



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Universidade Federal de Mato Grosso
Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade

RELATÓRIO PARCIAL DE ATIVIDADES 2014-2
AS CONSEQUENCIAS DA ROTAÇÃO E DA SUCESSÃO DE CULTURAS NA
CICLAGEM DO NITROGÊNIO E NA MICROBIOTA DO SOLO

Pesquisador responsável:

Profa. Dra Daniela Tiago da Silva Campos - UFMT/FAMEV

Abril - 2015

Cuiabá-MT

RELATÓRIO PARA AUXÍLIO DE PESQUISA 2015-1

Projeto Agrisus Nº: **PA 1163-13**

Título da Pesquisa: As consequências da rotação e da sucessão de culturas na ciclagem do nitrogênio e na microbiota do solo

Interessado: Daniela Tiago da Silva Campos

Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO, Avenida Fernando Correa da Costa, Cuiabá, MT. Fone: (65) 3615-8606. E-mail: camposdts@yahoo.com.br

Local da Pesquisa: Experimental – Itiquira, MT. Análises – UFMT/FAMEVZ, Laboratório de Microbiologia do Solo.

Valor financiado pela Fundação Agrisus: R\$ 36.000,00

Vigência do Projeto: 28/05/13 a 01/10/15

RELATÓRIO PARCIAL DE ATIVIDADES 2015-1

1. RESUMO DO RELATÓRIO

O presente projeto avalia nas safras de 2013/2014 e 2014/2015, os efeitos dos sistemas de sucessão e rotação de culturas sobre os atributos químicos e microbiológicos do solo e da palhada como também na ciclagem de nitrogênio e de carbono do solo, além dos teores de nutrientes nas plantas e a produção vegetal de algodão, milho e milheto nos sistemas de sucessão e rotação de culturas.

O experimento foi instalado no ano de 2008, em uma área localizada na Estação Experimental Cachoeira da Fundação MT (17° 09' S, 54° 45' W e 490 m de altitude), município de Itiquira, MT. O delineamento utilizado é o de blocos casualizados, sendo 5 sistemas de sucessão e rotação de culturas [(soja/pousio), (soja/milheto), (soja/milho), e os esquemas de rotação de culturas: **ROT1**=[(soja/milheto)/(soja/crotalaria)/(milho+brachiaria)], **ROT2**=[(soja/crotalaria)/(soja/milho+brachiaria)/(brachiaria)] em duas épocas de amostragem.

Foram realizadas análises do número mais provável da microbiota do ciclo do nitrogênio, teor de amônio e nitrato do solo, quantificação do N e C da biomassa microbiana e atividade das enzimas urease. Foi realizado o teor de nitrogênio na parte aérea da planta e

quantificada a produtividade das culturas nas duas safras do ano agrícola 2013-2014.

2. INTRODUÇÃO

A área cultivada com a cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) na safra 2013/2014 no Brasil foi de 30.135,4 milhões de hectares, com a produção de 85.656,1 milhões de toneladas e produtividade de 2.842 mil kg por hectare. A região Centro Oeste foi responsável por 13.909,4 milhões de hectares plantados e só o Estado de Mato Grosso participou com uma área de 8.615,7 milhões de hectares (CONAB, 2014).

Toda essa pujança produtiva encontra respaldo nas seguintes condições: adaptabilidade geográfica; condições favoráveis de solo e clima; aquecimento do mercado internacional, que acompanha a demanda crescente por proteína, em função do aumento da população mundial economicamente ativa; e nos avanços agronômicos conquistados pela pesquisa nas últimas décadas.

O uso intensivo do solo para a exploração agrícola e pecuária, associado aos manejos inadequados, levou à degradação do solo, perda do potencial produtivo e elevados custos de produção, além de gerar sérios problemas tanto econômicos como ambientais, e a necessidade de abertura de novas áreas na região. Em substituição ao modelo agrícola, marcado pela monocultura ou pelo cultivo sucessivo de culturas anuais, a utilização do sistema plantio direto deve ser priorizada, pois esse sistema tem como premissas básicas: (i) rotação de culturas; (ii) manutenção da cobertura na superfície do solo; e (iii) o não revolvimento desse solo.

O solo merece atenção para com seus atributos, dentre eles, a atividade biológica é fundamental para seu equilíbrio, uma vez que esta é em parte responsável pelo processo de transformação estrutural do solo (SPERA et al., 2009), além da microbiota do solo ser a principal responsável pela degradação de compostos orgânicos, ciclagem de nutrientes, respiração basal do solo, produção primária e fluxo de energia do solo (OLIVEIRA, 2006).

Frente a esta realidade, devem-se buscar alternativas viáveis para utilização sustentável dos recursos naturais, baseadas em conservação de solo e ambiente, maximizando o uso de recursos e a produção agropecuária. Nesse contexto, destaca-se o sistema plantio direto e os sistemas de rotação de culturas, que contribuem para aumentar o teor de matéria orgânica no solo e conseqüentemente, favorecerem os processos microbianos de ciclagem dos nutrientes.

