e densidade do solo e atributos químicos estão apresentados na tabela 1. Os diversos tratamentos interferiram na altura da planta e na densidade nas três camadas avaliadas. Não houve interferência sobre a massa seca.

As maiores alturas da planta foram verificadas para crotalária, crotalária+braquiária e milheto, o que já era esperado, já que a altura é uma característica genética que sofre pouca influência das condições edafo-climáticas, ainda mais que todas as espécies foram submetidas as mesmas condições ambientais (alta temperatura, baixa precipitação e solo compactado) (Tabela 1).

Quanto a massa seca da parte aérea em 1 m<sup>2</sup>, não houve diferenças estatísticas. Os tratamentos com braquiária e os seus consórcios não apresentaram valores diferentes das espécies semeadas de forma isolada, o que se acreditava ser vantajoso. Isto pode ser explicado, provavelmente, pela baixa emergência das sementes de braquiária em decorrência de sua semeadura a lanço e do excesso de precipitação logo após a semeadura, o que fez com que as sementes fossem levadas pelo escoamento superficial das águas. A massa seca não diferiu nas parcelas em cultivo solteiro ou consorciado, concordando com os dados encontrados por Almeida & Camara (2011). Já Padovan et al. (2013) verificaram o melhor desempenho da mucuna em relação aos demais adubos verdes, dados estes que discordam deste trabalho.

A área não foi irrigada, o que prejudicou muito o desenvolvimento das plantas e o enchimento de grãos de todas as espécies, já que houve uma precipitação de apenas 293 mm durante todo o período do experimento, sendo insuficiente (Figura 1).

Por sua vez, a densidade do solo apresentou diferenças nas camadas avaliadas, onde a testemunha superou significativamente os demais tratamentos. Assim, foi possível verificar que a semeadura de diversas espécies vegetais, independentes se mono ou dicotiledôneas, com germinação epigea ou hipógea, de forma isolada ou em consórcio com braquiária, auxiliam na melhoria das características físicas de um solo compactado (Tabela 1). Concordando com os resultados encontrados por Bonini & Alves (2012), que verificaram que a adição de adubos verdes reduz a densidade do solo.

Quanto às características químicas do solo, a análise não apresentou diferenças significativas nos teores de matéria orgânica, acidez potencial ( $H^+ + Al^{3+}$ ) e saturação por bases (V) (Tabela 1). Como o experimento foi avaliado em seu primeiro ano de implantação, os resultados na qualidade química do solo ainda não foram verificados,

concordando com Alves (2001).

## CONCLUSÕES

O tipo de germinação (epígeo ou hipógeo) não interfere na emergência da semente e no desenvolvimento da plântula em solos compactados.

A semeadura de espécies vegetais em áreas degradadas influencia positivamente as características físicas do solo, não interferindo, porém, nas características químicas do solo no primeiro ano de cultivo.

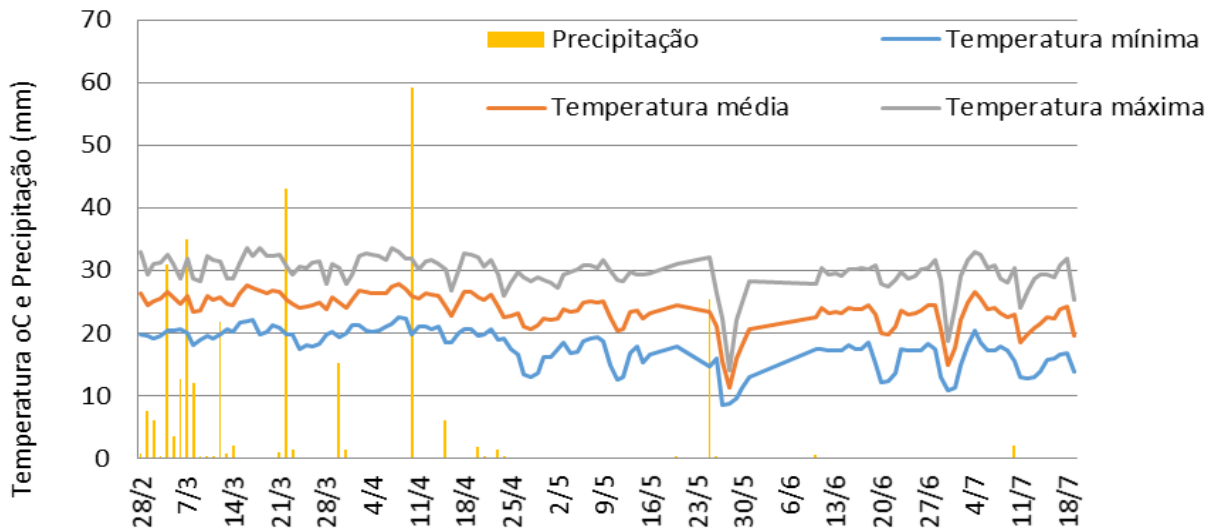
## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, K; CAMARA, F. L. A. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 6: 55-62, 2011.
- ALVES, M.C. Recuperação do subsolo de um Latossolo Vermelho usado para terrapleno e fundação da usina hidrelétrica de Ilha Solteira - SP. Ilha Solteira, 2001. 83p. Tese (Livre Docência em Solos) - Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira.
- ANDRADE, R.S.; STONE, L.F.; SILVEIRA P.M. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 13: 411-418, 2009.
- BONINI, C. dos S. B.; ALVES, M. C. Qualidade física de um Latossolo Vermelho em recuperação há dezessete anos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16: 329-336, 2012.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- EMBRAPA. Banco de dados climáticos do Brasil. Brasília: Embrapa Monitoramento por Satélites, 2007. Disponível em: <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/>. Acesso em: 23 nov. 2008.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1997. 212p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, 6:36-41, 2008.
- MARCOS FILHO, J. Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas. 1ª ed. Piracicaba/SP: Fundação de Estudos Agrários, v.1, 2005. 495p.
- NABI, G.; MULLINS, C.E.; MONTEMAYOR, M.B. et al. Germination and emergence of irrigate cotton in Pakistan in relation to sowing depth and physical properties of the seedbed. *Soil e Tillage Research*, 59: 33-44, 2000.
- OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida. Campinas, Instituto Agrônomo/EMBRAPA-Solos. Campinas. 1999. 64p.
- PADOVAN, M. P.; MOTTA, I. S.; CARNEIRO, L. F.; MOITINHO, M. R.; SALOMÃO, G. B.; RECALDE, K. M. G. Pré-cultivo de adubos verdes ao milho em agroecossistema submetido a manejo ecológico no Cone Sul de Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 8: 3-11, 2013.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas



