

INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DO SOLO SOB INFLUÊNCIA DO CULTIVO DE TRIGO COM DUPLO PROPÓSITO

SOIL MICROBIOLOGICAL INDICATOR INFLUENCED BY DUAL PURPOSE WHEAT SYSTEM

Fábio Pedro da Silva BATISTA¹; Walter Quadros RIBEIRO JÚNIOR²;
Maria Lucrecia Gerosa RAMOS³; Lúcio José VIVALDI³; Lourival VILELA²

1. Estudante de Doutorado em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, DF, Brasil. fabio.pedro@gmail.com; 2. Pesquisador da EMBRAPA Cerrados, Planaltina, DF, Brasil. 3. Professora, Doutora, FAV – UnB, Brasília, DF, Brasil; 4. Professor, Doutor, Departamento de Estatística – UnB, Brasília, DF, Brasil.

RESUMO: O Trigo de Duplo Propósito (TDP) é um sistema de cultivo em que se utilizam cultivares para a produção de grãos e forragem, esta destinada ao consumo animal. Este sistema pode exercer grande influência na dinâmica e atividade microbiana do solo. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do sistema de manejo (com e sem cortes e do número de cortes, 1 ou 2 cortes) de quatro cultivares de trigo para duplo propósito, nos atributos microbiológicos do solo em Planaltina, Distrito Federal. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com seis repetições em esquema de parcelas subdivididas, onde os cultivares de trigo (Frontana, BH 1146, BRS 264 e Aliança) foram alocados nas parcelas experimentais. Os cortes foram feitos após o primeiro ciclo de crescimento e foram as subparcelas. O cultivar Frontana proporcionou os maiores teores de carbono orgânico total (COT), de nitrogênio total (Ntotal) e da biomassa microbiana (N-BMS). Os maiores valores na relação N-BMS/Ntotal foram observados nos cultivares Frontana, Aliança e BRS 264. O corte estabelecido nos cultivares Frontana e Aliança provocou redução da respiração basal (RB) do solo, assim como do carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) no trigo Aliança. O C-CBMS aumentou com o efeito do manejo do corte no cultivar BH 1146. O corte também provocou aumento nos percentuais do quociente microbiano (qMIC), nos cultivares Frontana e BH1146, enquanto que nos demais cultivares, houve um efeito oposto.

PALAVRAS-CHAVE: Trigo de Duplo Propósito. Atributos microbiológicos do solo. Cerrado. Indicador de qualidade do solo.

INTRODUÇÃO

O trigo de duplo propósito (TDP) surgiu como uma das modalidades tecnológicas da integração Lavoura-Pecuária em que se utilizam cultivares, tanto para a produção de grãos, visando à alimentação humana, quanto para a produção de forragem para a alimentação animal (SANTOS; FONTANELI, 2006). A utilização deste sistema na região do Cerrado Central pode aumentar a rentabilidade, além de proporcionar uma maior flexibilidade ao sistema produtivo, permitindo ao produtor o gerenciamento da produção em função do produto mais rentável (forragem e/ou grão) (MACEDO, 2009). Além disso, pode-se recuperar e manter a fertilidade do solo nessa região com a implantação do TDP (VILELA et al., 2001).

A cultura do trigo possui plasticidade fenotípica (TRINDADE, 2006), o que pode facilitar a sua adaptabilidade aos sistemas de manejo. O corte da mesma visando a produção de forragem pode promover a alocação do carbono às raízes (BAZOT et al., 2005), a exsudação de compostos orgânicos (PATERSON, 2003) e, conseqüentemente, aumentar a diversidade e a atividade microbiana na rizosfera (GERMIDA;

SICILIANO, 2001; WILLIANSO; WARDLE, 2007).

No sistema TDP também podem ocorrer alterações nas propriedades do solo, principalmente as microbiológicas que refletem o status ambiental ou as condições de sustentabilidade de um determinado solo (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007). Há vários indicadores microbiológicos do solo, dentre eles, a biomassa microbiana, que é a fração viva da matéria orgânica do solo, e esta é bastante sensível às alterações impostas pelo manejo do solo, tais como a adubação nitrogenada e fosfatada (COSER et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009), a cobertura vegetal (SILVA et al., 2007) e o manejo do solo (PEREZ et al., 2004).

