



## **CONSÓRCIO DE MILHO COM FORRAGEIRAS NA ENTRESSAFRA E ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO, NO CERRADO BRASILEIRO**

**Salton, J.C.<sup>1,\*</sup>, Kichel, A.N.<sup>2</sup>, Costa, A.R.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados(MS); <sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande(MS); <sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Dourados(MS)

\* Autor de contato: salton@cpao.embrapa.br Rod BR 163, km 253,6, CEP 79804-970, Dourados (MS), Brasil

### **RESUMO**

O cultivo de plantas forrageiras em consórcio com o milho, durante a entressafra de soja, tem se expandido nas áreas agrícolas do Centro-Oeste brasileiro. O principal objetivo deste tipo de cultivo é proporcionar cobertura do solo e produção de palha, em quantidades adequadas para condução efetiva do Sistema Plantio Direto. Na safra 2009/10, em Campo Grande (MS), foi conduzido um experimento avaliando os efeitos do cultivo consorciado de milho com forrageiras, durante o período de entressafra. Determinaram-se as curvas de decomposição da palha dos consórcios, e calculou-se a meia-vida da massa seca, que foi de 87 dias para a maioria das espécies. Verificou-se e feito das forrageiras alterando o pH e o teor de potássio no solo em comparação ao sistema de milho solteiro, com destaque para o consorcio de milho + Piatã. Quanto aos atributos físicos, não foram encontrados efeitos significativos para densidade e porosidade, mas a agregação do solo foi afetada significativamente pela presença das forrageiras, proporcionando maior tamanho médio dos agregados, em comparação ao cultivo do milho solteiro. A utilização do consorcio de milho com forrageiras, durante o período de entressafra, pode resultar em melhorias nos atributos do solo, além de proporcionar adequada cobertura do solo para o Sistema Plantio Direto.

### **PALAVRAS-CHAVE**

plantio direto, agregação do solo, palha.

### **INTRODUÇÃO**

A utilização de plantas de cobertura, para proteção do solo durante a entressafra, tem sido uma prática comum nas áreas agrícolas do Brasil. Nas lavouras situadas na área tropical, a principal espécie utilizada para formação da palhada, é o milho safrinha na região Centro-Sul e o milheto na região Central do Brasil, e tais espécies não aportam quantidades suficientes de massa seca sobre a superfície do solo, este é apontado como um dos maiores problemas nas lavouras de grãos do Cerrado (Bastos Filho et al., 2007). Vários autores (Carter, 2001; Andreotti et al., 2008; Torres et al., 2008) apontam o acelerado processo de decomposição, como a principal razão para a dificuldade de produção e manutenção de palhada em quantidade adequada nas regiões tropicais. Neste sentido, Lamas e Staut (2005), apresentam como alternativa, o cultivo de espécies forrageiras perenes na entressafra, atingindo produções de 8 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca de *B. ruziziensis* no Cerrado de Mato Grosso. Lima et al, 2007 avaliaram a produção de massa seca e a taxa de decomposição de forrageiras perenes, cultivadas na entressafra, em Mato Grosso do Sul e verificaram produções variando de 4 a 8 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para *B. ruziziensis* e *B. brizantha* cv. Xaraés. A presença de abundante palhada na superfície do solo pode proporcionar maiores produtividades das culturas subseqüentes como verificado por Ferreira et al.(2010), que

relatam efeitos positivos de *P. maximum* (cv. Tanzânia, Mombaça e Massai), *B. decumbens*, *B. brizantha* (cv. Marandu, Piatã, e Xaraés), recomendando que sejam aproveitadas no sistema de plantio direto do algodoeiro, no Estado de Goiás. Uma alternativa para o cultivo destas forrageiras e a manutenção da produção de grãos na entressafra, é o cultivo consorciado com milho durante esse período. Esta opção tem sido adotada com sucesso em vários locais, como nos Estados de Mato Grosso do Sul (Cecon, 2007) e de São Paulo (Batista et al, 2011). Visando confirmar a hipótese de que o cultivo de espécies forrageiras, mesmo que apenas no período de entressafra, possa alterar atributos físicos (porosidade e agregação do solo) e químicos (reciclagem disponibilização de nutrientes) do solo, foi realizado o presente estudo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento em blocos casualizados, com três repetições, foi implantado na área experimental da Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande (MS), sobre um Latossolo vermelho, textura média, onde foram cultivados no período de entressafra (outono/inverno) de 2009, espécies forrageiras em consórcio com milho. Após a colheita do milho, as forrageiras foram mantidas sem pastejo até outubro, quando foram dessecadas com herbicida. Logo após, em 10/11/2009, a soja cv. BRS 246 foi semeada em plantio direto sobre as respectivas palhadas, a adubação de manutenção utilizada foi de 350 kg/ha da fórmula 0-25-15. Em 25/11/2009, foram colocadas no campo, bolsas plásticas (litter-bags) contendo 40 g de massa seca de cada espécie, nas respectivas parcelas, sendo recolhida uma de cada repetição, a cada 20 dias, para o acompanhamento da decomposição da massa vegetal sobre o solo. A Figura 1 apresenta de forma esquemática os procedimentos realizados para a execução do experimento.



