

## Anexo 8

### Recomendações técnicas para aplicação fertilizantes orgânicos de suínos e monitoramento da qualidade do solo adubado

#### Da aplicação

1. A aplicação de fertilizantes orgânicos ao solo visando a adubação de culturas agrícolas, pastagens, florestais ou outras, deve seguir as recomendações agronômicas vigentes e estabelecidas pelo Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2016) e suas atualizações, com taxas de aplicação determinadas em função da análise de solo realizada em laboratório credenciado pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (ROLAS), ou em laboratórios acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (INMETRO), ou Rede Embrapa, para a necessidade nutricional da cultura a ser adubada, concentração de nutrientes e índice de eficiência agronômica dos nutrientes para cada tipo de fertilizante orgânico..
2. A aplicação dos fertilizantes orgânicos no solo deverá ser associada à técnicas que visem minimizar as perdas de nutrientes do sistema solo por erosão, lixiviação, escoamento superficial, volatilização, entre outras. Neste sentido, deverão ser adotadas técnicas e sistemas de produção conservacionistas (sistema plantio direto, cultivo em nível, entre outros) e formas de aplicação dos fertilizantes orgânicos e minerais apropriadas (injetado, incorporado, parcelado, etc.), sob a orientação do responsável técnico do projeto de licenciamento ambiental.
3. Para fins de dimensionamento do número de animais alojáveis em granjas de suínos, deve-se realizar balanço entre a oferta de nutrientes via dejetos de suínos (N, P ou K) e demanda de nutrientes das áreas agrícolas próprias ou áreas de cendência licenciadas para reciclagem do fertilizante orgânico de suínos, utilizando o fósforo (P) como nutriente limitante. A oferta de P por animal alojável pode ser estimada conforme dados da tabela 2 deste anexo. A demanda de P deve ser calculada com base nas recomendações de adubação de manutenção para o sistema de culturas praticado em cada talhão da propriedade ou áreas de cendência licenciadas para reciclagem do fertilizante orgânico de suínos (tabela 1 deste anexo). A adubação de manutenção é a dose de P necessária para suprir a demanda das culturas agrícolas e manter os teores desse nutriente (P extraível pelo método Mehlich-I) na classe “Alta” de disponibilidade para cada classe textural na camada 0 - 10cm do solo (CQFS-RS/SC, 2016).
4. Deve-se incluir no balanço de nutrientes qualquer outra fonte de fertilizantes minerais ou orgânicos utilizados na adubação das áreas agrícolas licenciadas para reciclagem do fertilizante orgânico de suínos, conforme equação 1 deste anexo. Também deve-se considerar a quantidade de nutrientes exportada da propriedade rural pelo uso de sistema de tratamento dos dejetos de suínos.
5. Doses complementares de P, visando à construção da fertilidade do solo nas áreas onde os níveis deste nutriente se encontram abaixo da classe “Alta” de disponibilidade, com teores: Muito Baixo, Baixo ou Médio, assim como de nitrogênio (N), potássio (K) ou outros nutrientes, podem e devem ser suplementadas, enquanto necessárias, com a aplicação de outros fertilizantes minerais ou de base orgânica (CQFS-RS/SC, 2016 e atualizações). No entanto, estas doses suplementares de N, P e K não são computadas para fins de dimensionamento do rebanho.

6. Nas propriedades onde o dejetos é submetido a algum sistema de tratamento que remova nutrientes (N, P ou K) do dejetos, permitindo a sua exportação, pode-se realizar o dimensionamento do número de animais alojáveis utilizando o N ou o P como nutriente limitante, escolhendo-se sempre aquele que atende a demanda de nutrientes das culturas agrícolas sem exceder a demanda do outro nutriente. Para aquelas propriedades onde existam sistemas avançados de tratamento de dejetos, deverá ser apresentado estudo técnico específico detalhando a destinação do efluente tratado no solo ou o seu lançamento em corpos receptores, considerando-se as recomendações técnicas e legislações ambientais vigentes e aplicáveis (CQFS-RS/SC, 2016, CONAMA nº 430/2011 e atualizações).

7. Os parâmetros técnicos estabelecidos para dimensionamento do rebanho suínos alojável devem ser revisados em função das mudanças nos sistemas de produção e dos avanços técnicos e científicos quanto aos indicadores de fertilidade do solo e qualidade ambiental ocorridos no intercurso da vigência desta legislação.

