

## Crescimento do pinhão manso em solo decapitado, com adição de resíduos e hidrogel

**Adriana Avelino Santos<sup>1</sup>; José Antônio Augustini<sup>2</sup>; Kátia Luciene Maltoni<sup>3</sup>; Ana Maria Rodrigues Cassiolato<sup>3</sup>**

<sup>(1)</sup>Doutoranda em Agronomia, UNESP-Campus de Ilha Solteira. E-mail: adrianasantos@aluno.feis.unesp.br

<sup>(2)</sup>Graduado em Biologia, UNESP-Campus de Ilha Solteira. E-mail: agustini@bio.feis.unesp.br

<sup>(3)</sup>Profa. Dra., Departamento de Fitossanidade Engenharia Rural e Solos, UNESP - Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira. E-mail: maltoni@agr.feis.unesp.br; anamaria@bio.feis.unesp.br

**RESUMO:** Ações antrópicas, como a construção de usinas hidrelétricas, têm como consequências graves problemas ambientais, para os quais se torna necessário procurar alternativas para uma melhor ocupação e possível recuperação. O presente trabalho teve como objetivo avaliar crescimento do pinhão manso em solo decapitado acrescido de resíduos (macrófita e cinza oriunda de usina sucroalcooleira) e hidrogel. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, realizado em fatorial 4 x 2, ou seja, 4 tratamentos de cova (macrófitas, cinza, macrófitas + cinza e controle) e 2 tratamentos com hidrogel (com e sem), totalizando 8 tratamentos nas parcelas, com 4 repetições (parcelas), sendo avaliadas 5 plantas por tratamento, por parcela. Foram avaliadas as características químicas do solo e o volume de plantas, aos 30 e 360 dias após o plantio. Os tratamentos de macrófitas e macrófitas + cinza proporcionaram as maiores médias para características químicas do solo, principalmente para o fósforo, assim como para volume de planta de pinhão manso.

**Termos de indexação:** pinhão manso, cinza, macrófitas, cerrado.

### INTRODUÇÃO

Após atividades que causam grandes distúrbios ambientais, como a mineração ou a construção de barragens e aterros, com o surgimento das áreas decapitadas ("áreas empréstimo" de solo), torna-se óbvia a caracterização de solo como degradado (Ferreira et al., 2007).

Resultante dessas atividades surge diversos problemas ambientais, como a extinção de espécies da fauna e flora, as mudanças climáticas locais, a erosão do solo e o assoreamento dos cursos d'água (Martins, 2009). Em situações com essas é necessário procurar alternativas para uma melhor ocupação e possível recuperação das áreas. Uma espécie vegetal a ser considerada para cultivo é o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) (Rosado et al., 2010), por seu valor econômico, decorrente da elevada produção de óleo, e por ser considerada

rústica, com condições de crescer em áreas degradadas. Esta espécie, se associada ao uso de resíduos (orgânicos e inorgânicos), pode influenciar diretamente a estruturação e a estabilidade de agregados do solo e auxiliar na retenção de água no solo, que para isto também pode ser usado o hidrogel.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido por 12 meses, com início em dezembro de 2010, em área de solo decapitado localizada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, à margem direita do rio Paraná, a jusante da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, localizada em Selvíria, MS (20° 22' S e 51° 22' O).

A altitude média é de 335 m, o clima do tipo Aw, a temperatura média anual é de 23,7 °C e a precipitação média anual de 1.300 mm, o solo predominante na região é o Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2006).

O local exibia como cobertura vegetal o cerrado *sensu stricto*. No término da década de 60, em consequência da construção da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, foi desmatado e utilizado como "área de empréstimo", na qual o solo foi decapitado entre 8 e 12 m de profundidade. Pequenos fragmentos estão em processo de regeneração natural, entretanto, em sua maior extensão, o subsolo permanece exposto, sem cobertura vegetal e com acentuado processo de erosão (Rodrigues et al., 2007).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, ocupando cada um deles uma área de 960 m<sup>2</sup> (40 x 24 m), onde em cada bloco considerado como área útil as 7 linhas internas e uma linha externa como bordadura, totalizando 8 linhas e 10 plantas por tratamento. O esquema foi o fatorial 4 x 2, ou seja, 4 tratamentos de cova (macrófitas, cinza, macrófitas + cinza e controle) e 2 tratamentos com hidrogel (com e sem), totalizando 8 tratamentos nas parcelas, com 4 repetições (parcelas), sendo avaliadas 5 plantas por tratamento, por parcela.

