



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

PRODUÇÃO DE MILHO EM RAZÃO DA APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS E MINERAIS

Agostinho Rebellatto⁽¹⁾; Juliano Corulli Corrêa⁽²⁾; Paulo Cezar Cassol⁽³⁾; Rodrigo da Silveira Nicoloso⁽²⁾; Luciano Colpo Gatiboni⁽³⁾

⁽¹⁾ Alunos de pós-graduação em mestrado e doutorado de Manejo do Solo pela Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC) campus de Lages - SC, bolsista da CAPES, email: ⁽²⁾ Pesquisadores da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia - SC, email: juliano@cnpas.embrapa.br. ⁽³⁾ Professor assistente da Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC) campus de Lages - SC, email: a2pca@cav.udesc.br.

Resumo – Com o intuito de reutilizar a cama de aves e o esterco líquido de suínos, associada ao enriquecimento de nutrientes para a formação de fertilizantes comerciais, o presente trabalho de pesquisa teve como objetivo verificar o efeito de fertilizantes organominerais nas formas sólidas e fluídas em comparação com mineral, avaliando os componentes de produção de milho e a qualidade da água do solo em dois tipos de solos. O delineamento foi em blocos casualizados no esquema fatorial 2x5, com quatro repetições, sendo dois tipos de solos (Nitossolo e Cambissolo) em interação com cinco tratamentos com diferentes tipos de fertilizantes, sendo duas formas sólidas e duas fluídas compostas por organominerais e mineral (todos na formulação 3-12-6) e o tratamento controle. A aplicação, tanto dos fertilizantes organominerais quanto dos minerais nas formas fluídas e sólidas, não contribuíram para contaminação com nitrato da solução para ambos os solos. A aplicação do fertilizante organomineral na forma fluída permitiu o deslocamento do P até 60 cm em Nitossolo e até 40 cm no Cambissolo, sendo que este não difere dos outros tratamentos com fertilizantes. A aplicação de fertilizantes minerais e organominerais elevou a produtividade da cultura do milho, onde não houve diferença entre eles, com exceção entre o OF e o OS no Cambissolo e os tratamentos que apresentaram os maiores valores foram o OF com 7855 kg ha⁻¹ no Cambissolo e o OS com 6047 kg ha⁻¹ no Nitossolo.

Palavras-Chave: cama de aves, esterco líquido de suínos, plantio direto, Nitossolo, Cambissolo.

INTRODUÇÃO

A criação intensiva de suínos e aves conduz os pesquisadores e sociedade a uma questão crucial quanto ao desenvolvimento desta cadeia produtiva, que é o controle e a utilização dos dejetos, havendo a necessidade eminente de ações estratégicas para o desenvolvimento de tecnologias que permitam o reaproveitamento de cama de aves e do esterco líquido de suínos como fertilizantes orgânicos ou organominerais, pois existem 5,5 bilhões de aves corte e 36,8 milhões de cabeças de suínos abatidas por ano (IBGE-SIDRA, 2010, FAO, 2009), sendo que a visão prospectiva para esses agronegócios prevê taxa de crescimento de 49,4, 24 % na produção até o ano de

2020 (AGE/MAPA 2010). Neste cenário a geração dos resíduos deverá seguir a mesma proporção, o que denota a importância de racionalidade, para que possam ser consideradas alternativas, quando usados critérios técnicos, na forma de fertilizantes orgânicos ou organominerais; e não preocupação ambiental, caso sejam aplicados de forma inadequada no solo.

Assim, a reutilização de dejetos de suínos e aves, associada ao enriquecimento de nutrientes para a formação de fertilizantes comerciais sólidos e fluídos na forma organomineral, poderá contribuir para o aumento da sustentabilidade da produção agrícola. O aumento da concentração de nutrientes no dejetos também possibilita o seu transporte, permitindo que saia de regiões de alta concentração destas atividades, principalmente nas regiões onde há alta limitação de áreas agrícolas em razão do excesso de dejetos produzidos, situação comum no Oeste de Santa Catarina.

Com o intuito de reutilizar a cama de aves e o esterco líquido de suínos, associada ao enriquecimento de nutrientes para a formação de fertilizantes comerciais sólidos e fluídos na forma de organomineral, e permitir que estas tecnologias possam manter ou aumentar a produção agrícola, além da exportação do excedente de nutrientes que não pode ser usado a campo, condição que confere melhor preservação ambiental. O objetivo do trabalho foi verificar o efeito dos fertilizantes organominerais em comparação com mineral nas formas sólidas e fluídas, avaliando os componentes de produção de milho e a qualidade da água do solo em dois tipos de solos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento está sendo realizado em condição de campo, nos anos de 2010 a 2013 na Fazenda experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, campus de Concórdia, com altitude de 569 m. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante é do tipo Cfa.