8. O cálculo do número de animais alojáveis em função da demanda de nutrientes nas áreas agrícolas deve seguir a equação 1:

$$NA = (DN - NF) / ND \times ((100 - P) / 100 \times (EA / 100)) \text{ (Equação 1)}$$

onde:

NA é o número de animais alojáveis na propriedade;

DN é a demanda média anual do nutriente limitante (fósforo ou nitrogênio) para manutenção dos teores de P extraível (Mehlich-I) no nível alto de disponibilidade ou atender as recomendações de adubação nitrogenada segundo CQFS-RS/SC (2016) nas áreas agrícolas sob aplicação dos biofertilizantes (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ou N ano<sup>-1</sup>) (TABELA 1);

NF é a oferta anual do nutriente limitante a ser aplicada via fertilizantes minerais ou outras fontes de fertilizantes (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ou N ano<sup>-1</sup>).

ND é a oferta anual do nutriente limitante excretado nos dejetos por animal alojável (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ou N ano<sup>-1</sup>) (TABELA 2);

P é o fração de perda ou remoção de nutrientes que ocorrem nos sistemas de tratamento e armazenamento dos dejetos e que são exportados da propriedade e não aplicados nas áreas agrícolas licenciadas (%) (TABELA 3);

EA é o índice de eficiência agrônômica (%) do nutriente contido no fertilizante orgânico pelas culturas agrícolas segundo a CQFS-RS/SC (2004 e atualizações) (TABELA 4);

Exemplo: Considerando o sistema de culturas e a área agrícola disponível de uma propriedade (exemplo da tabela 1) onde se pretende implantar uma unidade de terminação de suínos com armazenamento dos dejetos em esterqueira e aplicação de todo o fertilizante orgânico nas áreas agrícolas disponíveis na propriedade, sem adubação suplementar mineral ou de outra fonte de fósforo, o número possível de animais a serem alojados é:

$$NA = (DN - NF) / (ND \times ((100 - P) / 100) \times (EA / 100))$$

$$NA = (4.700 \text{ kg P}_{2}\text{O}_{5}/\text{ano} - 0) / (4,2 \text{ kg P}_{2}\text{O}_{5}/\text{animal}/\text{ano} \times ((100 - 0) / 100) \times (100 / 100))$$

$$NA = 4.700 \text{ kg P}_{2}\text{O}_{5}/\text{ano} / 4,2 \text{ kg P}_{2}\text{O}_{5}/\text{animal}/\text{ano}$$

NA= 1.119 suínos em terminação

### **Do monitoramento da qualidade do solo adubado com fertilizantes orgânico de suínos**

São adotados como referência para o monitoramento da qualidade do solo nas áreas submetidas à aplicação dos fertilizantes orgânicos de suínos os teores de P extraível (método Mehlich-I) e de Cu e Zn (USEPA 3050 ou USEPA 3051 ou Mehlich-I), por serem nutrientes pouco móveis no solo e que refletem satisfatoriamente o histórico de adubação realizada em uma área.

1. O monitoramento se dará através de coletas de, no mínimo, uma amostra composta de solo, camada 0 – 10 cm, georreferenciada com coordenada planas UTM (datum SIRGAS 2000), por talhão ou a cada cinco hectares para talhões maiores que cinco hectares, no início do processo de licenciamento e a cada 4 anos. Os resultados do monitoramento devem ser apresentados conforme o modelo da Planilha 1 - Resultado do monitoramento das áreas agrícolas sob adubação com fertilizantes orgânicos de suínos.

2. O Limite Crítico Ambiental de Fósforo (LCA-P) expressa o teor máximo do nutriente P extraível (método de Mehlich-I) admitido na camada 0 – 10cm do solo e será estabelecido conforme a equação abaixo definida:  $LCA-P = 40 + \text{argila} (\%)$  onde argila (%) é o teor de argila na camada 0 – 10cm do solo, expresso em percentagem.