O carbono e o nitrogênio são nutrientes essenciais para os sistemas de produção vegetal e animal e o aporte deste aumenta a produtividade, mas também contribui para produção e liberação de gases do efeito estufa, acidificação do solo, contaminação das águas

subterrâneas e aumenta o custo da produção agrícola (MATSON et al., 2002; RABALAIS, 2002). Estes nutrientes estão presentes de forma lábil na biomassa microbiana do solo e por ser a parte “viva do solo”, a sua quantificação é mais sensível quando se compara com o teor de C orgânico e do N total para aferir alterações no solo (GAMA-RODRIGUES, 1999).

Os micro-organismos do solo são responsáveis pelas várias transformações do nitrogênio como a fixação biológica pelas bactérias diazotróficas, a oxidação da amônia realizada por bactérias oxidantes de amônia (AOB) e arqueias oxidadoras de amônia em nitrito (LEININGER et al., 2006;. PROSSER e NICOL, 2008), e posteriormente oxidação a nitrato por bactérias oxidantes de nitrito (NOB) (DEBOER E KOWALCHUK, 2001) e a desnitrificação convertendo formas oxidadas e nitritos em nitrogênio molecular e gás oxido nitroso.

A atividade microbiana do solo pode ser avaliada estimando o carbono e o nitrogênio prontamente mineralizável presente na biomassa microbiana e a atividade das enzimas da β -glicosidase e urease responsáveis respectivamente pelo ciclo do carbono e nitrogênio do solo, estes parâmetros fornecem informações do estado metabólico das comunidades de micro-organismos do solo e da qualidade biológica do solo (OLIVEIRA, 2000).

Mueller et al. (2013) observaram que a maior diversidade de espécies de plantas influenciaram positivamente sobre as concentrações de amônio no solo. Os autores inferem este resultado devido ao maior acúmulo de carbono, portanto, fornecendo sítios de troca com o amônio.

Segundo Subbarao et al. (2012), as espécies de braquiárias podem reduzir significativamente o potencial de nitrificação e a população microbiana nitrificante do solo, podendo estas serem exploradas benéficamente pelas culturas anuais, como o milho, cultura que recebe grandes quantidades de fertilizantes nitrogenados, porém, não apresenta a capacidade de inibir a nitrificação, resultando grandes perdas deste nutriente nos sistemas de produção agrícola.

As espécies do gênero das braquiárias podem sintetizar e liberar de suas raízes exsudatos que inibem o processo de nitrificação, mantendo assim o N na forma amoniacal ($N-NH_4^+$) por maior tempo e retardando a oxidação a nitrato ($N-NO_3^-$) (ISHIKAWA et al., 2003, SUBBARAO et al., 2012) provocando alterações na ciclagem do nitrogênio (N) no sistema solo-planta.

Apesar do grande interesse em determinar a qualidade biológica do solo sob sistemas naturais e agrícolas, estudos sobre o impacto de diferentes sistemas de rotação de culturas na ciclagem de nitrogênio e de carbono e na atividade microbiana dos solos de Cerrado são

recentes (OLIVEIRA, 2006; SPERA et al., 2009).

A velocidade e a intensidade dos processos biológicos são dependentes de fatores como o preparo do solo, a fonte de nitrogênio, os teores de nutrientes, as plantas cultivadas, o teor de matéria orgânica, a relação C:N, que influenciam diretamente na composição da microbiota do solo. Portanto, como são escassas as literaturas que correlacionem os sistemas produção agrícola nas condições tropicais com a diversidade das bactérias e arqueias responsáveis pelo ciclo do nitrogênio, este trabalho tem como objetivo principal estudar os efeitos da rotação e sucessão de culturas sobre os processos microbianos relacionados com a ciclagem de nitrogênio e carbono do solo. Além, de conferir os impactos na produção da cultura principal, que é a soja, quantificando a sua produtividade de grãos, teores de nitrogênio na planta e nos grãos e correlacionando com os atributos químicos do solo.

3. MATERIAL e MÉTODOS

3.1 Descrição da área de estudo e do sistema de cultivo

O trabalho está sendo desenvolvido com solos coletados na Estação Experimental Cachoeira da Fundação MT (17° 09' S, 54° 45' W e 490 m de altitude), município de Itiquira, MT. A região está localizada sob bioma de Cerrado, cujo clima predominante, segundo classificação de Köppen, é o do tipo Aw. A precipitação média é entre 1.200 e 1.800 mm e a temperatura média anual entre 22 e 23 °C. O solo da Estação Experimental Cachoeira é classificado como Latossolo Vermelho distrófico e de textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006).

O solo da área experimental foi cultivado durante 25 anos no sistema de sucessão soja/milho “safrinha” e a partir do ano agrícola de 2008/2009 foram implantados os sistemas citados acima. Portanto, o ano agrícola (2013/2014), é o sexto ano de condução do experimento. Os tratamentos têm quatro repetições, com parcelas de 20 m x 45 m, semeadura mecanizada e adubação de acordo com a análise de solo e recomendações de Souza e Lobato (2004). Nos cultivos sucessivos de soja/milho e soja/crotalária, a adubação é realizada somente na cultura principal (soja).

3.2 Coleta de solo

As coletas de solos foram realizadas em dezembro de 2013 (período de florescimento pleno das culturas da soja) e em 21 de fevereiro de 2014. Foi coletada uma amostra composta de dezoito subamostras simples em cada parcela. As amostras de solo

foram coletadas na profundidade de 0-10 cm.

