

DINÂMICA DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO NUM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE CONSÓRCIO ENTRE ADUBOS VERDES E MANDIOCA, SOB MANEJO ORGÂNICO¹

Victor Hugo Padovezzi²; Milton Parron Padovan³; Alessandra Mayumi Tokura alovisi⁴; Auro Akio Otsubo³; Adair de Oliveira⁵

¹Trabalho apoiado pela FUNDECT – Fundação de Apoio ao Ensino, Ciência e Tecnologia do MS e FMB – Fundação Manoel de Barros; artigo apresentado no grupo de pesquisa “*Sustentabilidade técnico-econômica da Agricultura Familiar*”. ²Acadêmico do Curso de Agronomia da UNIDERP – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Dourados, MS. ³Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, padovan@cpao.embrapa.br, auro@cpao.embrapa.br; ⁴Professora da UNIDERP, Dourados, MS, mayumi@mail.uniderp.br; ⁵Pesquisador da AGRAER – Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural de MS, Campo Grande, MS.

RESUMO: O trabalho foi desenvolvido na Fazenda São Marcos, em Dourados-MS, nos anos de 2005 e 2006, durante dois ciclos de cultivo, objetivando a avaliação das alterações de alguns atributos químicos do solo sob cultivo de adubos verdes consorciados com a mandioca. Os tratamentos foram: mandioca consorciada com crotalaria júncea, feijão de porco, guandu anão, estilosantes e mandioca em monocultivo como testemunha, mantendo as plantas espontâneas sem capinas. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco repetições e parcelas de 48 m², onde o plantio da mandioca foi realizado em fileiras duplas no espaçamento de 2,5 x 0,6 x 0,6 m e os adubos verdes semeados nas entrelinhas da mandioca, simultaneamente ao plantio da tuberosa. Durante o 1º plantio da mandioca e adubos verdes (fev/2005), na 1ª colheita (nov/2005) e na 2ª colheita (out/2006) o solo foi amostrado na profundidade de 0 a 10 e 10 a 20 cm para as análises de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e matéria orgânica. Nos dois cultivos, os adubos verdes foram cortados quando encontravam-se no estágio de início da formação das vagens e as plantas espontâneas foram capinadas, permanecendo como cobertura morta até cada colheita da mandioca. Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos em nenhuma das épocas e profundidades amostradas. Em geral, após o primeiro e segundo ano sob manejo com os adubos verdes consorciados com a mandioca, houve melhoramento em todos os atributos químicos do solo avaliados, porém sem significância na maioria dos atributos.

Palavras-chave: adubação verde, consórcio, atributos químicos do solo.

INTRODUÇÃO

Estudos desenvolvidos em diversas eco-regiões do país demonstram diferentes contribuições da adubação verde aos atributos dos solos (Calegari et al., 1993). No entanto, há necessidade de se verificar a real contribuição das diferentes espécies, com a finalidade de manter ou elevar a fertilidade do solo na área cultivada e melhorar a produção das culturas comerciais.

Braccini et al. (1995), ao estudarem o efeito da incorporação de resíduos orgânicos com diferentes relações C/N sobre as características químicas do solo, observaram que os resíduos dessas plantas possibilitou o aumento inicial no teor de carbono orgânico do solo, soma de bases, teor de fósforo e CTC total. Entretanto, a expressão dessas melhorias dependem de vários aspectos, como as características físicas e químicas do solo, por exemplo, conforme salientado por Calegari et al. (1993).

Apesar da importância dessa prática, há escassos relatos de estudos do efeito dessas espécies em atributos químicos do solo no Mato Grosso do Sul, principalmente quanto se trata

de cultivos consorciados. Nesse sentido, realizou-se o presente estudo objetivando a avaliação das alterações de alguns atributos químicos do solo sob cultivo de adubos verdes consorciados com a mandioca.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em 2005 e 2006, com dois ciclos de cultivo, no município de Dourados, localizado na região sul do estado de Mato Grosso do Sul, a 22°013' S e 54°048' W, com altitude média de 430 m (NORMAIS..., 1992), num agroecossistema em transição para manejo orgânico, num LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (SISTEMA..., 1999).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições, com parcelas de 48 m² (6 x 8 m), onde o plantio da mandioca foi realizado em fileiras duplas, no espaçamento de 2,5 x 0,6 x 0,6 m.

O estudo foi composto pelos seguintes tratamentos: mandioca consorciada com crotalária (*Crotalaria juncea*), feijão de porco (*Canavalia ensiformes*), guandu anão (*Cajanus cajan*), estilosantes (*Stylosants sp*) e mandioca em monocultivo, como testemunha sem capinas.