Ciliares. RODRIGUES, R.R.; LEITÃO F°, H.F. (Eds.). Matas Ciliares: Conservação e Recuperação. São Paulo: EDUSP, FAPESP, 2000. p.235-247.  
RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Recomposição de Florestas Nativas: Princípios Gerais e Subsídios para uma Definição Metodológica. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, 2: 4-15, 2001.

ROLIM, G.S.; CAMARGO, M.B.P.; LANIA, D.G.; MORAES, J.F.L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. Bragantia, 66:711-720, 2007.



**Figura 1** - Valores diários de temperatura e precipitação durante o período do experimento. Fernandópolis, 2014.

**Tabela 1** - Médias obtidas para altura da planta, massa seca da parte aérea em 1 m<sup>2</sup> e densidade do solo nas camadas de 0,00-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m de acordo com os diferentes tratamentos e os valores de F. Fernandópolis, SP, 2014.

Trat	Altura cm	Massa seca g m <sup>-2</sup>	Densidade do Solo (g cm <sup>-3</sup> )			M.O. g dm <sup>-3</sup>	H+Al mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	V %
			0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20			
m								
T	30,0 b	29,5 a	2,44 a	2,44 a	2,52 a	14,6 a	27,0 a	44,1 a
GFL	43,5 b	59,1 a	1,53 b	1,58 b	1,54 b	15,0 a	24,0 a	49,2 a
GA	37,7 b	23,7 a	1,58 b	1,74 b	1,38 b	14,6 a	25,0 a	48,3 a
C	68,1 a	24,2 a	1,51 b	1,58 b	1,47 b	14,6 a	24,3 a	48,7 a
MP	28,5 b	18,1 a	1,61 b	1,59 b	1,61 b	14,3 a	27,0 a	42,8 a
FP	45,9 b	98,3 a	1,27 b	1,34 b	1,32 b	14,3 a	25,6 a	45,0 a
M	72,3 a	47,6 a	1,55 b	1,54 b	1,46 b	15,0 a	25,6 a	45,3 a
B	14,1 b	4,33 a	1,65 b	1,65 b	1,67 b	14,0 a	26,3 a	44,2 a
S	25,3 b	25,2 a	1,49 b	1,55 b	1,50 b	15,3 a	23,3 a	50,7 a
GFL+B	44,3 b	21,3 a	1,53 b	1,52 b	1,50 b	15,3 a	24,3 a	48,2 a
GA+B	45,1 b	17,3 a	1,50 b	1,57 b	1,53 b	15,0 a	25,6 a	46,9 a
C+B	69,8 a	24,3 a	1,50 b	1,54 b	1,52 b	15,6 a	25,3 a	47,3 a
MP+B	19,5 b	24,3 a	1,68 b	1,37 b	1,64 b	15,6 a	22,6 a	53,9 a
FP+B	44,1 b	50,0 a	1,59 b	1,49 b	1,52 b	15,3 a	24,6 a	49,8 a
<b>Valores F</b>	2,91**	1,82ns	6,84**	5,02**	5,68**	1,308ns	1,490ns	1,649ns
<b>CV (%)</b>	44,07	90,97	10,72	12,48	13,07	14,92	25,0	47,5

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ns= não significativo; \*=significativo a 5% de probabilidade; \*\*=significativo a 1% de probabilidade

Legenda: T: testemunha; GFL: guandu fava-larga; GA: guandu anão; C: crotalária; MP: mucuna-preta; FP: feijão de porco; M: milho; B: braquiária; S: sorgo; GFL+B: guandu fava-larga+braquiária; GA+B: guandu-anão +braquiária; C+B: crotalária+braquiária; MP+B: mucuna-preta +braquiária; FP+B: feijão-de-porco +braquiária