As macrófitas foram secas ao ar e trituradas para redução e uniformização do tamanho (cerca de 1 cm de comprimento). Uma amostra deste material foi enviada para análise no laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da UNESP, Campus de Ilha Solteira, para determinação dos teores de nutrientes, segundo Malavolta et al. (1997), sendo os resultados como seguem: N =26; P= 3; K= 9,5; Ca= 25 em g kg<sup>-1</sup> massa seca e S= 33; B= 52; Zn= 96; Cu= 51; Fe= 248; Mn= 127, em mg kg<sup>-1</sup> massa seca.

A cinza de bagaço de cana-de-açúcar foi doada pela Usina ALCOVALE, localizada no município de Aparecida do Tabuado, MS. Para a caracterização inicial, uma amostra foi analisada no Laboratório de Fertilidade do Solo, da UNESP-Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, de acordo com a metodologia de Raij et al. (2001), sendo os resultados como seguem: P (mg dm<sup>-3</sup>)= 54, MO (g dm<sup>-3</sup>)=15; pH CaCl<sub>2</sub> = 4,8; H+Al (mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)= 40; Al (mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)= 2 e SB (mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)= 19,6.

O hidrogel adsorvente e a macrófita foram cedidos pela Companhia Energética de São Paulo (CESP). O hidrogel, da marca Stockosorb, foi fabricado pela Degussa-Hüls Ltda.

Para a caracterização da área antes de implantação do experimento, realizou-se a coleta de uma amostra composta, de quatro amostras simples, de solo, na profundidade de 0-0,10 m, peneirada, seca a sombra e homogeneizada. A amostra foi enviada para análise no Laboratório de Fertilidade do Solo, UNESP, Campus de Ilha Solteira e realizada segundo metodologia descrita por Raij et al. (2001).

No preparo da área, a mesma foi subsolada a 0,40 m de profundidade e gradeada. As covas, de 0,30 m de diâmetro por 0,90 m de profundidade, foram abertas com emprego de broca hidráulica, no espaçamento 3 x 2 m. O volume de solo da metade inferior da cova foi descartada e a metade superior do volume de cada cova foi misturado conforme a distribuição dos tratamentos.

Como condição básica, para todos os tratamentos foi realizada a adubação química em quantidade mínima, para não interferir nos tratamentos com inoculação, com a seguinte quantidade de calcário dolomítico, (36 g cova<sup>-1</sup>), sulfato de amônio (24 g cova<sup>-1</sup>), superfosfato simples (14 g cova<sup>-1</sup>) e cloreto de potássio (1,4 g cova<sup>-1</sup>).

Nos tratamentos de macrófitas foram aplicados 15 t ha<sup>-1</sup> por cova e nos tratamentos de cinza, 30 t ha<sup>-1</sup>, ou seja, o equivalente a 480 e 980 g cova<sup>-1</sup>, respectivamente.

As avaliações foram realizadas aos 30 e 360 dias após o plantio. A coleta do solo e as análises das

características químicas seguiu metodologia anteriormente descrita. O dimensionamento do volume de planta seguiu a forma:

$$VP = \text{altura} \times \text{comprimento} \times \text{profundidade}.$$

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados indicam influência positiva dos resíduos aplicados nas características químicas do solo decapitado e no crescimento de plantas. Não podem ser observadas alterações importantes nos teores de matéria orgânica ao longo do tempo, ou seja, de 30 para 360 dias após o plantio. Ressalva-se que os valores mais elevados foram detectados nos tratamentos macrófitas + cinza, seguidos por macrófitas, para as duas épocas (**Tabelas 1 e 2**). Diferentes destes resultados, Pitelli (2003) relataram efeitos positivos da incorporação de biomassa da macrófitas aquáticas sobre o teor de matéria orgânica.

Para o pH, aos 30 dias após o plantio, observou-se as maiores médias para o tratamento sem hidrogel (**Tabelas 1 e 2**). Com relação aos tratamentos com resíduos, tanto o pH como soma de bases, aos 30 e 360 dias após o plantio, as maiores medidas foram detectadas na presença de macrófitas e de macrófitas + cinza.