A retirada da parte aérea das plantas pode alterar estes indicadores microbianos do solo, como a biomassa microbiana do solo e a sua atividade respiratória microbiana (WILLIAMSON; WARDLE, 2007), além de alterar a diversidade de espécies de fungos e bactérias (MACDONALD et al., 2004). Porém, existem poucos estudos sobre a dinâmica quantitativa e qualitativa da atividade microbiana associada a sistemas produtivos como os que envolvem modelos de integração lavoura pecuária, principalmente em sistemas onde retiradas

intermitentes da parte aérea podem afetar a disponibilidade de carbono aos microrganismos na rizosfera (BAZOT et al., 2005), alterando seu metabolismo e atividade biológica.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do sistema de manejo (com e sem cortes e do número de cortes, 1 ou 2 cortes) de quatro cultivares de trigo para duplo propósito, nos atributos microbiológicos do solo em Planaltina, Distrito Federal.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da EMBRAPA Cerrados, situada no município de Planaltina, no Distrito Federal, com coordenadas geográficas 15° 35' 30'' S, 47° 42' 00'' W e 1175 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima do Distrito Federal é Tropical e as precipitações concentram-se no

verão. O período chuvoso corresponde aos meses de novembro a janeiro, e o período seco ocorre no inverno, especialmente nos meses de junho a agosto.

As amostras de terra foram coletadas no período entre maio e setembro de 2009 e, de acordo com os dados fornecidos pela Estação Meteorológica da EMBRAPA Cerrados neste ano, a precipitação somou 1226 mm, a média da temperatura foi de 21 °C e da radiação solar de 433 cal cm⁻² dia. Durante o ciclo da cultura (período de abril a setembro), a precipitação média durante o ciclo da cultura foi de 84 mm e as temperaturas máximas e mínimas foram de 28 e 15 °C, respectivamente.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, textura argilosa, A moderado (EMBRAPA, 2006) e as características químicas do solo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo antes da instalação do experimento, no ano de 2009.

Ano	pH (H ₂ O)	Ca+Mg cmol dm ⁻³	K cmol dm ⁻³	Al	P mg dm ⁻³	MO g dm ⁻³	CTC _(efetiva) cmolc dm ⁻³
2009	5,63	3,51	0,20	0,16	0,18	20,0	3,87

O experimento foi conduzido em sistema de plantio convencional; a área experimental possuía 372 m² (31 m x 12 m). Cada parcela experimental apresentava as dimensões de 5 m x 0,8 m, constando de quatro linhas, com espaçamento de 20 cm em cada parcela (de 5 m x 0,8 m). Cada parcela continha três subparcelas com dimensões de 1 m x 0,80 m, que representavam o manejo de cortes no trigo. A semeadura das cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) foi realizada de forma manual, em 17 de abril 2009 e foram plantadas 550 sementes m⁻².

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com seis repetições. Cada parcela experimental constituiu-se de quatro linhas espaçadas de 0,20 m, com 5 m de comprimento. As subparcelas em número de três, com dimensões de 1 m x 0,80 m representaram os cortes. Utilizou-se o sistema de plantio convencional e a área experimental possuía 372 m² (31 m x 12 m). A semeadura das cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) foi realizada de forma manual, colocando-se 550 sementes m⁻² em 17 de abril 2009.

Nas parcelas semearam-se os cultivares de trigo (Aliança, BH 1146, BRS 264 e Frontana) e nas subparcelas avaliaram-se os cortes, que variaram de 1 a 2. Dependendo da produção de biomassa nos cultivares, após o primeiro corte, foi feito um

segundo corte e os restos vegetais dos cortes foram retirados das parcelas.

Aplicaram-se no plantio 400 kg ha⁻¹ da fórmula 03-30-10 e 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura nos cultivares que não receberam corte e naqueles com um corte; nos cultivares que receberam dois cortes, a adubação em cobertura foi parcelada e foi de 25 kg ha⁻¹ de N em cada corte, totalizando 50 kg ha⁻¹ de N. A adubação nitrogenada em cobertura na forma de uréia (CO(NH₂)₂) foi feita logo após cada corte.

A lâmina de irrigação foi de 400 mm aplicada (aspersão sobre a copa), calculada com o auxílio do Software de Monitoramento de Irrigação (EMBRAPA Cerrados) para a cultura do trigo. Essa lâmina de água foi aplicada duas vezes por semana, sendo fornecida em todo o ciclo da cultura.

Os cortes foram baseados no desenvolvimento fisiológico de cada cultivar de trigo, sendo efetuado acima do segundo nó basal da planta, a 10 cm do solo, e realizado de modo a manter a integridade do primórdio floral (futura espiga).