O delineamento é em blocos casualizado no esquema fatorial 2x5, com quatro repetições, sendo dois tipos de solos (Nitossolo e Cambissolo) em interação com cinco tratamentos com diferentes tipos de fertilizantes, sendo duas formas sólidas e duas formas fluídas compostas por organominerais e mineral, em ambos os casos na formulação 3-12-6, (sendo organomineral sólido a base de aves, ureia, fosforita e cloreto de potássio; mineral sólido a

base de ureia, supertriplo e cloreto de potássio; organomineral fluido a base de dejetos de suínos com uréia, MAP e cloreto de potássio; e fluido em água com uréia, MAP e cloreto de potássio) e o tratamento controle sem adubação. A dose recomendada para cada cultura do milho levou em consideração à extração do nutriente N pela cultura, em razão do solo já estar com os valores de P e K no solo no nível considerado alto, de acordo com os resultados recomendados pela CQFS (2004). A unidade experimental é constituída de uma parcela com dimensões de 7x6 m.

O trabalho foi implantado em dois tipos de solos, sendo classificados como Nitossolo Vermelho distroférico e Cambissolo Háplico distroférico, os resultados das análises químicas estão dispostas na Tabela 1. A amostragem da caracterização química do solo foi realizada coletando-se duas amostras simples de cada lado da linha de semeadura e uma amostra simples na linha de semeadura a fim de compor a amostra composta, sendo coletadas as profundidades de 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm.

A aplicação desses fertilizantes fluidos e sólidos foi no sulco de plantio, simulando a aplicação pela semeadora, todos de forma manual. As variáveis do milho analisadas foram: os componentes de produção do milho, os valores de produtividade obtidos pela colheita foram posteriormente corrigidos para o teor de 13% de umidade.

Foram realizadas coletas de amostras da solução do solo para determinação de nitrato, em apenas três dos quatro blocos. As coletas foram realizadas a 90 cm de profundidade para o Nitossolo e a 60 cm para o Cambissolo, por meio de cápsulas porosas. As extrações foram efetuadas sob sucção de 60 kPa, aplicada com bomba manual de vácuo dotada de manômetro. O intervalo entre a aplicação do vácuo e o recolhimento das soluções foi de um dia.

Foram realizadas análises univariada envolvendo o efeito de blocos e tratamentos, seguida do teste de média de Tukey, e correlação por Pearson entre o teor de P no solo e na solução, sendo as análises efetuadas pelo software SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para nitrato ($N-NO_3^-$) demonstraram que houve diferença significativa entre os solos para a média dos fertilizantes (Tabela 1), sendo que os maiores valores para esta variável foram observadas no Nitossolo, com valor de $5,32 \text{ mg L}^{-1}$ em relação ao valor de $3,41 \text{ mg L}^{-1}$ apresentado pelo Cambissolo. Foi possível verificar que não houve diferença entre os tratamentos quanto ao teor de $N-NO_3^-$ nas amostras coletadas nas profundidades de 90 cm no Nitossolo e de 60 cm no Cambissolo, resultado que permite inferir que a aplicação de fertilizantes organominerais e minerais não estão alterando o teor deste nutriente na solução, para estas profundidades, uma vez que eles apresentaram o mesmo comportamento do teor apresentado pelo controle, para cada tipo de solo. Os valores para teor de $N-NO_3^-$ não

ultrapassaram 10 mg L^{-1} na solução do solo, valor considerado limítrofe para águas subterrâneas para consumo humano e recreação de acordo com a Resolução 396 (CONAMA, 2008), podendo concluir que a aplicação, tanto dos fertilizantes organominerais quanto dos minerais nas formas fluídas e sólidas, não estão contribuindo para poluição das águas subterrâneas para ambos os solos.

Os teores de P na solução do solo do Cambissolo apresentaram-se superiores no tratamento controle em relação à aplicação de fertilizantes organominerais e minerais nas formas sólidas e fluídas, sendo que este solo apresentou teor de nutriente superior ao Nitossolo quando a fonte de aplicação de fertilizantes é da forma organomineral (OS e OF) e no tratamento C (Tabela 2), bem como na média entre solos e entre fertilizantes. No Cambissolo os maiores valores de P na solução foram observados no tratamento C, o qual não difere do tratamento mineral sólido (MS) e os menores valores foram observados no mineral fluido (MF), o qual, também não difere do MS, esta maior presença de P na solução no tratamento C está relacionada à sua menor produtividade, quando comparada aos demais tratamentos (Tabela 2), fator que pode estar relacionado à menor absorção deste nutriente, conferindo maior disponibilidade na solução do solo, na profundidade de 60 cm. Pode-se verificar que os teores de P na solução apresentaram valores superiores no Cambissolo quando comparado com o Nitossolo, para os tratamentos C, OS e OF, este resultado pode ser justificado, possivelmente, em razão da profundidade amostrada entre os solos, lembrando que no Cambissolo foi realizado a 60 cm de profundidade, onde os maiores teores de P no solo encontram-se próximos da superfície, reduzindo ao longo do perfil, em razão de sua adsorção específica aos diferentes tipos de colóides do solo.