O solo coletado foi homogeneizado, adicionado em sacos plásticos, devidamente identificados, acondicionados em caixas térmicas contendo gelo e transportados para ao Laboratório de Microbiologia do Solo da Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, onde foram, homogeneizadas com o uso de peneira com malha de 4 mm. Após esta etapa, parte das amostras foi pesada para as avaliações de nitrogênio da biomassa microbiana e nitrogênio mineral do solo; parte foi armazenada em câmara fria à 4 °C até a execução das análises tradicionais e; parte foi congelada a – 80°C, e para todas as análises laboratoriais foram realizadas em triplicatas de cada amostra.

3.3 Enumeração dos microrganismos amonificadores, fixadores de nitrogênio de vida livre, nitrificadores e desnitrificadores pela técnica do número mais provável

Para a enumeração dos micro-organismos fixadores de nitrogênio de vida livre, amonificadores, nitrificadores e desnitrificadores preparou-se a uma suspensão com 10 g de solo que foi diluído em 90 mL de solução salina (NaCl a 0,90%) e agitado a 200 rpm durante 30 minutos. Realizaram-se diluições sucessivas (10^{-2} a 10^{-5}) e foram inoculados três repetições para cada diluição. A estimativa do número mais provável foi obtida segundo metodologia proposta por Lorch et al. (1998) e utilizando a tabela de Man (1993).

Para determinação do número de bactérias fixadoras de nitrogênio de vida livre utilizou-se o meio de cultura semi-sólido NFb (*A. lipoferum* e *A. brasilense*) de acordo com (Döbereiner et al., 1995). Os micro-organismos amonificadores foram enumerados de acordo com metodologia proposta por Saratchandra (1978), os nitrificadores com meio de cultivo descrito por Alef & Nannipieri (1998) e os desnitrificadores segundo a metodologia sugerida por Tiedje (1982).

3.4 Quantificar C e N da biomassa microbiana

A assimilação de C e o N pela biomassa microbiana foram quantificados pelo método da fumigação-extração (Vance et al., 1987) e Brookes et al. (1985) respectivamente. Esse método permite quantificar o carbono e/ou nitrogênio imobilizados na BM que se torna extraível em solução aquosa de sulfato de potássio ($0,5 \text{ mol L}^{-1}$) após o processo da fumigação direta do solo com clorofórmio. Os elementos imobilizados na BM serão estimados pela diferença entre a quantidade extraída das amostras fumigadas e não-fumigadas de acordo com Brookes et al. (1982), procedendo a extração e quantificação do carbono microbiano pelo

método de Walkley e Black (1934), modificado segundo Tedesco et al. (1995) sem aquecimento externo em chapa. Foi utilizado o $k_c=0,33$ preconizado por Sparling e West (1988). Os dados foram expressos em mg C ou N Kg⁻¹ de solo seco.

O nitrogênio da biomassa microbiana está sendo avaliado segundo método de Brookes et al. (1985). Após a fumigação ou não do solo com clorofórmio isento de álcool, a extração de N das amostras foi feita com uma solução com 43,6 g L⁻¹ de K₂SO₄, na proporção de 1:4 (solo:solução; massa:volume), sob agitação, a 175 rpm, por 60 minutos, centrifugação por 10 minutos a 2.500 rpm e filtração em papel qualitativo, congelando-se os extratos. A determinação do nitrogênio foi feita por colorimetria, segundo Keeney e Nelson (1982). O N-microbiano foi calculado pela equação N-microbiano = EN/0,54, em que EN é a diferença entre o N extraído das amostras fumigadas e das não fumigadas (Brookes et al., 1985).

3.5 Avaliação da Atividade enzimática do solo

A atividade de urease foi determinada segundo método descrito por Kandeler e Gerber (1988), com modificações. Amostras compostas de solo fresco (0,5g) foram misturadas com 2 mL de solução 75 mmol L⁻¹ de tampão borato, pH 10 e 0,25 mL de solução 80 mmol L⁻¹ de ureia. Incubaram-se as amostras a 37 °C durante duas horas e após esta foi adicionado a solução de uréia nas amostras controles e 3 mL de solução 1 mol L⁻¹ de cloreto de potássio acidificada (0,01 mol L⁻¹ HCl) e posteriormente foi realizada a agitação por 60 min. As amostras foram centrifugadas a 4.000 rpm, por 10 min. Após esse tempo, 1 mL do sobrenadante foi retirado e misturado com 9 mL de água destilada, 5 mL de solução básica de salicilato/nitroprussiato de sódio e 2 mL de solução 0,1 % de ácido dicloroisocianúrico.

Depois de uma hora em repouso, em temperatura ambiente, foi medida a intensidade da cor da solução (formação de um complexo de coloração verde), a 660 nm, em espectrofotômetro UV/Vis. Controles negativos foram feitos, simultaneamente, para verificar a formação de amônia produzida por via não enzimática. O procedimento foi o mesmo adotado para as amostras, exceto com relação à adição de ureia, que foi feita no final da incubação e imediatamente depois da adição de solução 1 mol L⁻¹ KCl/HCl.