A amostragem da terra foi realizada aos 26 dias após o segundo corte dos genótipos de trigo Frontana e BH1146 (13/07/2009), sendo coletadas em cada subparcela cinco amostras simples, formando uma amostra composta, na profundidade de 0-20 cm. As amostras foram homogeneizadas,

colocadas em sacos plásticos e imediatamente guardadas numa caixa de isopor com gelo e posteriormente mantidas em geladeira a 10°C. As análises químicas e microbiológicas do solo foram realizadas no Laboratório de Biologia do Solo da Universidade de Brasília – UnB.

Analisou-se o carbono orgânico do solo (COT) pelo método da oxidação via úmida, (WALKLEY; BLACK, 1934). O nitrogênio total foi determinado de acordo com o método de Bremner e Mulvaney (1982).

Antes das análises microbiológicas, as amostras foram passadas em peneiras de 8 mm e sua umidade corrigida para 85% da capacidade de campo. A respiração basal (RB) foi determinada segundo a metodologia de Alef e Nannipieri (1995). O carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) foi avaliado pelo método da fumigação-extração (VANCE et al., 1987). Os valores de nitrogênio da biomassa microbiana (N-BMS) foram determinados pelo método de fumigação e extração (BROOKES et al., 1985). A partir desses dados foram calculados o quociente metabólico (qCO₂), o quociente microbiano (qMIC) e a relação N-BMS/N_{total}.

O modelo utilizado na análise dos dados foi o modelo misto gerado pelo procedimento PROC MIXED (LITTELL et al., 1996): $Y_{ijk} = \mu + E_i + C_j +$

$(EC)_{ij} + B_k + (EB)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$, onde: μ : média das parcelas; E_i : é o efeito da espécie no sistema; C_j : é o efeito do corte no sistema; $(EC)_{ij}$: efeitos da interação espécies x cortes no sistema; B_k : é o efeito de bloco; $(EB)_{ik}$: erro a, gerado pela observação das espécies nas parcelas; ε_{ijk} : erro b, gerado pela observação de vários cortes nas subparcelas; onde: E_i , C_j e $(EC)_{ij}$ são efeitos fixos; B_k e $(EB)_{ik}$ são efeitos aleatórios; e ε_{ijk} é o erro aleatório.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as comparações de médias feitas pelo teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade. Para as análises estatísticas utilizou-se o software SAS, versão 9.1 (SAS, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os genótipos de trigo, todos produziram biomassa para receberem um corte, somente os cultivares Frontana e BH1146 receberam um segundo corte.

Na Tabela 2 são apresentados os valores do teste F dos efeitos da cultivar, corte e da interação cultivar x corte das variáveis estudadas. Houve interação significativa entre os cultivares e os cortes para as variáveis respiração basal, carbono da biomassa microbiana e quociente microbiano.

Tabela 2. Resumo da análise de variância das variáveis agrônomicas e microbiológicas em experimento de campo com cultivares de trigo para duplo propósito, sob sistema convencional de plantio, submetidos a cortes da biomassa aérea, em Planaltina (DF).

F.V.	GL	Valor de F							
		COT	N _{Total}	RB	C-BMS	N-BMS	qCO ₂	qMIC	N-BMS/N _{Total}
Cultivar	3	6,31 ^{**}	10,04 ^{**}	2,55*	0,85 ^{ns}	9,5 ^{**}	2,33 ^{ns}	1,17 ^{ns}	5,19 ^{**}
Corte	2	0,36 ^{ns}	0,89 ^{ns}	2,36 ^{ns}	2,62 ^{ns}	0,81 ^{ns}	1,16 ^{ns}	4,59*	0,97 ^{ns}
Cultivar x Corte	4	0,04 ^{ns}	0,15 ^{ns}	2,90*	3,51*	1,50 ^{ns}	0,94 ^{ns}	3,31*	1,71 ^{ns}

F.V – Fonte de variação; G.L – Grau de liberdade; COT - Carbono Orgânico Total; N_{Total} - Nitrogênio Total; C-BMS - Carbono da Biomassa Microbiana do Solo; RB - Respiração Basal (RB); N-BMS - Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo; qCO₂ - Quociente Metabólico; qMIC - Quociente Microbiano; - Relação N-BMS/N_{Total}; Produção de Biomassa Acumulada (PBA) e Produção de Grãos (PG); * significativo ao nível de 5% de probabilidade no teste F; ^{ns} – Não significativo.

