

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS MEDIANEIRA
ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA CADEIA PRODUTIVA DO BIOGÁS

TAPAJÓS MIRANDA RODRIGUES

**ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DO
DIGESTATO – ESTUDO DE CASO**

MONOGRAFIA

MEDIANEIRA

2019

TAPAJÓS MIRANDA RODRIGUES

**ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DO
DIGESTATO – ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Profa. Dra. Mônica Sarolli Silva de Mendonça

MEDIANEIRA

2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Medianeira
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Especialização em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DO DIGESTATO – ESTUDO DE CASO

por

TAPAJÓS MIRANDA RODRIGUES

Esta Monografia foi apresentada em 22 de junho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Mônica Sarolli Silva de Mendonça
Profa. Orientadora

Rafael Arioli
Membro titular

Simone Spohr Venzon
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

À esta Universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela para um novo avanço tecnológico e ambiental.

À minha orientadora Mônica, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Às minhas filhas, Geneviève, Julliane e Jucienne, pelo amor, incentivo e apoio incondicional, tendo uma especial gratidão à Jucienne que, nos momentos mais difíceis de sua saúde, contribui de forma definitiva para que este trabalho fosse realizado.

À minha esposa Jussara, heroína que me deu apoio e incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço, estando sempre ao meu lado.

À minha irmã Telma que sempre me incentivou a seguir adiante em minhas perspectivas.

À Universidade de Toronto, através da Bruna Camilotti, pela concatenação dos dados para fins estatísticos.

Reconhecimento a Jan Haasjes, proprietário da Chácara Marujo, que disponibilizou todos os dados, ficando à disposição para dar o melhor andamento a pesquisa.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

MIRANDA RODRIGUES, Tapajós. Análise das propriedades do solo após aplicação do digestato – estudo de caso. 2019. 20. Monografia (Especialização em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás – Universidade Tecnológica Federal do Paraná medianeira).2019.

O digestato é proveniente da digestão anaeróbia e apresenta a vantagem de fornecer elementos essenciais para o desenvolvimento da planta, como nitrogênio, fósforo e potássio. Quando adicionado ao solo, melhora suas qualidades físicas, químicas e biológicas, devido à presença de carbono orgânico e de nutrientes. Objetiva-se analisar os atributos químicos do solo, após utilização do digestato, proveniente da digestão anaeróbia de dejetos de suínos e incrementos. O solo foi amostrado na profundidade de 0- 20 cm, em dois tempos: um dia antes da aplicação do digestato (T₁) e quatro meses após (T₂), logo após a colheita. O digestato foi caracterizado para determinar a dosagem de 30 a 50 m³/ha. Todos os dados foram submetidos à análise estatística. Os resultados indicaram que, após aplicação do digestato, ocorreu um aumento nos teores de matéria orgânica, alumínio e uma diminuição nos teores de cálcio, fósforo, potássio e magnésio do solo. Conclui-se que é necessário o desenvolvimento de uma base de dados experimentais ampla, abrangendo diferentes condições de solo, ambiente, culturas e manejos, além da condução de estudos por períodos longos, para possibilitar a formulação de recomendações adequadas para o aproveitamento do digestato na adubação.

Palavras-chave: biofertilizante, dejetos de suínos, Cambissolo Háplico, Latossolo Bruno.

ABSTRACT

MIRANDA RODRIGUES, Tapajós. Analysis of soil properties after application of digestate – case study. 2019. 20. Monografia (Especialização em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás – Universidade Tecnológica Federal do Paraná medianeira).2019.

The digestate comes from anaerobic digestion and has the advantage of providing essential elements for the development of the plant, such as nitrogen, phosphorus and potassium. When added to the soil, it improves its physical, chemical and biological qualities, due to the presence of organic carbon and nutrients. The objective of this study was to analyze the chemical attributes of the soil, after using the digestate, from the anaerobic digestion of swine manure and increment. The soil was sampled at depth of 0- 20 cm, in two times; one day before the application of the digestate (T_1) and four months after (T_2), shortly after harvest. The digestate was characterized to determine the dosage of 30 to 50 m³ / ha. All data were submitted to statistical analysis. The results indicated that, after application of the digestate, an increase in the organic matter and aluminum contents and a decrease in the calcium, phosphorus, potassium and magnesium contents of the soil occurred. It is concluded that it is necessary to develop a comprehensive experimental database covering different soil, environment, crop and management conditions, as well as the conduction of long-term studies, to enable the formulation of adequate recommendations for the use of the digestate in the fertilizing.

