

Incremento de carbono no solo proporcionado pela suplementação dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S)⁽¹⁾

Angélicy Milena Vivian⁽²⁾; Ademir Fontana⁽³⁾; Fabiano de Carvalho Balieiro⁽³⁾; Bruna Vieira dos Santos⁽⁴⁾; Miryan Araújo de Lima Arco⁽⁵⁾; Alexandre Romeiro de Araújo⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da AGRISUS e DEFRA/BID/MAPA. ⁽²⁾ Engenheira Agrônoma, Graduanda, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, MS. ⁽³⁾ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Solos, Campo Grande, MS. ⁽⁴⁾ Engenheira Agrônoma, Graduanda, Universidade Anhanguera-Uniderp, Campo Grande, MS. ⁽⁵⁾ Engenheira Ambiental, Graduanda, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS. ⁽⁶⁾ Zootecnista, Doutor, Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Resumo – As estratégias que buscam potencializar o incremento do carbono (C) no solo passam necessariamente pelo aumento da entrada deste elemento por diferentes fontes e/ou pelo aumento do tempo de permanência no solo. Para isto, busca-se aproveitar melhor o C presente nos resíduos vegetais depositados na superfície do solo pela maior eficiência do processo de humificação e formação do húmus. Para contornar a rápida decomposição e mineralização dos resíduos vegetais pode-se aplicar o balanço estequiométrico dos principais elementos químicos que compõem a matéria orgânica do solo (MOS), a qual tem grande influência no processo de humificação e que é coordenada pela microbiota do solo. Com isto, além da diminuição da taxa de decomposição/mineralização, busca-se a melhor taxa de conversão da palha (resíduo vegetal) em biomassa viva (microbiana) no solo. O objetivo geral é avaliar a taxa de incremento de C no solo após a suplementação dos nutrientes N, P e S. Foi instalado experimento em anéis de concreto de 0,23 m³ contendo solo de textura média e 5 tipos de cultivo, com culturas anuais e pastagens. Foi efetuado os cortes de pastagem/forrageira e milho, bem como a deposição de palha na superfície do solo. Nos cultivos com milho (Cultivos 1 e 2) foi efetuada a moagem da palha e depositado na superfície do solo uma quantidade equivalente a 9,0 Mg ha⁻¹. Nos cultivos com pastagem (Cultivos 3, 4 e 5), a forrageira foi cortada pela simulação de pastejo rotacionado, conforme a indicação de altura máxima e mínima de pastejo das cultivares de brachiaria e panicum. Nas pastagens, foi depositado 25% da forrageira como palha na superfície do solo, considerado como perda pelo pastejo. O experimento está em fase de estabelecimento e não foram realizadas as aplicações diferenciadas dos nutrientes NPS, bem como a determinação do C no solo em cada tratamento.

Palavras-Chave: húmus; estequiometria; decomposição; mineralização.

Introdução

A aplicação de práticas agrícolas que visam aumentar o carbono (C) no solo representa uma das várias estratégias para contribuir com a mitigação das mudanças climáticas. Não obstante, com o aumento dos teores de matéria orgânica do solo (MOS) é esperado o incremento da sustentabilidade dos sistemas produtivos agrícolas. Como condição de efeito do aumento da MOS, restaurar e manter a fertilidade do solo por meio da ciclagem/reciclagem, disponibilidade e retenção de nutrientes e melhoria da agregação.

O incremento do C no solo a partir dos resíduos depositados na superfície pelas culturas agrícolas é um desafio diante dos fatores que favorecem a sua rápida decomposição e mineralização da MOS em condições de clima tropical. Desta forma, o desenvolvimento de estratégias que visam potencializar o incremento da MOS passa necessariamente pela entrada de C sob diferentes fontes e sua permanência no solo.

Tomando como exemplo a condição apresentada anteriormente, ao avaliarmos uma das principais fontes de C no solo, os resíduos vegetais, os quais adicionados superficialmente ao solo, no primeiro ano, pela decomposição, pelo menos 70% do C é convertido em CO₂ (Jenkinson et al., 1991).

Quanto à taxa de decomposição dos resíduos vegetais, ela pode ser modificada em função da qualidade, resultando numa taxa de mineralização diferenciada. Para isto, é buscado uma taxa lenta da mineralização, a qual, passa necessariamente pelo processo de humificação, que aumenta o tempo de permanência no solo dos resíduos vegetais.