O qCO₂ do solo não foi afetado pelos cortes e nem pelos cultivares de trigo estudados (Tabelas 2 e 3), sugerindo que os cultivares e os cortes não alteraram a eficiência metabólica dos microrganismos. Resultados diferentes foram obtidos na literatura. Henri e Christensen (2008), observaram menores valores de qCO₂ após o corte

da forrageira *Plantago arenaria*. Em trabalho com trigo no Cerrado, Ramos et al. (2010) observaram valores de qCO₂ entre 0,041 e 0,078 mg C-CO₂ kg C biomassa⁻¹ dia⁻¹, que foram abaixo das médias observadas nesse estudo (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito do sistema de manejo (com e sem cortes) e do número de cortes (1 ou 2 cortes) dos cultivares de trigo para duplo propósito sobre o quociente metabólico ($\text{mg C-CO}_2 \text{ kg C biomassa}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) do solo, em Planaltina, Distrito Federal, 2009.

Corte	Cultivar			
	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana
Sem Cortes	0,092	0,099	0,071	0,062
1 Corte	0,082	0,078	0,096	0,069
2 Cortes	-(a)	0,077	-(a)	0,059
Média*	0,087A	0,084 A	0,083 A	0,063 A

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste t, a 5 % de probabilidade. -(a) tratamentos em que as cultivares não rebrotaram para receber os cortes. CV genótipo = 46%; CV corte = 47%

O solo sob o cultivar Frontana apresentou maior COT ($23,76 \text{ g kg}^{-1}$) e o cultivado com os cultivares de trigo Aliança e BRS 264 apresentaram os menores valores ($17,40$ e $17,51$, respectivamente) (Tabela 4). Em áreas nativas de cerrado, tem-se observado valores de COT entre 16 e 25 g kg^{-1} e, em áreas sob cultivo, o COT varia entre $11,3$ e $34,3 \text{ g kg}^{-1}$ (PEREZ et al., 2004; CARNEIRO et al., 2009). Valores mais elevados de

COT em diferentes cultivares, podem ser devido à translocação do carbono orgânico das raízes para o solo. Na cultura do trigo, podem ser liberados entre 1500 a $2300 \text{ kg C ha}^{-1}$ (KUZYAKOV; DOMANSKI, 2000). Os cortes nos diferentes genótipos de trigo não alteraram o COT no solo (Tabela 2) e somente os cultivares Frontana e BH 1146 receberam dois cortes.

Tabela 4. Efeito do sistema de manejo (com e sem cortes) e do número de cortes (1 ou 2 cortes) dos cultivares de trigo para duplo propósito sobre o carbono orgânico total (g C kg^{-1}) do solo, em Planaltina, Distrito Federal, 2009.

Corte	Cultivar			
	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana
Sem Cortes	17,65*	18,93	17,67	24,58
1 Corte	17,14	18,04	17,35	23,21
2 Cortes	-(a)	18,31	-(a)	23,50
Média*	17,40 C	18,42 B	17,51 C	23,76 A

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste t, a 5 % de probabilidade. -(a) tratamentos em que as cultivares não rebrotaram para receber os cortes. CV genótipo = 10%; CV corte = 13%

O solo sob o cultivar Frontana apresentou valor de N total de $1,34 \text{ g N kg}^{-1}$ de solo, considerando-se a média entre os cortes, os genótipos Aliança e o BRS 264 não diferiram entre si ($1,16 \text{ g N kg}^{-1}$ de solo) e o BH 1146 apresentou os menores valores de N total ($1,11 \text{ g N kg}^{-1}$ de solo) (Tabela 5). Em áreas nativas de cerrado, são encontrados valores entre $0,78$ e $1,16 \text{ g de N kg}^{-1}$ (PEREZ et al., 2005) e em área de cerrado sob rotação de culturas, tem-se obtido valores de até 2 kg N kg^{-1} de solo (FONSECA et al., 2007)

O COT (Tabela 3) e o Ntotal (Tabela 5), embora estejam essencialmente relacionados aos processos de decomposição/mineralização realizadas pelos microrganismos, têm um elevado tempo de ciclagem (SILVA et al, 2007). Essa pode ser a razão da ausência de diferença significativa

entre os tratamentos que receberam cortes e os que não receberam, já que estes cortes foram realizados em períodos relativamente curtos de tempo (a cada trinta dias). Bazot et al., (2005) também não observaram alterações no COT e Ntotal em solo cultivado com *Lolium perenne*, mesmo após a adição de N após o corte, conforme feito no presente trabalho.

As alterações do COT e Ntotal no solo entre os cultivares estudados sugerem que, possivelmente, há um maior desenvolvimento radicular sob diferentes manejos de corte de trigo, promovendo um maior acúmulo de carbono e nitrogênio no solo, principalmente no cultivar Frontana, sugerindo que a presença destas plantas pode ter promovido maior desenvolvimento radicular e/ou maior exsudação de compostos orgânicos no solo (PATERSON, 2003).