Efeitos positivos sobre do pH do solo com a incorporação de macrófitas (*Egeria crassipes*) também foram observados por Pitelli (2003). No entanto, Macedo (2004) não verificou efeitos da incorporação de *Egeria densa* e *Sagittaria montevidensis* sobre o pH de solo coletado sob pastagem degradada.

A acidez potencial, aos 30 e 360 dias após plantio, os valores mais baixos foram observados nos tratamentos com macrófitas e macrófitas + cinza. Para alumínio, constataram-se os maiores valores no controle, enquanto o tratamento de macrófita + cinza proporcionou os menores valores; e 360 dias no tratamento de cinza e o controle. A soma de bases foi maior na ausência de hidrogel e nos tratamentos com macrófita e macrófita + cinza; e aos 360 dias, para macrófita e macrófita + cinza (**Tabelas 1 e 2**).

Aos 30 dias após o plantio observou-se maior volume de plantas no tratamento de macrófita + cinza; e na ausência de hidrogel; já aos 360 dias, as maiores médias foram verificadas para macrófita e macrófita + cinza e o tratamento de hidrogel não houve diferença. (**Tabelas 1 e 2**)



Para fósforo, nas interações entre resíduos e hidrogel, poucas diferenças foram proporcionadas pela adição de hidrogel, especialmente aos 360 dias do plantio. As maiores médias foram verificadas na presença de macrófitas (**Tabela 3**). Consta-se, para esta variável, que a contribuição das macrófitas foi predominantemente maior no início do experimento, aos 30 dias do plantio, com redução ao longo do tempo.

Estas observações foram diferentes do relatado por Antunes (2004), que encontrou efeitos positivos, da incorporação de macrófitas ao solo, sobre as concentrações de fósforo. Merenda (2011) também encontrou valores significativamente superiores para fósforo, porém apenas nas doses 7,5 e 10,0 t ha<sup>-1</sup> de macrófitas.

### CONCLUSÕES

As características químicas do solo mostram as maiores médias no tratamento com macrófitas + cinza.

Os teores de fósforo reduziram ao longo do tempo, com os maiores valores verificados aos 30 dias após o plantio, no tratamento de macrófitas.

O volume de planta obteve maiores médias aos 30 dias após para o tratamento de macrófitas + cinza e aos 360 dias macrófitas e macrófitas + cinza

### REFERÊNCIAS

ANTUNES, R. F. D. Efeitos da adição da biomassa seca de *Eichhornia crassipes* sobre algumas propriedades químicas e biológicas de um solo degradado. 2004. 45 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

FERREIRA, W.C.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. & FARIA, J.M.R. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do Rio Grande, na Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. R. Árvore, 31:177- 185, 2007.

MARTINS, S.V. Recuperação de áreas degradadas: Ações em áreas de preservação permanente de voçorocas, taludes rodoviários e mineração. 2.ed. Viçosa-MG, Ed. Aprenda fácil, 2009. 270p.

MACEDO, R. R. Efeito de incorporação de biomassa seca de *Brachiaria arrecta*, *Egeria densa* e *Sagittaria*

*montevidensis* sobre propriedades de um solo sob pastagem degradada. 2004. 65 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia)–Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004

PITELLI, A.M.C.M. Efeitos da incorporação de biomassa seca de *Egeria densa* e *Eichhornia crassipes* sobre algumas propriedades físicas, químicas e biológicas de um solo degradado. 2003. 68f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

RAIJ, B.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

ROSADO, T.B.; LAVIOLA, B.G.; FARIA, D.A.; PAPPAS, M.R.; BHERING, L.L.; QUIRINO, B. & GRATTAPAGLIA, D. Molecular markers reveal limited genetic diversity in a large germoplasm collection of the biofuel crop *Jatropha curcas* L. in Brazil. Crop Sc., 50:1-11, 2010.

RODRIGUES, G.B.; MALTONI, K.L. & CASSIOLATO, A.M.R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.11, p.73–80, 2007.