O húmus do solo representa a forma predominante de estruturas com C no solo, sendo a parte estabilizada da MOS. No húmus, o C é um dos muitos constituintes e desta forma, o sequestro deste elemento nos solos envolve a disponibilidade de outros elementos presentes na estrutura orgânica dos resíduos e da microbiota, principalmente. No que confere a predisposição à decomposição da MOS, o conteúdo de nitrogênio (N) é amplamente usado como fator de análise por meio da razão C/N. No entanto, dois outros elementos da MOS, o fósforo (P) e enxofre (S) devem ser considerados, uma vez que variam em diferentes tipos de MOS, e de como as razões C/elemento variam um com o outro.

Kirkby et al. (2013) relatam que o acúmulo e a estabilidade da MOS na forma de húmus vão além da presença de N, onde o enriquecimento em C acontece simultaneamente com aumentos em N e P orgânicos nos solos, o que implica que a imobilização de C na MOS está diretamente relacionada a disponibilidade de nutrientes como N, P e S.

O objetivo geral do trabalho é avaliar a taxa de incremento de C no solo após a suplementação dos nutrientes NPS. Este resumo contempla informações sobre a montagem do experimento, estabelecimento e as fases que se seguirão.

Material e Métodos

Instalação do experimento

O experimento foi instalado nas dependências da Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS. O solo selecionado na camada de 0-20 cm é de textura média, com teor de argila de 160 g kg⁻¹, silte de 50 g kg⁻¹ e areia total de 790 g kg⁻¹, C org de 7,8 g kg⁻¹. A classe é Latossolo Vermelho Distrófico pretroplítico.

O solo estava sob cultivo com pastagem de baixa produtividade. Foi efetuada a correção e adubação do solo de acordo com as recomendações para a cultura mais exigente que será utilizada como fonte de resíduo vegetal.

Limpeza da área de empréstimo do solo para o experimento

Diante a presença de elevada massa vegetal da área que foi coletado o solo de textura leve para o experimento, o mesmo foi limpo com a remoção da pastagem com lâmina a 5 cm de profundidade. A área fica a 4 km de distância do local definido para montagem do experimento.

Correção e adubação do solo

O solo da área de empréstimo (400 m²) foi corrigido e adubado de acordo com as recomendações para a cultura mais exigente selecionada entre soja, milho, brachiaria e panicum, que serão utilizadas como fonte de resíduo vegetal.

No total, considerando uma área de 1 ha, foi aplicado 3.750 kg de calcário dolomítico, 500 kg de superfosfato simples, 20 kg de MAP, 250 kg de KCl e 75 kg de FTE BR12.

Distribuição das manilhas (anéis de concreto)

No total, 84 anéis foram distribuídos em linhas por toda a área. Cada anel tem o diâmetro de 0,90 m (0,80 m interno) x altura de 0,46 m, com área de 0,5 m² e volume de 0,23 m³. O acondicionamento dos anéis de concreto manteve o espaço visando a circulação e coleta de amostras, bem como a manutenção.

Para cada cultivo, o total de 16 anéis que correspondem a 4 repetições por tratamento (cultivo x níveis de NPS).

Dos 84 anéis, 4 deles correspondem ao solo sem cultivo, sendo apenas a adubação e correção como nos demais tratamentos (sem repetição). Nestes serão aplicados tratamentos de suplementação de NPS na safra /2023/2024, para avaliação do efeito *priming* (consumo do C existente).

Enchimento das manilhas e incubação do solo

Cada anel foi preenchido com solo preparado para a semeadura das diferentes cultivares dentre aquelas selecionadas. Após um período de 30 dias com chuva regular, o solo está pronto para semeadura.

Desenho experimental/ Tratamentos

O experimento foi instalado com os seguintes tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos representados pelos cultivos e combinações da relação C: NPS.