3. Quando os teores de P extraível (Mehlich-I) na camada 0 – 10 cm do solo superar o LCA-P, as seguintes medidas deverão ser obrigatoriamente adotadas:

a) Para nível de P extraível (Mehlich-I) de até 20% acima do LCA-P: nesta situação a dose de P a ser aplicada ao solo deve ser limitada a até 50% da dose de manutenção recomendada para a cultura a ser adubada. Adicionalmente, medidas mitigatórias visando a redução gradual dos teores de P no solo (camada de 0 – 10cm) devem ser implementadas de acordo com recomendação técnica de profissional habilitado. As medidas mitigatórias devem ser baseadas em literatura técnica e científica que comprovem a eficiência do processo proposto para redução dos teores de P no solo. Como exemplos, cita-se o uso de culturas com elevada capacidade de extração e exportação de P (silagem, forrageiras para corte e fenação) revolvimento do solo visando a diluição do P em camadas mais profundas, prática esta que deve obrigatoriamente ser associada à práticas de controle da erosão do solo como terraços, curvas de nível, cultivo em nível, plantas de cobertura, etc. Caso a concentração de P extraível na camada 0 – 10cm do solo não seja reduzida até os teores abaixo do LCA-P, em um período de 4 anos, a aplicação de fertilizante orgânico de suínos ou qualquer outro resíduo ou fertilizante orgânico ou mineral que contenha P na sua composição deverá ser proibida até que os teores de P sejam reduzidos aos níveis aceitáveis (abaixo do LCA-P)

b) Para nível de P extraível (Mehlich-I) com mais de 20% acima do LCA-P: nesta situação a aplicação de fertilizante orgânico de suínos ou qualquer outro resíduo ou fertilizante orgânico ou mineral que contenha P na sua composição deverá ser proibida temporariamente e medidas mitigatórias deverão ser implementadas até que os teores de P sejam reduzidos aos níveis aceitáveis (abaixo do LCA-P).

Tabela 1. Cálculo da necessidade de adubação fosfatada (demanda de fósforo: DP) para manutenção dos teores de P no nível alto de suficiência segundo CQFS-RS/SC (2004 e atualizações). Valores em itálico são exemplos. Usar o mesmo modelo desta tabela para cálculo da demanda de N e K2O.

Talhão	Área	Ano	Cultura	Expectativa de Produtividade	Dose de Manutenção de P	Demanda de P (dose x área)
nome/nº	ha			ton ha <sup>-1</sup>	kg P2O5 ha-1	kg P2O5
1	20	1	Milho	10	135	2700
			Milho Silagem	20	180	3600
			Pastagem inverno(aveia+azevém)	8	70	1400
		2	Milho	10	135	2700
			Trigo	3	45	900
		3	Pastagem verão(milheto)	12	100	2000
			Pastagem inverno(aveia+azevém)	8	70	1400
		4	Milho	10	135	2700
			Pastagem inverno(aveia+azevém)	8	70	1400
2		1				
		2				
		3				
		4				
n		1				
		2				
		3				
		4				
					Total	18.800
					Média anual (total/4) (kg P2O5ano-1)	4700

Tabela 2. Oferta de nitrogênio, fósforo e potássio calculada a partir da excreção do equivalente em N,P2O5 e K2O por unidade animal alojada nos diferentes sistemas de produção

Sistema de Produção	Unidade	Produção de nutrientes		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		----- kg / vaga de alojamento / ano -----		
Unidade de Terminação <sup>1</sup>	suíno	8,1	4,2	4,0
Creche <sup>2</sup>	leitão	1,6	0,8	1,1
Unidade de Produção de Desmamados (UPD) <sup>3,9</sup>	matriz	15,3	9,5	7,4
Unidade de Produção de Leitões (UPL) <sup>4,9</sup>	matriz	20,3	12,0	10,9
Ciclo Completo <sup>5,9</sup>	matriz	88,1	47,1	44,8
Wean-to-finish single stock <sup>6</sup>	leitão	6,6	3,4	3,4
Wean-to-finish double stock <sup>7</sup>	leitão	3,5	1,8	1,9
Machos <sup>8</sup>	macho	8,2	8,2	5,4