A curva de calibração foi obtida a partir da solução-padrão estoque, 1.000 mg mL⁻¹ de N-NH₄⁺. O conteúdo de N-NH₄⁺ no solo foi calculado pela referência ao gráfico de calibração plotado a partir dos resultados obtidos com as soluções-padrão diluídas, contendo 0; 0,5; 1,0; 2,0; 2,5 µg mL⁻¹ de N-NH₄⁺. Todos os tratamentos foram feitos em triplicata, sendo a atividade de urease expressa em µg g⁻¹ 2h⁻¹ de N-NH₄⁺ no solo.

3.6 Quantificação do nitrogênio mineral do solo

O nitrogênio mineral do solo (NH_4^+ e NO_3^-) foi quantificado por extração em KCl 2 M, seguida de filtragem do sobrenadante de acordo com Keeney; Nelson (1982).

3.7 Quantificação do nitrogênio na planta

No período de florescimento foi coletado aleatoriamente, a parte aérea de oito plantas de cada parcela. Estas foram avaliadas quanto à produção de massa seca e quantidade de C e N foliar foram analisados por combustão a seco (LECO CNH-628, LECO Corporation, EUA).

3.8 Produção agrícola

A produção da soja, milho, milheto e braquiária foram avaliadas e utilizadas para as inferências dos resultados microbiológicos e químicos.

3.8 Análise dos resultados

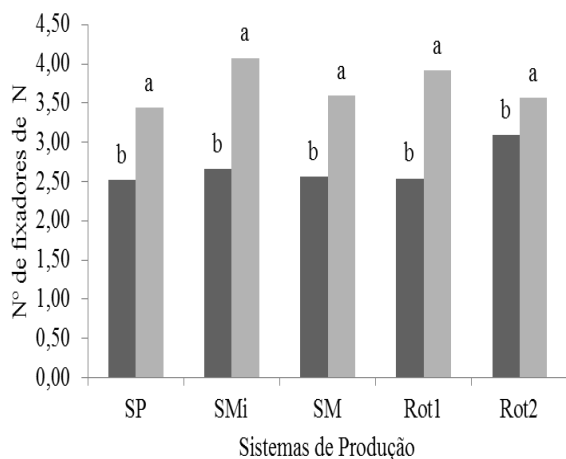
Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, para verificação da normalidade dos resultados. Constatando-se normalidade, foi realizada a análise de variância (ANOVA). As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de significância. O aplicativo computacional será o software R.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

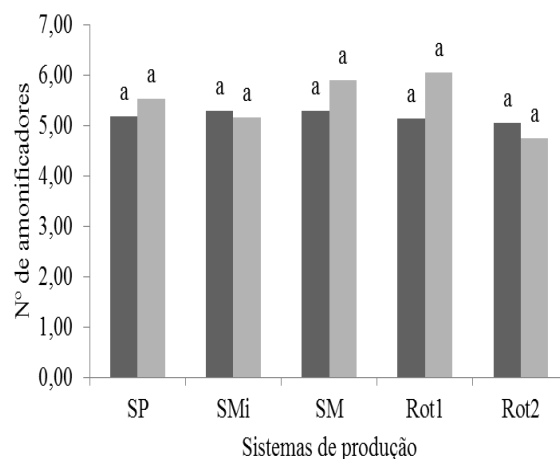
4.1 Microrganismos do ciclo do nitrogênio: Fixadores, nitrificantes, desnitrificantes e amonificadores

Os sistemas de produção e as épocas de amostragem não influenciaram o número de microrganismos amonificadores, nitrificadores e desnitrificadores. Apenas épocas de amostragem influenciaram o número de bactérias fixadoras de nitrogênio de vida livre conforme ilustra a Figura 1.

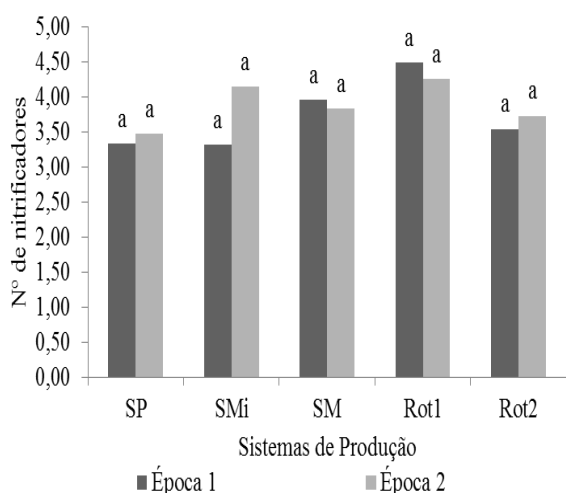
A-Número de fixadores de N



B-Número de amonificadores



C-Número de nitrificadores



D-Número de destrifcadores

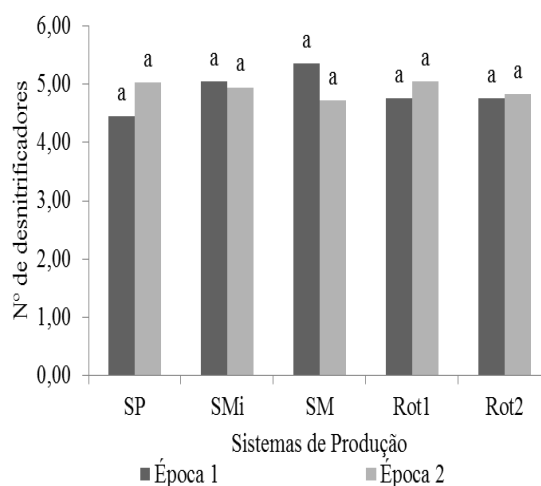


Figura 1. Número de micro-organismos amonificadores (A), fixadores de nitrogênio de vida livre (B), nitrificadores (C) e desnitrificadores (D) no solo dos sistemas de produção de soja. Letras distintas entre épocas de avaliação, dentro dos sistemas de produção, “indicam” diferença entre as médias pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. SP=soja/pousio; SMi=soja/milheto; SM=soja/milho; Rot1=(soja/milheto)/(soja/crotalária)/(milho + braquiária); Rot2=(soja/crotalária)/(soja/milho + braquiária)/(braquiária).