Keywords: biofertilizer, swine manure, Hapless Cambisol, Bruno Latosol.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4. CONCLUSÕES.....	16
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, devido ao aumento dos gastos com a produção e a conservação do meio ambiente, o produtor vem revendo e buscando opções dentro de uma agricultura ecológica, priorizando a qualidade do produto, diminuindo o nível de contaminação do solo, água, planta, homem e todos os organismos vivos componentes dos agroecossistemas (ALVES et al., 2001; DAROLT, 2002).

Devido a redução da disponibilidade de recursos hídricos, existe a necessidade de que a água seja primariamente aplicada para outros fins, como o consumo humano e industrialização de alimentos. Devido ao aumento da população, há uma necessidade da demanda de água, destinada para estas duas finalidades (AL-ABSI; AL-NASIR; MAHADEEN, 2009).

No Brasil, a agricultura utiliza cerca de 70% de todo volume de água captada (AUGUSTO et al., 2012), e por isso necessita pesquisar outras fontes para atender a demanda necessária na produção de alimentos. Uma opção viável, que vem se destacando, principalmente em países que sofrem com a falta de água doce, é o uso de águas residuária, obtidas nos mais diferentes setores.

As águas de origem pecuária e agroindustriais são ricas em macronutrientes (nitrogênio, fósforo, enxofre, cálcio, magnésio) e micronutrientes (zinco, cobre, manganês e ferro), sendo estes disponibilizados para as plantas, microflora e fauna terrestre. O produto final da digestão anaeróbia de compostos orgânicos de origem animal ou vegetal é chamado de digestato, que é rico em material orgânico, com grande poder fertilizante, fornecendo elementos essenciais para o desenvolvimento de plantas, como nitrogênio, fósforo e potássio. Sua utilização no solo pode melhorar suas qualidades físicas, químicas e biológicas (MEDEIROS E LOPES, 2006; UBALUA, 2007).

O digestato é o efluente clarificado mais estabilizado química e micro biologicamente, obtido da fermentação metanogênica da matéria orgânica e água. A composição média é de 8,5% de matéria orgânica, 2,6% de nitrogênio, 1,5% de fósforo, 1% de potássio e pH 7,5 (SILVA et al., 2012; ROMERO, 2018). O produto final desta fermentação atua sobre o metabolismo vegetal, a partir de atividades metabólicas e enzimáticas de comunidades edáficas, especialmente de rizobactérias (MEDEIROS & LOPES, 2006). É capaz de proporcionar maior proteção e resistência à planta contra agentes externos, além de atuar na ciclagem de nutrientes no solo (SANTOS, 2001; MEDEIROS et al., 2015). O digestato promove melhoria nas propriedades físicas do solo, tornando-o mais solto, com menor densidade, estimulando as atividades biológicas (OLIVEIRA et al., 1986), além de reduzir a acidez, devido à capacidade de retenção de bases, pela formação de complexos orgânicos e pelo desenvolvimento de cargas negativas (GALBIATTI et al., 1996). Além disso, o digestato

possui ação antibiótica, fungistática, além da capacidade de induzir a resistência sistêmica de plantas à fitopatógenos, bem como atuar como repelente de insetos, devido à presença de determinados compostos orgânicos (SANTOS & SAMPAIO, 1993; ANDRÉA & MEDEIROS, 2002).

A frequência e a quantidade de efluente aplicada no solo devem ser seguidas de análise das características do resíduo, condições climáticas e composição química do solo. Com estes cuidados, evita-se uma possível contaminação do solo e das águas, podendo indiretamente afetar a saúde do homem (DAL BOSCO et al., 2008).