Figura 1 – Esquema apresentando a sequência de operações e avaliações de campo do experimento conduzido na safra 2009/10 em Campo Grande.

Do conteúdo existente em cada “litter-bag” foi determinada a massa seca e sua composição, sendo estabelecida, para cada espécie, a marcha de decomposição da palha, mediante a preparação de curvas da massa seca remanescente e o tempo decorrido. Para cada curva de decomposição, ajustou-se um modelo matemático com vistas a quantificar a taxa e o tempo médio de decomposição. Para as avaliações químicas do solo, após a colheita da soja, foram tomadas amostras compostas de cada parcela, em três camadas (0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm) e submetidas à análise de fertilidade. Para as determinações das relações de massa e volume, amostras indeformadas foram tomadas na camada 0 a 10 cm. Nesta camada também foram coletados monólitos para avaliação da agregação do solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cultivo do milho consorciado com plantas forrageiras proporcionou, após a dessecação para a semeadura da soja em sequência, quantidades expressivas de massa vegetal sobre a superfície do solo, as quais podem ser observadas na Tabela 1. Estas variaram de 7461 kg ha<sup>-1</sup> no consórcio de milho com *B. ruziziensis*, a mais de 16000 kg ha<sup>-1</sup> para com Piatã. A taxa de decomposição dos diferentes materiais pouco variou, ficando entre 0,007 a 0,009 g g dia<sup>-1</sup>, o que

resultou em meia-vida entre 77 dias para o milho + Xaraés e 99 dias para o milho + Marandu (Tabela 1).

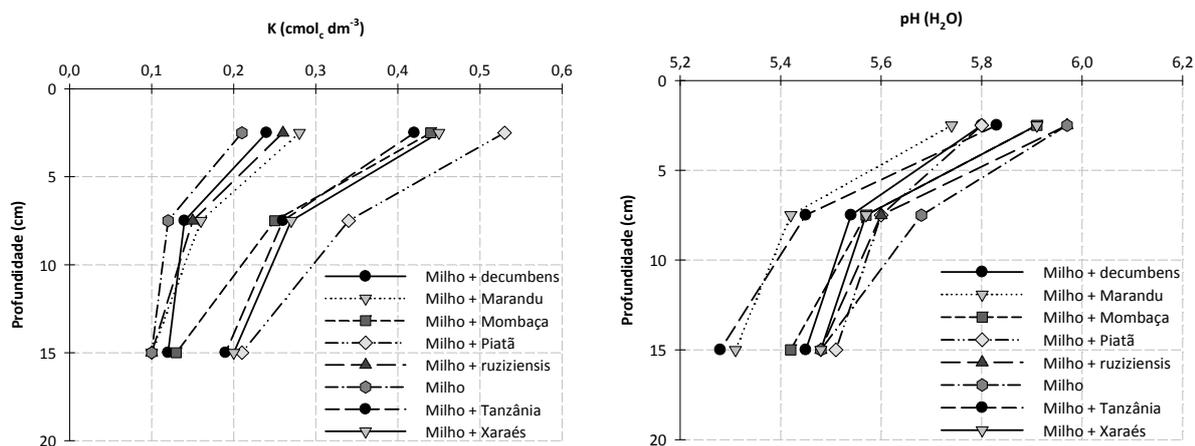
Tabela 1 – Equação ajustada para a decomposição da palhada de espécies forrageiras cultivadas na entressafra e avaliada durante o ciclo da soja subsequente, parâmetros da equação correspondentes a estimativa da massa seca existente no início da decomposição ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), taxa de decomposição ( $\text{g g dia}^{-1}$ ) e tempo de meia vida (dias), em Campo Grande, safra 2009/10.