4.2 Assimilação de Carbono pela biomassa microbiana do solo

Os teores de carbono da biomassa microbiana foram influenciados pelos sistemas de produção e pelas épocas de amostragens. Os sistemas em rotação de cultura apresentaram maiores teores de carbono da biomassa e diferiram significativamente dos sistemas de sucessão de culturas. Na época 2, os teores de carbono da biomassa foram superiores em relação à época 1 (Figura 2).

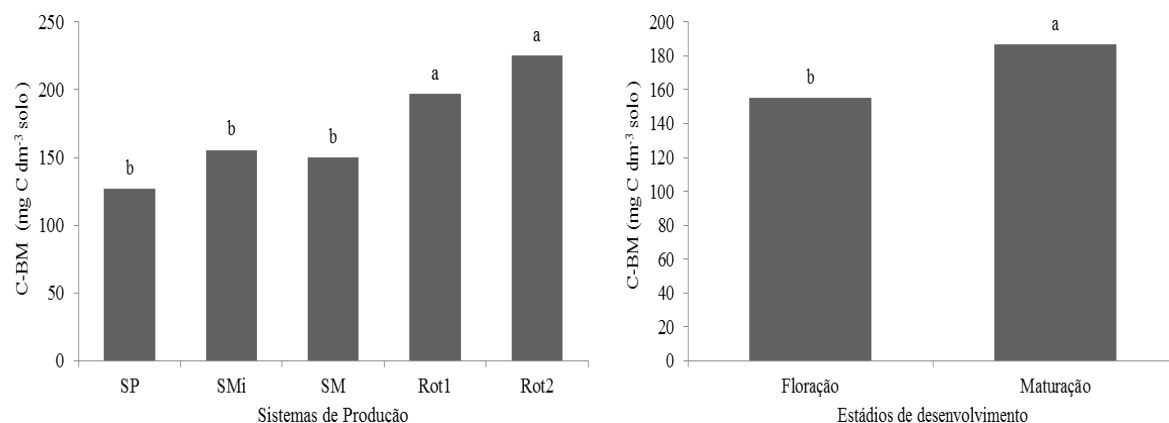


Figura 5. Teores de carbono pela biomassa microbiana nos sistemas de produção de soja e nos estádios de desenvolvimento. Médias seguidas por letras minúsculas distintas diferem significativamente pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. SP=soja/pousio; SMi=soja/milheto; SM=soja/milho; Rot1=(soja/milheto)/(soja/crotalária)/(milho + braquiária); Rot2=(soja/crotalária)/(soja/milho + braquiária)/(braquiária).

Os teores do nitrogênio na biomassa microbiana variaram entre sistemas de produção, mas somente na primeira época, onde o maior teor ocorreu no sistema Rot1, seguido dos sistemas Rot2, SMi e SM; o sistema SP apresentou o menor teor de nitrogênio nessa avaliação (Tabela 1). Efeito entre épocas foi observado nos sistemas SMi, Rot1 e Rot2, tendo ocorrido maiores teores de nitrogênio na biomassa microbiana na primeira avaliação.

Tabela 1. Teores de nitrogênio da biomassa microbiana, teores de amônio e nitrato no solo em sistemas de produção de soja nas duas épocas de amostragens na Fazenda Cachoeira, Itiquira, MT.

Sistemas	N biomassa microbiana (N-BM) (mg N dm ⁻³ solo)		NH ⁴ (mg N dm ⁻³ solo)		NO ³ (mg N dm ⁻³ solo)	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
	SP	7,10 cA	6,89 aA	6,83 bB	8,68 aA	7,47 bB
SMi	10,20 bA	6,31 aB	7,60 bA	7,12 bA	7,17 bB	9,43 aA
SM	10,94 bA	9,11 aA	8,01 bA	4,19 cB	8,14 aA	8,46 bA
Rot1	17,08 aA	7,60 aB	21,71 aA	6,22 bB	7,91 aA	8,23 bA
Rot2	11,60 bA	8,80 aB	7,52 bA	6,46 bB	6,79 bA	7,36 cA
CV (%)	20,37	19,04	8,99	12,63	7,03	5,89

Dentro de cada variável, médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas e, maiúsculas nas linhas diferem significativamente pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. SP=soja/pousio; SMi=soja/milheto; SM=soja/milho; Rot1=(soja/milheto)/(soja/crotalária)/(milho + braquiária); Rot2=(soja/crotalária)/(soja/milho + braquiária)/(braquiária).