1. Medido pela observação de 13.276 suínos alojados em granjas comerciais de terminação totalizando 3,26 lotes por ano com duração de 105 dias por lote e intervalo de 7 dias entre lotes, segundo Tavares (2016) e Oliveira et al. (2017); 2. Medido pela observação de 26.695 leitões alojados em granjas comerciais do tipo creche totalizando 8,69 lotes por ano com duração de 35 dias por lote e intervalo de 7 dias entre lotes, segundo Tavares (2016); 3. Medido pela observação de 5.142 matrizes alojadas em granjas comerciais de produção de leitões desmamados (UPD) com média de 2,59 partos por ano em ciclos de 141 dias, sendo 36 dias em gaiolas de gestação, 70 dias em baias de gestação coletiva e 35 dias em baias de maternidade, segundo Oliveira et al. (2020); 4. Calculado a partir dos dados medidos em UPD e creche, considerando dados médios de 11,7 leitões nascidos vivos por parto e mortalidade de 7,8% dos leitões em maternidade, segundo Miele et al. (2019); 5. Calculado a partir de UPD, creche e terminação, considerando dados médios de 11,7 leitões nascidos vivos por parto, mortalidade de 7,8% dos leitões em maternidade e mortalidade de 2,2% dos leitões em creche, segundo Miele et al. (2019); 6. Calculado a partir de creche e terminação mantendo-se a mesma lotação animais alojados em ambas as fases; 7. Calculado a partir de creche e terminação, reduzindo lotação de animais pela metade na fase de terminação; 8. Fonte: Oliveira et al. (dados não publicados); 9. Não inclui os reprodutores machos. Caso presentes, adicione as quantidades de sólidos e nutrientes contidos nos dejetos produzidos pelos machos alojados.

Tabela 3. Perdas ou segregação de nutrientes em diferentes sistemas de pré-tratamento ou armazenamento dos dejetos.

Sistema de tratamento e armazenamento	Nutriente		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	Perda de nutrientes (%)		
Esterqueira <sup>a</sup>	40.50	0	0
Conjunto biodigestor e lagoa anaeróbia <sup>b</sup>	50-60	0	0
Compostagem <sup>c</sup>	60-70	0	0
	Segregação de nutrientes para fase sólida (%)		
Separação de sólidos com decanter – dejetos fresco <sup>d</sup>	10-15	50-55	15-25
Separação de sólidos com decanter – dejetos velho <sup>d</sup>	10-15	45-50	15-25
Separação de sólidos com prensa parafuso <sup>e</sup>	5	17	4
Separação de sólidos com peneira com escova rotativa <sup>f</sup>	5	12	3
Outros	Informar eficiência do equipamento ou do sistema de tratamento dos dejetos, citando referência científica ou laudo técnico do equipamento.		

<sup>a</sup>Fonte: Higarashi (dados não publicados); <sup>b</sup>Fonte: Vivan et al. (2010); <sup>c</sup>Fonte: Angnes et al. (2013);

<sup>d</sup>Fonte: Oliveira (2009); <sup>d</sup>Fonte: Steinmetz (comunicação pessoal); <sup>d</sup>Fonte: Dalla Costa et al. (2015).

Tabela 4. Índice de eficiência agronômica dos nutrientes de acordo com o tipo de fertilizante<sup>a</sup>

Tipo de fertilizante orgânico	Índice de eficiência agronômica (1 <sup>o</sup> +2 <sup>o</sup> cultivos)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	%		
Dejetos líquidos de suínos	80	100	100
Efluente líquido de biodigestor (digestato)	100	100	100
Esterco sólido de suínos <sup>a</sup>	80	100	100
Composto orgânico e cama sobreposta	20 <sup>b</sup>	100 <sup>c</sup>	100 <sup>c</sup>

<sup>a</sup>Fonte: CQFS-RS/SC (2016)

Planilha 1 - Resultado do monitoramento das áreas agrícolas sob adubação com fertilizantes orgânicos de suínos.

Talhão	Coordenadas das amostras de solo	Posse	Área	Solo							
				Argila	LCA-P	Teor P (Mehlich-I)		Teor Cu		Teor Zn	
nome/nº	x, y	P/T	ha	%	mg dm <sup>-3</sup>	mg <sub>3</sub> dm <sup>-1</sup>		mg <sub>3</sub> dm <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>	
						(1º ano)	(4º ano)	(1º ano)	(4º ano)	(1º ano)	(4º ano)

P= área própria, T= área de terceiros, LCA-P (mg dm<sup>-3</sup>) = 40 + Argila (%)