MERENDA, A.M.C.M.P. Avaliação da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório de aimorés, composição química das principais espécies e influência da incorporação nas características químicas de um solo degradado. 2011. 99 f. Tese (Doutorado em Agricultura - Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

Tabela1. Médias, valor de F e coeficientes de variação (CV%) para características químicas do solo decapitado e volume de plantas (Vp) de pinhão manso, para os tratamentos de resíduos (macrófitas e cinza) e de hidrogel em cova, 30 dias após plantio. Ilha Solteira, 2010/11

Tratamentos		P	MO	pH	H+Al	Al	SB	VP
		mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			m <sup>3</sup>
Resíduos (Res)	Macrófitas (M)	15,87	9,00ab	4,93a	19,68b	2,18b	20,86a	0,133b
	Cinza (C)	12,62	8,18bc	4,58b	23,37a	4,06a	10,95b	0,143b
	M+C	12,81	9,75a	4,92a	20,56b	2,06b	24,36a	0,155a
	Controle	2,81	7,31c	4,60ab	21,81ab	4,25a	9,91b	0,135b
Hidrogel (Hidr)	Com Hidr	6,65	8,31	4,66b	21,68	3,65	13,36b	0,144b
	Sem Hidr	7,40	8,81	4,84a	21,03	2,62	19,68a	0,152a
Valor de F	Res	7,55**	14,30**	4,94**	6,70**	4,38*	8,31*	2,83*
	Hidr	17,94**	3,24 <sup>ns</sup>	4,57*	1,12 <sup>ns</sup>	3,37 <sup>ns</sup>	6,42*	4,05*
	Res x Hidr	5,08**	0,84 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	2,77 <sup>ns</sup>	1,85 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>
CV(%)		74	12,96	7,11	11,58	71	60	19,63

Médias seguidas de mesma letra, na vertical para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* e : significativos a 1 e 5%, respectivamente; <sup>ns</sup>: não significativo.

Tabela2. Médias, valor de F e coeficientes de variação (CV%) para características químicas do solo decapitado e volume de plantas (Vp) de pinhão manso, para os tratamentos de resíduos (macrófitas e cinza) e de hidrogel em cova, 360 dias após plantio. Ilha Solteira, 2010/11

Tratamentos		P	MO	pH	H+Al	Al	SB	VP
		mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			m <sup>3</sup>
Resíduos (Res)	Macrófitas (M)	6,43	9,37ab	4,64a	21,62b	3,56b	11,40a	122,61a
	Cinza(C)	5,75	9,31ab	4,43b	25,93a	7,18a	7,49b	35,94b
	M+C	6,50	9,81a	4,71a	21,81b	3,56b	11,19a	126,06a
	Controle	5,68	6,87b	4,40b	25,93a	7,50a	6,20b	20,62b
Hidrogel (Hidr)	Com Hidr	6,09	9,21	4,52	24,03	5,34	9,25	67,07b
	Sem Hidr	6,09	9,46	4,57	23,62	5,56	9,09	85,54a
Valor de F	Res	2,29 <sup>ns</sup>	3,78*	18,74**	17,71**	44,38**	13,84**	18,00**
	Hidr	0,00 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	2,47 <sup>ns</sup>	1,86 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	1,97 <sup>ns</sup>
	Res x Hidr	4,53**	0,87 <sup>ns</sup>	1,49 <sup>ns</sup>	1,67 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	1,67 <sup>ns</sup>
CV(%)		18,81	8,44	3,15	8,46	24,08	29,08	68,70

Médias seguidas de mesma letra, na vertical para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* e : significativos a 1 e 5%, respectivamente; <sup>ns</sup>: não significativo

Tabela 3. Interações significativas entre os tratamentos de resíduos (macrófitas e cinza) e hidrogel (Hidr), para fósforo do solo decapitado cultivado com pinhão-manso, aos 30 e 360 dias após plantio. Ilha Solteira, 2010/11.

Tratamentos	Macrófitas (M)	Cinza(C)	M + C	Controle
<b>30 dias após plantio</b>				
Com Hidr	13,37aA	6,37aB	10,50aA	3,37aB
Sem Hidr	13,37aA	7,87aA	8,12bA	2,25aB
<b>360 dias após plantio</b>				
Com Hidr	7,25aA	5,50aB	5,87bAB	5,50aB
Sem Hidr	5,62bA	6,00aA	7,12aA	5,62aA

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.