As leguminosas foram plantadas entre as fileiras da mandioca logo após a brotação das manivas, utilizando o espaçamento de 0,25m entre linhas (*Crotalaria juncea*), 0,4m entre linhas (feijão de porco), 0,5m entre linhas (guandu anão) e 0,3m entre linhas (estilosantes), deixando um intervalo de 0,5m entre a mandioca e a leguminosa para diminuir a concorrência por radiação solar, água e nutrientes.

Durante o 1º plantio da mandioca e adubos verdes (fevereiro/2005 – Tempo zero - T₀), na 1ª colheita (nov/2005 – tempo um - T₁) e na 2ª colheita (out/2006 – tempo dois - T₂), o solo foi amostrado na profundidade de 0 a 10 e 10 a 20 cm para as análises de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e matéria orgânica

Nos dois cultivos, os adubos verdes foram cortados quando encontravam-se no estágio de início da formação das vagens e as plantas espontâneas foram capinadas, permanecendo como cobertura morta até cada colheita da mandioca.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS e DISCUSSÃO

Os resultados apresentados nas Tabelas 1 a 5, referentes à profundidade de 0-10 cm, demonstraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos em nenhuma das épocas de amostragem.

Em geral, após o primeiro e segundo ano sob manejo com os adubos verdes consorciados com a mandioca, houve melhoramento em todos os atributos químicos do solo avaliados, porém sem significância na maioria dos atributos (Tabelas 1 a 5), sendo constatado melhoria significativa somente do potássio e o cálcio no solo por ocasião da colheita da mandioca no 2º ano sob o consórcio com o feijão de porco, estilosantes e guandu, em relação à amostragem inicial, por ocasião da implantação do 1º ano de cultivo da mandioca consorciada com os adubos verdes (Tabelas 2 e 3). De acordo com Moreti et al. (2007), as espécies de cobertura geralmente exercem efeito sobre atributos químicos do solo a médio e longo prazo. Num estudo realizado durante um ano envolvendo a crotalária e o milheto, os autores não constataram alterações significativas nos atributos químicos do solo.

TABELA 1. Valores médios do teor de fósforo no solo sob cultivo de diferentes espécies de adubos verdes consorciadas com a cultura da mandioca. Dourados, MS, 2005 a 2006.

Tratamentos	P ₀	P ₁	P ₂
	-----mg dm ⁻³ -----		
Mand.X Crotalária	4,28 Aa*	4,64 Aa	4,86 Aa
Mand.X F. Porco	4,22 Aa	4,60 Aa	4,78 Aa
Mand.X Estilosantes	4,20 Aa	4,40 Aa	4,78 Aa
Mand.X Guandu	4,20 Ab	4,50 Aab	5,20 Aa
Mand.X Veg. Espontânea	4,20 Aa	4,54 Aa	4,64 Aa
C. V. (%)	10,23		

0Tempo zero – resultados constatados por ocasião do plantio dos adubos verdes (1º ano); 1resultados obtidos na época da colheita da mandioca (1º ano); 2resultados constatados na colheita da mandioca (2º ano); *médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 2. Valores médios do teor de potássio na profundidade de 0-10 cm no solo sob cultivo de diferentes espécies de adubos verdes consorciadas com a cultura da mandioca. Dourados, MS, 2005 a 2006.

Tratamentos	k ₀	k ₁	k ₂
	-----mg dm ⁻³ -----		
Mand.X Crotalária	0,31 Aa*	0,33 Aa	0,36 Aa
Mand.X F. Porco	0,32 Ab	0,37 Aab	0,41 Aa
Mand.X Estilosantes	0,33 Ab	0,36 Ab	0,45 Aa
Mand.X Guandu	0,31 Ab	0,36 Ab	0,46 Aa
Mand.X Veg. Espont.	0,31 Aa	0,34 Aa	0,37 Aa
C. V. (%)	15,78		

0Tempo zero – resultados constatados por ocasião do plantio dos adubos verdes (1º ano); 1resultados obtidos na época da colheita da mandioca (1º ano); 2resultados constatados na colheita da mandioca (2º ano); *médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 3. Valores médios do teor de cálcio na profundidade de 0-10 cm no solo sob cultivo de diferentes espécies de adubos verdes consorciadas com a cultura da mandioca. Dourados, MS, 2005 a 2006.