Cultivo	Modelo	$r^2$	a ( $t_0$ )	b (taxa)	Meia-vida (dias)
Milho + ruziziensis	$y = 7461,7e^{-0,008x}$	0,91	7462	-0,008	87
Milho + decumbens	$y = 8677,9e^{-0,008x}$	0,90	8678	-0,008	87
Milho + Piatã	$y = 16806e^{-0,008x}$	0,96	16806	-0,008	87
Milho + Mombaça	$y = 11918e^{-0,008x}$	0,96	11918	-0,008	87
Milho + Xaraés	$y = 10095e^{-0,009x}$	0,99	10095	-0,009	77
Milho + Marandu	$y = 10850e^{-0,007x}$	0,83	10850	-0,007	99
Milho + Tanzânia	$y = 9840,8e^{-0,008x}$	0,92	9841	-0,008	87

Os atributos químicos do solo foram avaliados após a colheita da soja e para a maioria dos indicadores não se verificou efeitos importantes (Tabela 2). Com a decomposição da massa vegetal residual, há aporte de nutrientes e estímulo à atividade biológica que resultam em alterações em atributos químicos do solo, no caso em estudo verificou-se alterações com destaque para o pH em água e nos teor de potássio (Figura 2).

Tabela 2 – Análise química do solo após a decomposição da palhada de espécies forrageiras cultivadas no período de entressafra e logo após a colheita da soja cultivada em sequência na safra 2009/10, em Campo Grande, MS.

Atributo	Camada (cm)	Milho + Decumbens	Milho + Marandu	Milho + Mombaça	Milho + Piatã	Milho + Ruziziensis	Milho Solteiro	Milho + Tanzânia	Milho + Xaraés
pH $H_2O$	0 a 5	5,80	5,74	5,91	5,80	5,97	5,97	5,83	5,91
	5 a 10	5,54	5,42	5,57	5,60	5,60	5,68	5,45	5,57
	10 a 20	5,45	5,31	5,42	5,51	5,48	5,48	5,28	5,48
Al	0 a 5	0,07	0,03	0,03	0,10	0,00	0,07	0,00	0,03
	5 a 10	0,13	0,33	0,17	0,10	0,10	0,17	0,20	0,13
	10 a 20	0,27	0,40	0,27	0,20	0,17	0,23	0,40	0,30
Ca	0 a 5	3,77	3,63	3,93	3,83	4,33	4,20	3,77	3,53
	5 a 10	2,67	2,30	2,60	2,80	2,83	3,00	2,43	2,57
	10 a 20	1,97	1,70	2,00	2,03	2,10	2,00	1,77	1,97
Mg	0 a 5	1,97	1,80	2,17	1,80	2,27	2,07	1,77	1,93
	5 a 10	1,27	1,10	1,27	1,20	1,37	1,40	1,00	1,20
	10 a 20	0,83	0,73	0,83	0,90	0,93	0,90	0,70	0,80
H+Al	0 a 5	5,38	5,61	5,28	5,45	4,78	5,21	5,55	5,02
	5 a 10	6,18	6,65	5,85	5,75	5,73	5,92	6,99	6,19
	10 a 20	6,24	6,88	6,40	6,07	5,85	5,98	7,13	6,43
K	0 a 5	0,24	0,28	0,44	0,53	0,26	0,21	0,42	0,45
	5 a 10	0,14	0,16	0,25	0,34	0,15	0,12	0,26	0,27
	10 a 20	0,12	0,10	0,13	0,21	0,10	0,10	0,19	0,20
P	0 a 5	95,93	62,30	75,67	91,27	65,37	62,87	92,33	67,67
	5 a 10	34,73	33,93	30,47	32,33	39,63	38,20	66,60	36,63
	10 a 20	4,73	4,83	4,80	4,43	4,93	8,33	12,77	9,00



Fig

ura 2 – Distribuição no perfil do solo, do pH em água e teor de potássio, após o cultivo de milho consorciado com forrageiras e de soja em sequência. Campo Grande, MS.

A avaliação dos atributos físicos do solo apresentou diferenças não significativas para Densidade, macro-porosidade, micro-porosidade e porosidade total do solo (Tabela 3). No entanto, para o tamanho médio dos agregados (DMP), tanto para determinação via seca, como em água (Tabela 4), foram observadas diferenças significativas, com evidente efeito das forrageiras em aumentar o DMP em relação ao sistema com o milho solteiro. Possivelmente, este efeito está associado ao abundante sistema radicular das gramíneas forrageiras (Salton et al. 2008). A estabilidade dos agregados foi estimada por meio do índice de estabilidade dos agregados (IEA), derivado da relação entre o DMP seco e o DMP em água, cujas diferenças, embora não significativas estatisticamente, apontam para um interessante efeito da *B. ruziziensis*.

Tabela 3 - Densidade do solo (DS), macroporosidade (MP), microporosidade (mp) e porosidade total (PT) de três camadas do solo, sob cultivo de espécies forrageiras de entressafra e após a colheita da soja, safra 2009/10, cultivada em sequência. Campo Grande, MS.