Pode-se observar para profundidade de 0-10 cm que houve diferença nos teores de P para o Nitossolo em razão da aplicação de fertilizantes organominerais e minerais nas formas sólidas e fluídas, onde os tratamentos que apresentaram maior contribuição para a disponibilidade deste nutriente às plantas foram OF e MF (Tabela 3), resultado que denota a eficiência dos fertilizantes fluidos em disponibilizar maior quantidade de P no solo em relação aos sólidos, sendo que estes resultados se repetiram na camada de 10-20 cm, para ambos os fertilizantes fluidos; na camada de 20-40 cm o OF foi superior aos demais e semelhante ao C; e na camada de 40-60 cm o OF torna-se novamente superior ao C e semelhante aos demais, o que permite inferir sobre o deslocamento do P ao longo do perfil de solo quando se aplica este nutriente na forma organomineral. Este mesma eficiência do organomineral fluido em disponibilizar P ao longo do perfil do solo, pode ser observada, também no Cambissolo na camada de 20-40 cm, onde o OF mostra-se superior ao C e semelhante aos demais tratamentos. A maior eficiência do OF pode estar relacionada à parte do P encontrar-se na forma solúvel e outra parte na forma orgânica, fator que permite menor adsorção específica e consequentemente, maior deslocamento ao longo do perfil, fator que pode conferir também liberação gradativa deste nutriente ao longo do ciclo da cultura do milho. Não houve efeito de correlação entre o teor de P no solo e teor de P na solução para ambos os solos.

Para o componente da produção número de plantas por hectare não houve diferença em razão do tipo solo nos tratamentos MS, MF e OF, bem como a média dos fertilizantes para cada tipo de solo (Tabela 4), o maior estande de plantas apresentado pelo Cambissolo, pode estar relacionado a menor capacidade de compactação deste tipo de solo, o que favorece o crescimento radicular e, conseqüentemente, o pegamento das plantas nos estádio inicial. Para os demais componentes da produção, número de espiga por planta e peso de 100 grãos não houve interação entre os fatores fertilizantes e tipo de solo, bem como não ocorre significância para a média de fertilizantes em cada tipo de solo e entre solos no mesmo tratamento com e sem fertilizante, lembrando que estas variáveis são influenciadas pelo fator genético de cada variedade, podendo expressar maior ou menor potencial em razão das condições ambientais, no caso em questão modificado pelo uso de fertilizantes organominerais e minerais nas formas sólida e fluída.

A aplicação de fertilizantes organominerais e minerais nas formas sólidas e fluídas proporcionaram aumento de produtividade para a cultura do milho, com exceção para OS no Cambissolo, onde este apresenta-se inferior ao OF e semelhante aos minerais e controle, a razão pelo melhor desempenho do OF para produtividade do milho pode estar relacionada a maior disponibilidade de P ao longo do perfil do solo (Tabela 3) e que conferiu valores de concentração de P na solução inferiores ao C, o tratamento que apresentou maior resultado de produtividade foi o OF com 7855 kg ha⁻¹ (Tabela 2). No Nitossolo os tratamentos com fertilizantes apresentaram maior produtividade em relação ao C, onde não houve diferença entre organominerais e minerais, tanto na forma sólida como na fluída, o tratamento que apresentou maior valor de produtividade foi o OS com 6047 kg ha⁻¹. Existe diferença de produtividade entre solos para cada tipo de tratamento aplicado, sendo que pode-se verificar maior produtividade no Cambissolo em relação ao Nitossolo, sendo a justificativa semelhante a feita pelos componentes de produção, onde há a presença de menor compactação neste solo, o que, possivelmente, favorece o crescimento radicular.

Tabela 1. Resultados das análises químicas dos solos.

	pH	M.O.	P	H+Al	K	Ca	Mg	CTC	V
	H ₂ O	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----	-----	cmol _c dm ⁻³	-----	-----	%
Cambissolo	5,5	35	13	39	12	92	27	170	77
Nitossolo	5,3	33	14	53	31	61	42	187	71

Tabela 2. Componentes da produção e produtividade do milho em razão da aplicação de fertilizantes organominerais e minerais nas formas sólidas e fluídas em Cambissolo e Nitossolo.