Tratamentos	Ca ₀	Ca ₁	Ca ₂
	-----mg dm ⁻³ -----		
Mand.X Crotalária	5,28 Aa*	5,56 Aa	6,04 Aa
Mand.X F. Porco	5,04 Ab	5,48 Aab	6,06 Aa
Mand.X Estilosantes	5,38 Ab	6,02 Aab	6,38 Aa
Mand.X Guandu	5,46 Ab	6,04 Aab	6,72 Aa
Mand.X Veg. Espont.	5,36 Aa	5,70 Aa	6,02 Aa
C. V. (%)	10,31		

0Tempo zero – resultados constatados por ocasião do plantio dos adubos verdes (1º ano); 1resultados obtidos na época da colheita da mandioca (1º ano); 2resultados constatados na colheita da mandioca (2º ano); *médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 4. Valores médios do teor de magnésio na profundidade de 0-10 cm no solo sob cultivo de diferentes espécies de adubos verdes consorciadas com a cultura da mandioca. Dourados, MS, 2005 a 2006.

Tratamentos	Mg ₀	Mg ₁	Mg ₂
	----- cmol _c dm ⁻³ -----		
Mand.X Crotalária	2,02 Aa*	2,16 Aa	2,58 aa
Mand.X F. Porco	1,88 Aa	2,12 Aa	2,46 Aa
Mand.X Estilosantes	1,98 Aa	2,36 Aa	2,64 Aa
Mand.X Guandu	2,04 Aa	2,46 Aa	2,68 Aa
Mand.X Veg. Espont.	2,12 Aa	2,32 Aa	2,52 Aa
C. V. (%)	22,65		

0Tempo zero – resultados constatados por ocasião do plantio dos adubos verdes (1º ano); 1resultados obtidos na época da colheita da mandioca (1º ano); 2resultados constatados na colheita da mandioca (2º ano); *médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 5. Valores médios do teor de matéria orgânica na profundidade de 0-10 cm no solo sob cultivo de diferentes espécies de adubos verdes consorciadas com a cultura da mandioca. Dourados, MS, 2005 a 2006.

Tratamentos	MO ₀	MO ₁	MO ₂
	----- g kg ⁻¹ -----		
Mand.X Crotalária	29,8 Aa*	30,7 Aa	31,6 Aa
Mand.X F. Porco	29,8 Aa	31,5 Aa	33,0 Aa
Mand.X Estilosantes	30,0 Aa	30,9 Aa	32,2 Aa
Mand.X Guandu	30,5 Aa	31,6 Aa	32,5 Aa
Mand.X Veg. Espontânea	29,8 Aa	30,0 Aa	32,0 Aa
C. V. (%)	7,12		

0Tempo zero – resultados constatados por ocasião do plantio dos adubos verdes (1º ano); 1resultados obtidos na época da colheita da mandioca (1º ano); 2resultados constatados na colheita da mandioca (2º ano); *médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na profundidade de 10-20 cm, não houve diferença significativa entre os tratamentos em nenhuma das épocas de amostragem (Tabelas 6 a 10), a exemplo do que foi constatado na profundidade de 0-10 cm (Tabelas 1 a 5).

Com relação às épocas de amostragem, constatou-se diferença significativa apenas no consórcio da mandioca com o guandu, onde o teor de potássio e magnésio constatado na 3ª época de amostragem (por ocasião da colheita no 2º ano de cultivo sob o mesmo consórcio) diferiu significativamente da 1ª amostragem de solo, ou seja, por ocasião da 1ª implantação da mandioca consorciada com a referida leguminosa (Tabelas 7 e 9).

TABELA 6. Valores médios do teor de fósforo na profundidade de 10-20 cm no solo sob cultivo de diferentes espécies de adubos verdes consorciadas com a cultura da mandioca. Dourados, MS, 2005 a 2006.

Tratamentos	P ₀	P ₁	P ₂
	-----mg dm ⁻³ -----		
Mand.X Crotalária	0,84 Aa*	1,00 Aa	1,14 Aa
Mand.X F. Porco	0,88 Aa	0,96 Aa	1,08 Aa
Mand.X Estilosantes	0,96 Aa	1,06 Aa	1,16 Aa
Mand.X Guandu	1,10 Aa	1,24 Aa	1,30 Aa
Mand.X Veg. Espont.	1,06 Aa	1,16 Aa	1,16 Aa
C. V. (%)	22,01		

0Tempo zero – resultados constatados por ocasião do plantio dos adubos verdes (1º ano); 1resultados obtidos na época da colheita da mandioca (1º ano); 2resultados constatados na colheita da mandioca (2º ano); *médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 7. Valores médios do teor de potássio na profundidade de 10-20 cm no solo sob cultivo de diferentes espécies de adubos verdes consorciadas com a cultura da mandioca. Dourados, MS, 2005 a 2006.