Camada (cm)	Espécies							
	Decumbens	Marandu	Mombaça	Piatã	Ruziziensis	Milho solteiro	Tanzânia	Xaraés
Densidade do solo (g cm <sup>-3</sup> )								
0 a 5	1,21 <sup>ns</sup>	1,17	1,18	1,25	1,14	1,10	1,14	1,27
5 a 10	1,32	1,31	1,30	1,35	1,33	1,28	1,29	1,26
10 a 20	1,31	1,32	1,31	1,29	1,33	1,27	1,34	1,30
Macroporosidade (%)								
0 a 5	18,9 <sup>ns</sup>	22,5	22,3	19,0	24,2	23,9	22,7	17,2
5 a 10	13,9	14,6	15,6	13,4	13,3	17,4	15,5	16,8
10 a 20	12,9	13,4	12,9	14,2	13,7	14,8	12,6	14,1
Microporosidade (%)								
0 a 5	37,9 <sup>ns</sup>	35,7	35,1	37,0	35,7	35,2	35,3	38,0
5 a 10	38,6	37,7	38,2	38,7	39,0	36,9	38,3	37,8
10 a 20	38,9	38,7	38,3	38,4	38,9	38,0	38,9	38,4
Porosidade total (%)								
0 a 5	56,9 <sup>ns</sup>	58,2	57,3	56,0	59,9	59,1	58,0	55,2
5 a 10	52,5	52,3	53,9	52,1	52,3	54,3	53,8	54,7
10 a 20	51,8	52,1	51,2	52,6	52,6	52,8	51,4	52,5

<sup>ns</sup> = diferenças entre as médias não significativas a 5% pelo teste Tukey

Tabela 4 - Tamanho médio dos agregados (DMP) obtidos por peneiramento à seco e em água e o Índice de estabilidade dos agregados (IEA) para camada de 0 a 10 cm do solo, sob cultivo de espécies forrageiras de entressafra e após a colheita da soja, safra 2009/10, cultivado em sequência. Campo Grande, MS.

Espécies	DMP seco (mm)	DMP água (mm)	IEA
Milho solteiro	3,36 b	3,15 B	0,94
Milho + Marandu	3,66 ab	3,56 Ab	0,97
Milho + Xaraés	3,74 ab	3,48 Ab	0,93
Milho + Piatã	3,82 ab	3,67 Ab	0,96
Milho + Ruziziensis	3,98 ab	4,03 Ab	1,00
Milho + Tanzânia	4,21 ab	4,08 Ab	0,97
Milho + Mombaça	4,66 ab	4,41 A	0,95
Milho + Decumbens	4,77 a	4,07 Ab	0,85

## CONCLUSÕES

Verificou-se e fez-se das forrageiras alterando o pH e o teor de potássio no solo em comparação ao sistema de milho solteiro, com destaque para o consórcio de milho + Piatã. Quanto aos atributos físicos, não foram encontrados efeitos significativos para densidade e porosidade, mas a agregação do solo foi afetada significativamente pela presença das forrageiras, proporcionando maior tamanho médio dos agregados, em comparação ao cultivo do milho solteiro. A utilização do consórcio de milho com forrageiras, durante o período de entressafra, pode resultar em melhorias nos atributos do solo, além de proporcionar adequada cobertura do solo para o Sistema Plantio Direto.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e a Bunge pelo apoio financeiro

## REFERÊNCIAS

- ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUIMARÃES, V. F.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um Latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.30, p.109-115, 2008.
- BASTOS FILHO, G.; NAKAZONE, G.; BRUGGEMANN, G.; MELO, H. Uma avaliação do plantio direto no Brasil. *Revista Plantio Direto, Passo Fundo*, XVII, n. 101, p. 14-17, 2007.
- BATISTA, K.; DUARTE, A.P.; CECCON, G.; DE MARIA, I. C.; CANTARELLA, H. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha em função da adubação nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.46, p.1154-1160, 2011.
- CARTER, M. R. Organic matter and sustainability. In: REES, R. M.; BALL, B. C.; CAMPBELL, C. D.; WATSON, C. A. Sustainable management of soil organic matter. Wallingford: CABI Publishing, 2001. p.9 -22.
- CECCON, G. Milho safrinha com solo protegido e retorno econômico em Mato Grosso do Sul. *Revista Plantio Direto*, v.97, p.17-20, 2007.
- ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeiras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.321-328, 2006.
- FERREIRA, A. C. B.; LAMAS, F. M.; CARVALHO, M. C. S. C.; SALTON, J. C.; SUASSUNA, N. D. Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Jun 2010, vol.45, n.6, p.546-553.
- LAMAS, F. M.; STAUT, L. A. Espécies vegetais para cobertura do solo no cerrado de Mato Grosso. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 4 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 97).
- PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. de A.; ASSIS, R. L.; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p.17-25, 2011.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEICAO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p. 11-21, 2008.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, p.421-428, 2008.