Tabela 5. Efeito do sistema de manejo (com e sem cortes) e do número de cortes (1 ou 2 cortes) dos cultivares de trigo para duplo propósito sobre o Nitrogênio Total (g N kg^{-1}) do solo, em Planaltina, Distrito Federal, 2009.

Corte	Cultivar			
	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana
Sem Cortes	1,17*	1,13	1,16	1,34
1 Corte	1,15	1,09	1,15	1,31
2 Cortes	-(a)	1,11	-(a)	1,36
Média	1,16 B	1,11 C	1,16 B	1,34 A

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste t, a 5 % de probabilidade. -(a) tratamentos em que as cultivares não rebrotaram para receber os cortes. CV genótipo = 10%; CV corte = 6,5%

A respiração basal (RB) indica a atividade microbiológica do solo (GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES, 2008). Os cultivares de trigo não provocaram diferença significativa na RB do solo quando comparados em um mesmo corte (Tabela 5), mas entre os cortes, houve menor RB após um ou dois cortes nos cultivares Aliança e Frontana.

O solo sob os cultivares Frontana e o Aliança apresentaram redução significativa da RB do solo na comparação do tratamento sem cortes com os tratamentos que receberam um e dois cortes (Tabela 6). Em trabalhos com outras espécies de plantas (*Trifolium repens*, *Plantago lanceolata* e *Lolium perenne*) foi observado que a retirada da parte aérea também causou redução da respiração basal do solo (WILLIAMSON; WARDLE, 2007).

Tabela 6. Efeito do sistema de manejo (com e sem cortes) e do número de cortes (1 ou 2 cortes) dos cultivares de trigo para duplo propósito sobre a respiração basal (RB) do solo, em Planaltina, Distrito Federal, 2009.

Corte	Cultivar			
	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana
Sem Cortes	13,41 Aa*	11,39 Aa	9,36 Aa	13,15 Aa
1 Corte	8,82 Ab	11,71 Aa	9,48 Aa	8,81 Ab
2 Cortes	-(a)	13,32 Aa	-(a)	9,19 Ab

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste t, a 5 % de probabilidade. -(a) tratamentos em que os genótipos não rebrotaram para receber os cortes. CV genótipo = 33%; CV corte = 38%

O C-BMS foi alterado dependendo do cultivar e do número de cortes na parte aérea (Tabela 7). Nos tratamentos sem corte, não houve diferença significativa no C-BMS, mas naqueles com um corte da parte aérea, os cultivares Aliança e BRS 264 proporcionaram menores valores que os cultivares BH 1146 e Frontana. No segundo corte, não houve diferença significativa entre os cultivares. Entre os cortes, os cultivares BH 1145 e Aliança influenciaram no C-BMS de forma diferenciada. A retirada da parte aérea provocou um aumento do C-BMS de $116,5 \text{ mg C kg}^{-1}$ solo para $165,2 \text{ mg C kg}^{-1}$ solo no cultivar BH 1146 e deste para o segundo corte, não houve diferença significativa. Por outro lado, no solo sob Aliança, houve uma diminuição de 147 mg C kg^{-1} solo para 113 mg C kg^{-1} solo com um corte. Nos outros cultivares, Frontana e BRS 264, não houve efeito dos cortes no C-BMS. Os valores

de C-BMS obtidos nos solos sob diferentes cultivares de trigo estão de acordo com os observados para essa cultura em solos do cerrado, que varia de $70,67$ a $244,22 \text{ mg C kg}^{-1}$ (RAMOS et al., 2010)

O carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) representa um dos compartimentos da matéria orgânica do solo (MOS) com menor tempo de ciclagem, por isso, é um dos atributos mais sensíveis às alterações na qualidade do solo, que podem ser causadas por mudanças decorrentes do cultivo (CARDOSO et al., 2009), do tipo de manejo (PEREZ et al., 2004) e da adubação (COSER et al., 2007). Tem-se sugerido também que a retirada da parte aérea das plantas pode alterar a biomassa microbiana, pela liberação de nutrientes das raízes em decomposição (MAWDSLEY; BARDGETT, 1997), pela alocação de carbono solúvel ao sistema

radicular (BAZOT et al., 2005), além de alterar a estrutura da comunidade microbiana do solo, devido

às alterações na alocação de carbono para o solo (MACDONALD et al., 2004).