Neste contexto, o objetivo deste artigo foi avaliar o efeito da aplicação do digestato proveniente da digestão anaeróbia de dejetos de suínos e incrementos nos atributos químicos do solo antes e após a colheita do milho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As atividades foram executadas no período de agosto/2017 a março/2018, em área pertencente a Chácara Marujo, localizada no município de Castro, Paraná, região fisiográfica do Primeiro Planalto Paranaense. O local está situado pelos pontos de coordenadas geográficas: 24°47'28" S 50°00'43" W do Meridiano de Greenwich, a uma altitude de 934 m. O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é temperado do tipo Cfb (IAPAR, 1994), com médias de temperatura dos meses mais frios inferiores a 18°C e médias dos meses mais quentes abaixo de 22°C. A precipitação média anual varia entre 1.600 e 1.800 mm, com chuvas generalizadas ao longo do ano, sendo agosto o mês mais seco e janeiro o mês com maior pluviosidade.

O solo da área amostrada é uma associação de Cambissolo Háplico, Tb, de relevo ondulado, com Latossolo Bruno, de relevo suave ondulado, ambos distróficos típicos, com coloração variando entre vermelho escuro, vermelho-amarelo e amarelo, com uma textura argilosa e epiutróficos (EMBRAPA-FUNDAÇÃO ABC, 2001), tendo sido coletado na profundidade de 0-20cm. Após seco ao ar, destorroado em moinho e passado em peneira de 2mm de malha, foi feita a caracterização da textura (areia, silte e argila), pelo método da pipeta, considerado o mais preciso. A análise dos elementos químicos foi realizada segundo o Manual de Métodos Analíticos para Fertilizantes Minerais, Orgânicos, Organominerais e Corretivos (MAPA, 2007). As análises foram realizadas na Fundação ABC de Castro-PR

O digestato foi proveniente de dois biodigestores Continuous Stirred Tank Reactor-CSTR de alimentação contínua com capacidade individual de 2.500 m³, com dois agitadores de 25 CV cada, aquecimento e isolamento térmico, temperatura de trabalho de 41°C e tempo de retenção hidráulica (TRH) de 23 dias. Esse modelo de biodigestor suporta elevadas cargas orgânicas volumétricas (1 a 4 kg SV.m⁻³d⁻¹), sendo caracterizado por ter seu conteúdo em homogeneização, devido a presença de sistema de agitação.

O digestato utilizado teve como matérias-primas, os dejetos de suíno e incrementos (gordura animal, pequenas quantidades de carne, carcaças e cerveja). Após a sua produção, o digestato foi caracterizado considerando-se os parâmetros de pH, nitrogênio total, fósforo total, potássio, zinco e cobre utilizando metodologias descritas por APHA (2005). Os resultados podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização físico-química do digestato

Parâmetro	Resultado
pH	7,5
Nitrogênio Total	0,45%
Fósforo Total	0,10%
Potássio	0,26%
Zinco	11,50%
Cobre	51,55%

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

Essa caracterização foi necessária para definição da quantidade a ser aplicada, sendo utilizada a dosagem de 30 a 50 m³/ha. O digestato foi injetado a uma profundidade de 5 a 15cm no solo, por meio de bicos injetores acoplados a uma carreta multiuso, que transporta um tanque injetor de esterco líquido com capacidade de 22.000 litros. O equipamento foi desenvolvido na própria chácara. A máquina é a primeira no Brasil com esta capacidade de operação, trabalhando com 13 linhas de aplicação, incorporando o digestato líquido até 15 cm de profundidade no solo com produtividade de injeção de até 70 m³/ha, podendo ainda ser integrado ao sistema easy bus para operar com taxa variável, ou ao sistema de agricultura de precisão. O uso de um injetor tem por objetivo minimizar perdas de nutrientes e nitrogênio por volatilização, corroborando para criar uma camada fértil mais espessa. A aplicação foi realizada um dia antes da semeadura do milho, para que os nutrientes fossem incorporados ao solo. A cultura é destinada a produção de grão úmido, para alimentação da suinocultura, representando 70% do plantio, utilizando as variedades: DKB 230 e 290, AG 9025, Pioneer 3456 e Agroeste AS1656. A época de plantio foi realizada na safra normal, em setembro/2017.