Observou-se a interação dos sistemas de produção e as épocas de amostragem sobre os teores amônio no solo (Tabela 1). Na primeira amostragem, apenas o sistema Rot1 diferiu significativamente em relação aos outros sistema e apresentou o maior teor de amônio. Na

segunda amostragem, o sistema SP apresentou maiores teores de amônio no solo diferindo significativamente dos sistemas SMi, Rot1, Rot2 e estes apresentaram maior teor de amônio que o SM que apresentou menor teor de amônio no solo.

Quando compara-se os teores de amônio entre as épocas de amostragens, verifica-se que o sistema SP apresentou maior teor de amônio na segunda época, os sistemas SM e Rot1 apresentaram os maiores teores de amônio no solo na primeira amostragem e os sistemas SMi e Rot2 não apresentaram diferenças entre as épocas avaliadas.

Houve interação dos sistemas de produção e épocas de amostragens sobre os teores de nitrato do solo (Tabela 1). Na primeira amostragem, os sistemas SM e Rot1 apresentaram os maiores teores de nitrato do solo diferindo significativamente dos sistemas SP, SMi e Rot2. Na segunda amostragem, o sistema SMi apresentou maior teor de nitrato no solo, os sistemas SM, Rot1 e SP apresentaram teores intermediários e o sistema Rot2 apresentou o menor teor de nitrato. Os sistemas SP e SMi apresentaram maiores teores de nitrato na segunda época (estádio da maturação).

4.3 Teores de C e N total, relação C/N e atividade da enzima urease nos solos

Os sistemas de produção não influenciaram os teores de carbono, nitrogênio total e a relação C:N do solo, no entanto observou-se influência das épocas de amostragens sobre os teores de N total e a relação C/N do solo (Tabela 2).

Tabela 2. Teores de C total, N total e relação C/N no solo em sistemas de produção de soja nas duas épocas de amostragens na Fazenda Cachoeira, Itiquira, MT.

Sistemas	C total		N Total		Relação C/N	
	(mg C dm ⁻³ solo)		(g N dm ⁻³ solo)			
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
SP	23,36 a	23,69 a	1,29 a	0,80 a	18,28 a	30,44 a
SMi	22,67 a	23,53 a	1,20 a	0,77 a	19,18 a	31,57 a
SM	23,85 a	23,87 a	1,31 a	0,84 a	18,33 a	28,62 a
Rot1	23,63 a	23,31 a	1,31 a	0,81 a	18,19 a	29,82 a
Rot2	24,38 a	24,55 a	1,29 a	0,80 a	19,09 a	30,78 a
Média	23,58 A	23,79 A	1,28 A	0,80 B	18,62 B	30,25 A
CV (%)	4,86%	4,99%	16,47%	13,38%	17,34%	17,05%

Dentro de cada variável, médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas e, maiúsculas nas linhas diferem significativamente pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. SP=soja/pousio; SMi=soja/milheto; SM=soja/milho; Rot1=(soja/milheto)/(soja/crotalária)/(milho + braquiária); Rot2=(soja/crotalária)/(soja/milho + braquiária)/(braquiária).

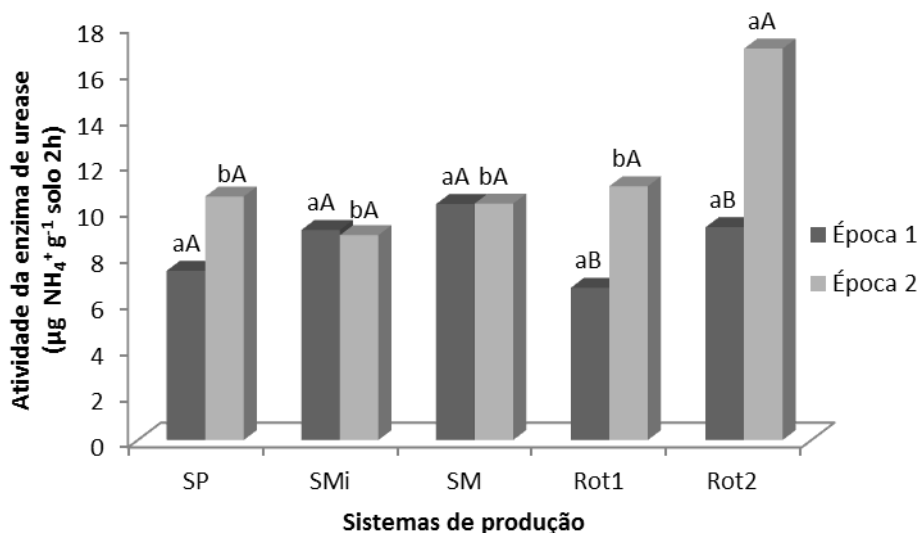
Na segunda amostragem os teores de nitrogênio total do solo reduziram em 37,03 % em relação aos teores de nitrogênio total na primeira amostragem. Sugere-se que este nutriente parte tenha sido absorvido e assimilado pela cultura da soja, parte tenha sido perdido

via lixiviação e desnitrificação, visto que neste período o volume da precipitação foi maior que o valor acumulado do início do período chuvoso até a primeira amostragem.