Tabela 7. Efeito do sistema de manejo (com e sem cortes) e do número de cortes (1 ou 2 cortes) dos cultivares de trigo para duplo propósito sobre o carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS- mg C kg⁻¹), em Planaltina, Distrito Federal, 2009.

Corte	Cultivar			
	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana
Sem Cortes	147,9 Aa*	116,5 Ab	131,9 Aa	150,8 Aa
1 Corte	113,0 Bb	165,2 Aa	117,4 Ba	141,0 ABa
2 Cortes	-(a)	187,0 Aa	-(a)	162,0 Aa

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste t, a 5 % de probabilidade. -(a) tratamentos em que os genótipos não rebrotaram para receber os cortes. CV genótipo = 32%; CV corte = 28%

Em pesquisas sob condições controladas, tem-se observado que a retirada da parte aérea pode aumentar ou não a exsudação radicular (PATERSON et al., 2007; MACDONALD et al., 2004), dependendo da espécie de planta ou mesmo entre cultivares. Germida e Siciliano (2001) ao estudarem diferentes cultivares de trigo, observaram, inclusive que diferentes espécies de bactérias colonizavam de forma diferenciada os cultivares estudados e os autores atribuem às diferenças na morfologia ou na composição química das raízes. Possivelmente, o melhoramento genético e o aumento do potencial agrônômico das cultivares de trigo, também alteram a interação entre a

comunidade microbiana e as raízes das plantas (GERMIDA; SICILIANO, 2001), alterando o carbono da biomassa microbiana do solo.

O N-BMS apresentou valores diferentes entre os solos plantados com os diferentes cultivares (Tabela 8). O solo sob o cultivar de trigo Frontana promoveu maior N-BMS (26,54 mg N kg⁻¹) e o solo sob a cultivar BH 1146 proporcionou os menores valores (18,76 mg N kg⁻¹. Em condições de solos do Cerrado, Coser et al. (2007) obtiveram N-BMS entre 20,03 e 33,60 mg N kg⁻¹ em solos cultivados com cevada e valores bem inferiores em solos sob mata nativa de cerrado (entre 1,14 e 1,42 g N kg⁻¹ solo) (PEREZ et al., 2005).

Tabela 8. Efeito do sistema de manejo (com e sem cortes) e do número de cortes (1 ou 2 cortes) dos cultivares de trigo para duplo propósito sobre o nitrogênio da biomassa microbiana do solo (N-BMS – mg N kg⁻¹), em Planaltina, Distrito Federal, 2009.

Corte	Cultivar			
	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana
Sem Cortes	27,56	19,10	22,57	25,76
1 Corte	23,14	20,18	23,58	28,06
2 Cortes	-(a)	16,99	-(a)	25,79
Média*	25,35 AB	18,76 C	23,08 B	26,54 A

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste t, a 5 % de probabilidade. -(a) tratamentos em que os cultivares não rebrotaram para receber os cortes. CV genótipo = 20%; CV corte = 19%

O nitrogênio da biomassa microbiana do solo também é um indicador microbiológico do solo e está associado à matéria orgânica do solo (MOS) e pode disponibilizar o nitrogênio de formas relativamente lábeis, de ciclagem rápida, ou de moléculas bastante humificadas e recalcitrantes (STEVENSON, 1982).

A intensificação dos cortes aumentou significativamente o quociente microbiano - qMIC (razão entre o carbono da biomassa microbiana e o

carbono orgânico do solo) no solo cultivado com os cultivares Frontana e BH1146 (Tabela 9). Esse fato pode estar relacionado à maior qualidade de produtos rizosféricos liberados no solo e/ou ao maior desenvolvimento radicular destas cultivares após os cortes, o que torna vantajoso, portanto, adotar o sistema TDP com as cultivares mencionadas, pois maiores valores de qMIC indicam maior qualidade da MOS (PEREZ et al., 2004). Por outro lado, o cultivar Aliança provocou

diminuição do quociente microbiano, apesar de não ter sido alterada a eficiência metabólica dos mesmos, pois não houve efeito dos cortes no qCO_2 (Tabelas 2 e 3). Em geral, os valores obtidos para

$qMIC$ estão de acordo com aqueles obtidos por Ramos et al. (2010) na cultura do trigo em plantio convencional (entre 0,33 e 1,14 %).

Tabela 9. Efeito do sistema de manejo (com e sem cortes) e do número de cortes (1 ou 2 cortes) dos cultivares de trigo para duplo propósito **sobre o** quociente microbiano ($qMIC$) do solo, em Planaltina, Distrito Federal, 2009.