As coletas de solo foram realizadas em duas épocas, a saber: antes da aplicação do digestato (T₁) e quatro meses após a aplicação (T₂), ou seja, após a colheita do milho. Em T₁ foram coletadas três sub-amostras para caracterização dos parâmetros físicos e químicos e em T₂, 10 sub-amostras. Os dados foram tabulados e submetidos a análise estatística. Foi aplicado teste para verificar homogeneidade e normalidade das variâncias e posteriormente Teste t de Student para duas amostras independentes para avaliação entre os dois tempos de coleta. O nível de significância utilizado foi de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O digestato originado da digestão anaeróbia de dejetos orgânicos animais, possui proporção entre os teores de nutrientes relativamente fixa e de difícil controle, exigindo atenção especial na adubação, para evitar o risco de adicionar nutrientes fora do balanço adequado à necessidade das culturas, nos diferentes tipos de solos. Assim, torna-se necessário o conhecimento das modificações nos atributos químicos do solo decorrentes do uso do digestato, como subsídio indispensável para a produção agrícola em bases sustentáveis, sem comprometer a qualidade do ambiente.

A utilização do digestato como insumo nas culturas agrícolas pode alterar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. As alterações benéficas estão relacionadas aos efeitos da matéria orgânica sobre as propriedades físicas e microbiológicas do solo, auxiliando na melhoria da estrutura, diminuição da compactação e aumento da friabilidade e porosidade. Além disso, o aporte de nutrientes do digestato melhora a fertilidade do solo (KONZEN et al., 2002).

KONZEN (2002) e MENEZES et al. (2004) observaram que as alterações indesejadas do dejetos "in natura" são: acúmulo de elementos tóxicos, principalmente de metais pesados e poluentes orgânicos; contaminação da água sub superficial, por meio da lixiviação de elementos provenientes da decomposição dos dejetos no solo e odores desagradáveis, oriundos da volatilização de compostos. Os efeitos indesejados causados pelo uso dos dejetos como fertilizante do solo serão menores com a fermentação dos mesmos em biodigestor, visto que a carga orgânica sofre redução de 78 a 80%, podendo atingir, em alguns casos, até 96%, quando auxiliados por agentes de biorremediação (bactérias). Estes estudos também revelaram reduções de fósforo total (40%), cobre total (40%) e zinco total (22%) no digestato líquido, havendo uma possível precipitação destes elementos para o fundo do reator. Com a adição de agentes de biorremediação, as reduções atingiram 91, 96 e 97%, respectivamente, para fósforo, cobre e zinco.

ROMERO (2016) estabelece que as concentrações disponíveis de sulfatos em águas de processo ou residuais, que se utilizem em biodigestores, são as que determinam a quantidade de metais pesados que podem ser tolerados nos processos biológicos anaeróbios, informando os fatores limitantes de metais pesados, antes do processo de biodigestão anaeróbia (Tabela 2 e 3).

Tabela 2. Concentração da inibição e toxicidade de metais pesados

Metal	Alimentação Gradual		Alimentação Brusca
	Concentração da inibição (mg/l) *	Limite de toxicidade (mg/l)	Limite de toxicidade (mg/l)
Cr(III)	130	260	<200
Cr(IV)	110	420	<180
Cu	40	70	<50
Ni	10	30	<30
Cd	-	>20	>10
Pb	340	>340	>250
Zn	400	600	<1700

Fonte: Romero, 2016

Legenda: * início da diminuição da produção de biogás

Tabela 3. Concentração da inibição e toxicidade de metais pesados

Metal	Quantidade Inibidora (mg/l)	Ação tóxica (mg/l)	Concentração Necessária (mg/l)	Concentração permitida (mg/l)
Cobre-Cu	40-250	170-300	-	8
Cádmio-Cd	150-600	20-600	-	0,12
Zinco-Zn	150-600	250-600	-	32
Níquel-Ni	10-300	30-1000	0,006-0,5	4
Chumbo-Pb	300-340	340	0,02-200	12
Cromo III-Cr	120-300	260-500	0,005-50	8
Cromo IV-Cr	100-110	200-420	-	-
Cobalto-Co	-	-	0,003-0,06	-
Manganês-Mn	-	-	0,005-50	-
Mercurio-Hg	-	-	-	0,08
Ferro-Fe ⁺²	-	-	1,1	-

Fonte: Romero, 2016

O efeito da aplicação do digestato no solo pode ser visualizado na Tabela 4.