Tratamentos	k ₀	k ₁	k ₂
	-----mg dm ⁻³ -----		
Mand.X Crotalária	0,20 Aa*	0,21 Aa	0,26 Aa
Mand.X F. Porco	0,20 Aa	0,24 Aa	0,26 Aa
Mand.X Estilosantes	0,21 Aa	0,26 Aa	0,27 Aa
Mand.X Guandu	0,22 Ab	0,27 Aab	0,30 Aa
Mand.X Veg. Espont.	0,21 Aa	0,23 Aa	0,26 Aa
C. V. (%)	20,03		

0Tempo zero – resultados constatados por ocasião do plantio dos adubos verdes (1º ano); 1resultados obtidos na época da colheita da mandioca (1º ano); 2resultados constatados na colheita da mandioca (2º ano); *médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 8. Valores médios do teor de cálcio na profundidade de 10-20 cm no solo sob cultivo de diferentes espécies de adubos verdes consorciadas com a cultura da mandioca. Dourados, MS, 2005 a 2006.

Tratamentos	Ca ₀	Ca ₁	Ca ₂
	-----mg dm ⁻³ -----		
Mand.X Crotalária	3,78 Aa*	3,92 Aa	4,14 Aa
Mand.X F. Porco	3,80 Aa	4,02 Aa	4,28 Aa
Mand.X Estilosantes	3,94 Aa	4,22 Aa	4,40 Aa
Mand.X Guandu	3,98 Aa	4,18 Aa	4,42 Aa
Mand.X Veg. Espontânea	4,04 Aa	4,08 Aa	4,22 Aa
C. V. (%)	10,11		

0Tempo zero – resultados constatados por ocasião do plantio dos adubos verdes (1º ano); 1resultados obtidos na época da colheita da mandioca (1º ano); 2resultados constatados na colheita da mandioca (2º ano); *médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 9. Valores médios do teor de magnésio na profundidade de 10-20 cm no solo sob cultivo de diferentes espécies de adubos verdes consorciadas com a cultura da mandioca. Dourados, MS, 2005 a 2006.

Tratamentos	Mg ₀	Mg ₁	Mg ₂
	----- cmol _c dm ⁻³ -----		
Mand.X Crotalária	1,44 Aa*	1,58 Aa	1,58 Aa
Mand.X F. Porco	1,42 Aa	1,52 Aa	1,70 Aa
Mand.X Estilosantes	1,50 Aa	1,64 Aa	1,84 Aa
Mand.X Guandu	1,44 Ab	1,82 Aab	2,00 Aa
Mand.X Veg. Espontânea	1,48 Aa	1,68 Aa	1,82 Aa
C. V. (%)	21,42		

0Tempo zero – resultados constatados por ocasião do plantio dos adubos verdes (1º ano); 1resultados obtidos na época da colheita da mandioca (1º ano); 2resultados constatados na colheita da mandioca (2º ano); *médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 10. Valores médios do teor de matéria orgânica na profundidade de 10-20 cm no solo sob cultivo de diferentes espécies de adubos verdes consorciadas com a cultura da mandioca. Dourados, MS, 2005 a 2006.

Tratamentos	MO ₀	MO ₁	MO ₂
	----- g kg ⁻¹ -----		
Mand.X Crotalária	23,1 Aa*	22,7 Aa	24,4 Aa
Mand.X F. Porco	21,5 Aa	22,2 Aa	22,7 Aa
Mand.X Estilosantes	21,3 Aa	21,5 Aa	22,2 Aa
Mand.X Guandu	21,0 Aa	21,4 Aa	22,5 Aa
Mand.X Veg. Espontânea	20,4 Aa	21,3 Aa	21,6 Aa
C. V. (%)	9,87		

0Tempo zero – resultados constatados por ocasião do plantio dos adubos verdes (1º ano); 1resultados obtidos na época da colheita da mandioca (1º ano); 2resultados constatados na colheita da mandioca (2º ano); *médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos em nenhuma das épocas e profundidades amostradas.

Em geral, após o primeiro e segundo ano sob manejo com os adubos verdes consorciados com a mandioca, houve melhoramento em todos os atributos químicos do solo avaliados, porém sem significância na maioria dos atributos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRACCINI, A. L.; BRITO, C. H.; PÔNZIO, J. B.; MORETTI, C. L.; LOURES, E. G. Efeito da aplicação de resíduos orgânicos com diferentes relações C/N sobre algumas características químicas de um Latossolo Vermelho-escuro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 42, n. 244, p. 671-684, 1995.

CALEGARI, A. et al. Adubação verde no sul do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: ASPTA, 1993.

MORETI, D.; ALVES, M. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; CARVALHO, M. de P. e.
Atributos químicos de um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de preparo,
adubações e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 1,
Viçosa-MG, jan./fev., 2007

NORMAIS Climatológicas (1961-1990). Brasília, DF: Secretaria Nacional de Irrigação,
Departamento Nacional de Meteorologia, 1992.

SISTEMA Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa Produção da
Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.