Corte	Cultivar			
	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana
Sem Cortes	0,84Aa*	0,61Bb	0,75Aa	0,62Bb
1 Corte	0,67Bb	0,90Aa	0,69Ba	0,65Bb
2 Cortes	-(a)	1,03Aa	-(a)	0,80Aa

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste t, a 5 % de probabilidade. -(a) tratamentos em que os genótipos não rebrotaram para receber os cortes. CV genótipo = 30%; CV corte = 31 %

Os cortes não influenciaram significativamente a eficiência dos microrganismos em utilizar o N do solo (Tabela 10), assim como não foram alterados o carbono orgânico, o Ntotal (Tabelas 4 e 5) e o N-BMS (Tabela 10) após os cortes efetuados nos cultivares de trigo. O genótipo BH 1146 proporcionou relação N-BMS/Ntotal no

solo significativamente menor que Frontana e o Aliança. A relação N-BMS/Ntotal, em solo de cerrado cultivado com cevada esteve entre 1,81 e 2,53 (COSER et al., 2007) e com soja sob diferentes sistemas de preparo de solo, entre 1,19 e 2,28 (PEREZ et al., 2005).

Tabela 10. Efeito do sistema de manejo (com e sem cortes) e do número de cortes (1 ou 2 cortes) dos cultivares de trigo para duplo propósito sobre a relação nitrogênio da biomassa microbiana do solo/Nitrogênio Total (Relação N-BMS/Ntotal), em Planaltina, Distrito Federal, 2009.

Cortes	Cultivar			
	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana
Sem Cortes	2,35	1,70	1,94	2,00
1 Corte	2,02	1,90	2,05	2,14
2 Cortes	-(a)	1,54	-(a)	2,00
Média*	2,19 A	1,71 B	2,0 A	2,04 A

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste t, a 5 % de probabilidade. -(a) tratamentos em que os cultivares não rebrotaram para receber os cortes. CV genótipo = 19%; CV corte = 18%

A relação N-BMS/Ntotal representa uma fração disponível do N para as plantas o que repercute numa maior qualidade da MOS. Assim, quando a matéria orgânica apresenta baixa qualidade nutricional, os microrganismos assimilam menos N, o que diminui o N-BMS (GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES, 2008).

CONCLUSÕES

Os atributos microbiológicos do solo são mais influenciados pelos cultivares de trigo que pelos cortes.

O efeito isolado dos cortes não promove alterações significativas nas variáveis microbiológicas do solo estudadas, o que reflete positivamente na sustentabilidade do sistema.

ABSTRACT: Dual purpose wheat (DPW) is a cultivation system which cultivars are utilized for grain and forage production and this last one is used for animal consumption. This system production can greatly influence the

dynamics and soil microbial activity. The aim of this study was to evaluate the effect of management system (with or without cuts¹ or 2 cuts and the number of cuts, 1 or 2) of four wheat cultivars for dual purpose on soil microbiological attributes in Planaltina, Distrito Federal). The experimental design was randomized blocks with split plot, with six replicates where wheat cultivars were planted on experimental plots (Frontana, BH 1146, BRS 264 and Aliança). The cuts were made after the first growing cycle and were the subplots. Frontana was the wheat cultivar with the highest levels of total organic carbon content (TOC), total N and nitrogen microbial biomass (N-NMB). The relation NMB/total N showed higher values on Frontana, Aliança and BRS 264. The cut made on Frontana and Aliança cultivars caused reduction in soil basal respiration (BR) and the soil microbial carbon biomass (C-MBC) in wheat Aliança. The C-MBC increase with the effect of cutting management on BH1146 and also promoted an increase in percentage of microbial quotient on Frontana and BH146, where as in the other cultivars, there was an opposite effect.

KEY WORDS: Cerrado. Dual purpose wheat. Soil microbiological attributes. Soil quality indicator.