Cultivo	Combinações
1	Soja/milho/pousio (anual);
2	Soja/milho/ <i>Brachiaria</i> (anual)
3	<i>Brachiaria</i> */soja (Simulação de pastejo - retira massa e 25% da massa retorna). / Dessecação
4	<i>Brachiaria</i> (Simulação de pastejo - retira massa e 25% da massa retorna).
5	<i>Panicum</i> (Simulação de pastejo - retira massa e 25% da massa retorna).
Cultivares	
1	Milho híbrido comercial
2	Milho híbrido comercial/Ruziziensis
3	Piatã
4	Marandu
5	Zuri
Cultivo 2	
Entre-safra braquiária/ soja / 2 anos braquiária / soja / 2 anos braquiária	
Relação C: NPS	
A	condição do solo corrigido e adubado
B	baixa relação C: NPS
C	média relação C: NPS
D	alta relação C: NPS
Repetições	
4	
Anéis por cultivo e relações	
16	
Anéis extras	
Aplicar as relações em cada anel	

Semeadura de culturas em anéis de concreto.

Em função da época de instalação, início de março, as culturas anuais ficaram restritas aquelas de 2ª safra, neste caso, para os Cultivos 1 e 2, com soja/milho, apenas o milho foi cultivado. Para a próxima safra (2023/2024) será implantado o cultivo de soja conforme previsto na Tabela 1.

No mês de março de 2023 (dia 03), foi efetuada a semeadura conforme os cultivos (1. Milho – híbrido comercial; 2. Milho – híbrido comercial; 3. *Brachiaria* – Piatã; 4. *Brachiaria* – Marandu; 5. *Panicum* – Zuri) (Tabela 1).

O número de sementes foi superior ao número de planas previstas, visando o desbaste e garantia do número mínimo de plantas. Ao longo do tempo, foi efetuado o raleio, especialmente do Zuri (Cultivo 5).

No dia 05/04/2023 foi efetuada a semeadura da *Brachiariaia Ruzieziensis* entre o milho (Cultivo 2).

Corte das forrageiras

O corte da forrageira de cada anel foi realizado em porte fisiológico adequado de cada cultivar. O corte da forrageira ocorreu segundo a altura de manejo do pastejo para as brachiarias nos 20 cm e panicum nos 30 cm, como forma de simulação de pastejo rotacionado.

Durante o corte, foi retornado 25% do material coletado para os anéis, considerado como perda de forragem pelo pastejo.

Uma parte da forragem foi seca em estufa e obtido a massa seca produzida em cada anel.

A planta de milho foi cortada, sendo a palhada triturada e depositada na superfície do solo.

Resultados e Discussão

Corte do milho

As plantas de milho (Cultivo 1 e 2) foram cortadas e trituradas no dia 11/07/2023, sendo depositado na superfície do solo em torno de 9,0 toneladas por ha como palha (cada anel de 0,450 kg).

Corte da forrageira

O 1º corte da forragem dos cultivos 3, 4 e 5 ocorreu no dia 03/05/2023 e o 2º corte no dia 06/06/2023.

Foi pesado a massa verde e devolvido 25% sobre o solo na forma de resíduo ou palha, considerado perda de pastejo (Tabela 2).

Tabela 2. Massa de forragem e palhada depositada na superfície do solo nos cultivos com pastagens.

Cultivo	Data	Data
	03/mai	06/jun
	Produção forragem	
1	-	-
2	-	-
3	8900	7006
4	6812	7028
5	8830	7039
Cultivo	Data	Data
	03/mai	06/jun
	Deposição palhada (25%)	
1	-	-
2	-	-
3	2225	1752
4	1703	1757
5	2208	1760

Conclusões

O experimento está em fase de estabelecimento e não foram realizadas as aplicações diferenciadas dos nutrientes NPS, bem como, a determinação do C no solo em cada tratamento.

Agradecimentos

Ao setor de máquinas e veículos da Embrapa Gado de Corte, ao Técnico Agrícola Silvano Calixto e a pesquisadora Denise Baptaglin Montagner.

Ao CNPq e Fundect. A Agrisus pelo apoio financeiro (. Esta pesquisa é desenvolvida no âmbito do Projeto Rural Sustentável - Cerrado, fruto da parceria entre o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), o Governo do Reino Unido, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS), a Embrapa e a Rede ILPF.

Referências

JENKINSON, D. S.; ADAMS, D. E.; WILD, A. Model estimates of CO₂ emissions from soil in response to global warming. **Nature**, 351: 304-306. 1991.

KIRKBY, C. A.; RICHARSON, A. E.; WADE, L. J.; BATTEN, G. D.; BLANCHARD, C.; KIRKEGAARD, J. A. Carbon-nutrient stoichiometry to increase soil carbon sequestration. **Soil Biology & Biochemistry**. 2013; 60:77-86.