Em condições de alta umidade no solo, as bactérias do gênero *Azospirillum* podem oxidar anaerobiamente matéria orgânica utilizando o nitrato como aceptor de elétrons para crescimento. Estas bactérias são denominadas desnitrificadores facultativas.

A redução dos teores de nitrogênio neste estudo não foi acompanhado de reduções nos teores de carbono, portanto a relação C/N do solo aumentou significativamente na segunda amostragem.

Houve interação entre sistemas e estádios de desenvolvimento na atividade enzimática da urease do solo, os sistemas ROT1 e ROT2 apresentaram maior atividade de urease na colheita da soja em relação ao florescimento. Salienta-se que este resultado pode ser a influencia do estágio de desenvolvimento das culturas, pois em ambos os sistemas, as culturas do milho+brachiaria e brachiaria apresentavam-se em pleno desenvolvimento, portanto atividade metabólica da planta intensa, liberação de exsudatos enquanto os sistemas soja/pousio, soja/milheto e soja/milho, a cultura da soja estava no estágio de maturação fisiológica.



Figuras 4. Atividade da enzima urease dos solos nos estádios de desenvolvimento florescimento e colheita dos sistemas de produção de soja. Médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente e médias maiúsculas seguidas por mesma letra não diferem nos estádio de florescimento pelo teste Scott-Knott ($\alpha = 0,05$). S/P: soja e pousio, S/Mi: Soja e milheto, S/M: Soja e milheto, ROT1: (soja/milheto)/(soja/crotalaria)/(milho+brachiaria), ROT2: (soja/crotalaria)/(soja/milho+brachiaria)/(brachiaria).

Lanna et al. (2010) verificou maior atividade enzimática nos sistemas com gramíneas, resultados semelhantes a este estudo. Estes autores atribuíram estes resultados a alta relação C/N, composição e quantidade dos resíduos, o estímulo destes ao aumento da diversidade dos

microrganismos heterotróficos e da atividade desta enzima envolvidas na decomposição da matéria orgânica.

Verificou-se neste estudo que todas as culturas continham concentrações foliares de N adequadas de acordo com Souza e Lobato (2004), mas as produtividades dos sistemas soja/pousio (3.097 kg ha⁻¹), soja/milheto (3.060 kg ha⁻¹) não atingiram a produtividade média do Estado nesta safra que foi de 3.135 kg ha⁻¹ segundo levantamento da Conab (2014). A produtividade da cultura da soja no sistema soja/milho foi 3.318 kg ha⁻¹, a produtividade do milho no sistema Rot1 foi 9.780,6 kg ha⁻¹ enquanto a produtividade média do Estado foi de 6.209 kg ha⁻¹ e a braquiária produziu 16.450 kg de biomassa vegetal por hectare superior a média (10.861 kg ha⁻¹) encontrado no município de Sorriso por Pittelkow et al. (2009).

Tabela 3. Teores de N total, relação C/N foliar e produtividade em sistemas de produção de soja nas duas épocas de amostragens e nas duas safras na Fazenda Cachoeira, Itiquira, MT.

Sistemas	N total		Relação C/N		Produtividade	
	(g N kg ⁻¹ foliar)				kg grãos ou biom. ha ⁻¹	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	1ª Safra	2ª Safra
SP	51,00	-	8,2	-	3097	-
SMi	60,52	-	8,02	-	3062	8.500,00
SM	60,39	-	7,99	-	3318	7.420,33
Rot1	-	29,35	-	17,03	-	9.780,60
Rot2	18,66	23,62	25,49	19,12	-	16.450,00

SP=soja/pousio; SMi=soja/milheto; SM=soja/milho; Rot1=(soja/milheto)/(soja/crotalária)/(milho + braquiária); Rot2=(soja/crotalária)/(soja/milho + braquiária)/(braquiária).

5. CONCLUSÕES

Os sistemas de produção de soja com rotação de culturas não aumentaram os números de micro-organismos do ciclo do N, os teores de C e N total, mas as produtividades das culturas implantadas foram superiores a produtividade média obtida na região centro oeste.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (ed). Methods in applied soil microbiology and biochemistry. 1ed. San Diego: Academic Press, 1998. 576 p.

BROOKES, P.C.; LANDMAN, A.; PRUDEN, G.; JENKINSON, D.S. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. Soil Biol. Biochem., 1985. p.837-842.

BROOKES, P.C.; POWLSON D.S.; JENKINSON, D.S.; Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. Soil Biology and Biochemistry 14, 319-329, 1982.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento – Conab. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v1. n.11, 2014. Disponível também em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_08_07_08_59_54_boletim_graos_a_gosto_2014.pdf. Consulta realizada em 13/04/2015.

DÖBEREINER, J.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I. **Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas**. Brasília: Embrapa-SPI, 1995. 60 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306p. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

GAMA-RODRIGUES, E. F. da. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F.A. de O. (Eds.). Fundamentos da Matéria Orgânica. Porto Alegre: Gênese, 1999. p.228- 243.

ISHIKAWA, T. et al. Suppression of nitrification and nitrous oxide emission by the tropical grass *Brachiaria humidicola*. **Plant and Soil**, The Hague, v. 255, p. 413-419, 2003.

LANNA, A. C.; SILVEIRA, P. M.; SILVA, M. B.; FERRARESI, T. M.; KLIEMANN, H. J. Urease activity as influenced by planting system and plant cover in soil under common bean. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, n.6, p.1933-1939, 2010.