REFERÊNCIAS

- ALEF, K.; NANPIERRE, P. **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. 1 ed. London: **Academic Press**, 1995, 576p.
- ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.
- BAZOT, S.; MIKOLA, J.; NGUYEN, C.; ROBIN, C. Defoliation-induced changes in carbon allocation and root soluble carbon concentration in field-grown *Lolium perenne* plants: do they affect carbon availability, microbes and animal trophic groups in soil? **Functional Ecology**, London, v. 19, p. 886–896, 2005.
- BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen Total. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENY, D. R. **Methods of soil analysis**, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph no 9. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1982. p. 595-624.
- BROOKES, P. C.; LANDMAN, A.; PRUDEN, G.; JENKINSON, D. S. Chloroform fumigation ion and the release of soil nitrogen: A rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 17, p. 837-842, 1985.
- CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; MOREIRA, F. M. de S.; CURI, N. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 631-637, 2009.
- CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D. de; REIS, E. F. de; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. de. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 147-157, 2009.
- COSER, T. R. RAMOS, M. L. G.; AMÁBILE, R. F.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo de Cerrado com aplicação de fertilizante nitrogenado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 399-406, 2007.
- EMBRAPA, 2006. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p.
- FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R. da; OLIVEIRA, G. C. de; BALBINO, L. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de latossolo vermelho distrófico de cerrado sob duas rotações de cultura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, p. 22-30, 2007.
- GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A., SILVA, L. S. da; CAMARGO, F. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. cap. 11, p. 159-182.

GERMIDA, J. J.; SICILIANO, S. D. Taxonomic diversity of bacteria associated with the roots of modern, recent and ancient wheat cultivars. **Biology and Fertility of Soils**, Florença, v. 33, p. 410-415, 2001.

HENRY, F.; VESTERGARD, M.; CHRISTENSEN, S. Evidence for a transient increase of rhizodeposition within one and a half day after a severe defoliation of *Plantago arenaria* grown in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 40, p. 1264–1267, 2008.

KUZYAKOV, Y; DOMANSKI, G. Carbon input by plants into the soil. Review. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v. 163, p. 421-431, 2000.

LITTELL, R. C., MILLIKEN, G. A., STROUP, W. W. **SAS system for mixed models**. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1996. 633p.

MACDONALD, L. M. et al. Short-term effects of defoliation on the soil microbial community associated with two contrasting *Lolium perenne* cultivars. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 36, p. 489-198, 2004.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 133-146, 2009 (supl. Especial)

MAWDSLEY, J. L.; BARDGETT, R. D. Continuous defoliation of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and white clover (*Trifolium repens*) and associated changes in the composition and activity of the microbial population of an upland grassland soil. **Biology and Fertility of Soil**, Florença, v.24, p. 52-54, 1997.

OLIVEIRA, C. A de; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; LANA, U. G. de P.; SCOTTI, M. R.; ALVES, V. M. C. Diversidade bacteriana da rizosfera de genótipos de milho contrastantes na eficiência de uso de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1473-1482, 2009.

PATERSON, E. Importance of rhizodeposition in the coupling of plant and microbial productivity. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v. 54, p. 741-750, 2003.

PATERSON, E.; GEBBING, T.; ABEL, C.; SIM, A.; TELFER, G. Rhizodeposition shapes rhizosphere microbial community structure in organic soil. **New Phytologist**, Lancaster, v. 173, p. 600-610, 2007.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja ob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 6, p. 567-573, 2004.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo cultivado com soja, sob diferentes sistemas de manejo, nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 137-144, 2005.

RAMOS, M. L. G.; CARVALHO, J. G.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q.; FERRRAZ, D. M. M.; AMÁBILE, R. F. Efeito de doses de nitrogênio via fertirrigação na dinâmica microbiana, em solo cultivado com trigo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, p. 376-383, 2010.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S. **Cereais de inverno de duplo propósito para a integração Lavoura-Pecuária no sul do Brasil**. 1. ed. Passo Fundo:Embrapa Trigo, 2006. 104 p.

SAS Institute. User's Guide. versão 9.1.3, versão para Windows. Cary, NC, USA, 2008.

SILVA, M. B.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M. da; LANNA, A. C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 12, p. 1755-1761, 2007.

- STEVENSON, F. J. Origin and distribution of nitrogen in soil. In: STEVENSON, F.J.; BREMNER, J. M.; HAUCK, R. D.; KEENEY, D. R. **Nitrogen in agricultural soils**. Madison: American Society of Agronomy, 1982. p.1-42.
- TRINDADE, M. G. Produção de Trigo Irrigado no Cerrado em Diferentes Densidades de Semeadura. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Montes Belos, v. 1, p. 99-115, 2006.
- VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 19, p. 703-707, 1987.
- VILELA, L.; BARCELLOS, A. D de O. ; SOUSA, D. M. G. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados. Documento 42, 2001. 20p.
- WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, Philadelphia, v. 37, p. 29-38, 1934.
- WILLIAMSON, W. M.; WARDLE, D. A. The soil microbial community response when plants are subjected to water stress and defoliation disturbance. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 37, p. 139-149, 2007.