Tratamentos	C	MS	OS	MF	OF	Média
Fósforo na solução (mg L⁻¹)						
Cambissolo	0,59 Ad	0,45 abcd	0,42 Aab	0,38 a	0,42 Aabc	0,46 A
Nitossolo	0,34 B	0,37	0,31 B	0,33	0,30 B	0,33 B
Média	0,47 d	0,41 abcd	0,37 abc	0,35 a	0,36 ab	
Nitrato na solução (mg L⁻¹)						
Cambissolo	3,43	3,06	3,04	4,52	2,95	3,41 A

CONCLUSÃO

A aplicação, tanto dos fertilizantes organominerais quanto dos minerais nas formas fluídas e sólidas, não contribuíram para contaminação com nitrato das águas subterrâneas para ambos os solos no período avaliado. A aplicação do fertilizante organomineral na forma fluída permitiu o deslocamento do P até 60 cm em Nitossolo e até 40 cm no Cambissolo, sendo que este não difere dos outros tratamentos com fertilizantes e, não houve correlação entre os teores de P no solo e na solução. A aplicação de fertilizantes minerais e organominerais elevou a produtividade da cultura do milho, sendo que não houve diferença entre eles, com exceção entre o OF e o OS no Cambissolo e os tratamentos que apresentaram os maiores valores para esta variável foram o OF com 7855 kg ha⁻¹ no Cambissolo e o OS com 6047 kg ha⁻¹ no Nitossolo.

REFERÊNCIAS

- Assessoria de Gestão Estratégica - AGE/ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, Projeção do agronegócio 2009/2010 a 2019/2020. disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/> acesso em 10 de novembro de 2010.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS – RS/SC. Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre: SBCS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 394p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nation – FAO. Disponível no site. <http://www.fao.org/corp/statistics/en/>, acesso em 20 de janeiro de 2010.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível no site. <http://www.ibge.gov.br>, acesso em 20 de janeiro de 2010.
- Resolução nº 396, Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, de 3 de abril de 2008.

Nitossolo	4,91	5,82	3,86	6,02	5,99	5,32 B
Média	4,17	4,44	3,45	5,27	4,47	

Letras maiúsculas demonstram a significância entre solos e letras minúsculas demonstram a significância entre fertilizantes com nível de 5 % pelo teste Tukey.

Tabela 3. Teor de P no solo (mg dm^{-3}) em razão da aplicação de fertilizantes organominerais e minerais nas formas sólidas e fluidas em Cambissolo e Nitossolo.

Tratamentos	C	MS	OS	MF	OF	Média
Profundidade de 0 – 10 cm						
Cambissolo	99	132	116	117B	122B	117B
Nitossolo	91c	126bc	125bc	190Aa	196Aa	146A
Média	95c	129ab	121b	154a	159a	
Profundidade de 10 – 20 cm						
Cambissolo	48B	55B	53	41A	67A	53B
Nitossolo	80Ab	111ab	51c	97Bab	118Ba	92A
Média	64bc	83ab	52c	69bc	92a	
Profundidade de 20 – 40 cm						
Cambissolo	30Bb	41ab	40ab	43ab	55Ba	42B
Nitossolo	61Aa	36b	33b	42b	75Aa	50A
Média	46b	39b	37b	43b	65a	
Profundidade de 40 – 60 cm						
Cambissolo	34	41	39	43	47	41
Nitossolo	32b	40ab	38ab	40ab	53a	41
Média	33b	41ab	39b	41b	50a	

Letras maiúsculas demonstram a significância entre solos e letras minúsculas demonstram a significância entre fertilizantes com nível de 5 % pelo teste Tukey.

Tabela 4. Componentes da produção e produtividade do milho em razão da aplicação de fertilizantes organominerais e minerais nas formas sólidas e fluidas em Cambissolo e Nitossolo.

Tratamentos	C	MS	OS	MF	OF	Média
Número de plantas ha^{-1}						
Cambissolo	57812	60156 A	59375	63281 A	62500 A	60625 A
Nitossolo	51562	49218 B	50781	45312 B	47656 B	48906 B
Média	54687	54687	55078	54296	55078	
Número de espigas por planta						
Cambissolo	1,783	1,842	1,632	1,602	1,528	1,677
Nitossolo	1,408	1,784	1,865	1,892	1,787	1,747
Média	1,595	1,813	1,749	1,747	1,658	
Peso de 100 grãos (g)						
Cambissolo	25,4	26,8	27,2	28,9	27,7	27,2
Nitossolo	28,0	27,8	28,3	26,7	28,4	27,8
Média	26,7	27,3	27,7	27,8	28	
Produtividade (kg ha^{-1})						
Cambissolo	5706 Ac	7330 Aab	6562 Abc	7402 Aab	7855 Aa	6971 A
Nitossolo	4252 Bb	5676, Ba	6047 Ba	5647Ba	5734 Ba	5471 B
Média	4979 b	6503 a	6304 a	6524 a	6795 a	

Letras maiúsculas demonstram a significância entre solos e letras minúsculas demonstram a significância entre fertilizantes com nível de 5 % pelo teste Tukey.