LEININGER, S., URICH, T., SCHLOTTER, M., SCHWARK, L., QI, J., NICOL, G.W., PROSSER, J.I.,SCHUSTER, S.C., SCHLEPER, C. Archaea predominate among ammonia oxidizing prokaryotes in soils. *Nature*, 442, 806 - 809. 2006.

KANDELER, E.; GERBER, H. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. *Biol. Fert.– Soils* 6: 68-72. 1988.

KEENEY, D.R.; NELSON, D.W. Nitrogen. Inorganic forms. In: PAGE, A.L., ed. *Method of soil analysis chemical and microbiological*. 2.ed. Madison, American Society of Agronom. 1982. p.643-693.

MATSON, P.; LOHSE, K. A.; HALL, S. J. The Globalization of Nitrogen Deposition: Consequences for Terrestrial Ecosystems. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 31, 2002. 113-119.

MEYER, J.; FRIGERIO, K.; CORTES. M. Dinamica del nitrogeo mineral y la biota edáfica durante la descomposicion de enmiendas organicas en um ambiente semiarido. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)* V. 38 / n. 2, 2012, p. 196-201.

MUELLER, K.E.; HOBBIIE, S.E; TILMAN, D.; B. REICH, P.B. Effects of plant diversity, N fertilization, and elevated carbon dioxide on grassland soil N cycling in a long-term experiment. *Glob Chang Biol* 19 (4): 1249-61. 2013.

OLIVEIRA, A.S. Qualidade do solo em sistemas agroflorestais em Alta Floresta, MT. 2006, xii, 59f. : il. ; 29cm. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Departamento de Solos – Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa - MG, 2006. 18p.

PAUL E.; CLARK F. Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press, New York. 1996.

PROSSER, J.I.; NICOL, G.W. Relative contributions of archaea and bacteria to aerobic ammoniaoxidation in the environment. Environmental Microbiology, 10, 2931 - 2941. 2008.

RABALAIS, N. N. Nitrogen in Aquatic Ecosystems. AMBIO: A Journal of the Human Environment 31, 2002. P. 102-112.

SARATHCHANDRA, U. Nitrification activities and changes in the populations of nitrifying bacteria in soil perfused at two different H-ion concentrations. Plant and Soil, The Hague, v.50, n.1, p.99-111, 1978.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação com micronutriente. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Orgs.). Cerrado: correção do solo e adubação. Embrapa Informação Tecnológica. 2004, p.129-145.

SILVA, F.A.S.E.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4, n.1, 2002.

SPARLING, G.P.; WEST, A.W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: Calibration in situ using microbial respiration and ¹⁴C labelled cells. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v.20, p.337-343, 1988.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. e TOMMM, G.O. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, p.130, 2009.

SUBBARAO, G.V.; SAHRAWAT, K. L.; NAKAHARA, K.; RAO, I. M.; ISHITANI, M.; HASH, C. T.; KISHII, M.; BONNETT, D. G.; BERRY, W. L.; LATA, J. C. A paradigm shift towards low-nitrifying production systems: the role of biological nitrification inhibition (BNI). Annals of Botany. 20p. 2012.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 147p. (Boletim Técnico, 5).

TIEDJE J.M. Denitrification In: Page A.L. (ed). Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Madison, Wisconsin: USA, 1982, p. 1011-1026.

TORRES P.A.; ABRIL A.B.; BUCHER E.H. Microbial succession in litter decomposition in the semi-arid Chaco woodland. Soil Biology & Biochemistry. 2004. Disponível em: http://www.fca.proed.unc.edu.ar/file.php/66/biblio_Micro/microbial_succession.pdf. Acesso em: 18 de maio de 2014.

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.

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 Sci., 37: 29-38, 1934.

5. DESCRIÇÃO DAS DIFICULDADES E MEDIDAS CORRETIVAS

A normativa de liberação de recursos pela Fundação Agrisus, é uma dificuldade encontrada, uma vez que, para a realização de muitas atividades, como as coletas de campo, têm-se uma necessidade de estar com o recurso em mãos para pagamento de passagens, hotel, alimentação, combustível e outros. Como medidas corretivas, nesta situação, esse recurso é retirado primeiramente de outra fonte, para futuro reembolso pela fundação Agrisus. Neste contexto para melhoria, sugerimos a liberação do recurso e posteriormente a prestação de contas, isso contribuiria na execução das atividades.

6. RELATÓRIO PRÁTICO

A partir dos resultados das análises das variáveis, C e N da biomassa, teor de nitrato e amônio no solo, urease e número mais provável de microrganismos do ciclo do nitrogênio está sendo possível verificar a existência ou não a influencia dos sistemas de produção sobre a mineralização do nitrogênio, nutriente essencial ao crescimento e desenvolvimentos das plantas.

7. COMPENSAÇÕES OFERECIDAS À FUNDAÇÃO AGRISUS

A Fundação Agrisus assegurou as compensações por meio de pagamento de notas de gastos anunciados previamente. Todas as notas fiscais foram enviadas para a fundação, sendo estas preenchidas com os dados da fundação e descrição dos gastos.

Profa. Dra. Daniela Tiago da Silva Campos

Cuiabá, 22 de abril de 2015