Tabela 4. Estatísticas descritivas das variáveis e comparação entre os tempos (Teste t de Student)

Variável	Median a T ₁	Intervalo de confiança (95%) – T ₁		Median a T ₂	Intervalo de confiança (95%) – T ₂		p
		Limite Inferior	Limite Superior		Limite Inferior	Limite Superio r	
		Fósforo	72.00		61.50	77.00	
Matéria Orgânica	171.00	147.50	200.25	224.00	218.50	244.50	0.0344*
Ph	4.80	4.70	4.80	4.50	4.45	4.50	0.0020*
Hidrogêni o	142.50	135.25	149.25	183.00	170.50	186.00	0.0518*
Alumínio							
Al ⁺³	6.00	4.93	8.78	27.40	26.25	27.70	0.0111*
Potássio	3.25	2.05	4.20	2.90	2.00	3.10	0.3691
Cálcio	45.50	38.50	59.50	15.00	12.00	18.50	0.0005*
Magnésio	22.00	15.25	22.75	7.00	6.50	7.50	0.0027*
SB	68.60	60.60	84.82	25.30	20.70	29.10	0.0002*
CTC	221.05	201.68	225.53	214.30	194.20	215.00	0.4302
V%	33.00	27.50	37.75	12.00	10.50	13.50	0.0004*
%Al	7.80	5.83	12.98	52.80	48.05	57.90	0.0111*

Fonte: Dados da Pesquisa

Legenda: * p<0.05

Neste estudo, observou-se um aumento estatisticamente significativo da matéria orgânica do solo, após a aplicação do digestato (Tabela 4). Este resultado foi semelhante ao obtido por Odlare et al. (2008) que observaram um aumento da matéria orgânica e da proporção de microrganismos metabolicamente ativos, em comparação ao controle não tratado.

A aplicação do digestato proveniente de dejetos suíno proporcionou uma redução no pH do solo e maior teor de Al⁺³ (p<0,05). A não correção da acidez do solo deve-se à provável ausência de compostos de reação alcalinizante, como carbonatos ou ânions orgânicos, em quantidade suficiente para provocar impacto significativo na acidez do solo. Esses dados foram relacionados à diminuição do pH do solo para valores menores que 5,5, concordando com resultados relatados por Ciotta et al. (2002), que também constataram a acidificação,

acompanhada da presença de Al^{+3} . Esses resultados corroboram com outros estudos que não observaram o efeito de resíduo animal no pH do solo (CERETTA et al., 2003, SCHERER et al. 2010, CASSOL et al., 2011). Já Shen & Shen (2001) e Lourenzi (2001) observaram aumento do pH da camada superficial do solo, após a aplicação de dejetos suínos, sendo esse efeito atribuído à reação de carbonatos presentes, à diminuição de Al^{+3} , pela formação de complexo organometálico e ao aumento da saturação por bases que o resíduo provocou no solo.

Os teores de cálcio, fósforo, potássio e magnésio foram menores ($p < 0,05$) após a aplicação do digestato. O solo da região estudada é bem drenado e anualmente ocorrem na região períodos de chuvas em quantidade suficiente para provocar a percolação de água no solo. O processo de lixiviação provavelmente foi favorecido pela diminuição do número de cargas negativas do solo decorrente da diminuição do pH (ERNANI, 2008). Resultados semelhantes foram observados por Costa et al. (2011) e Ceretta et al. (2003), que não observaram melhorias das condições físicas do solo.

4 CONCLUSÕES

Após aplicação do digestato, proveniente da digestão anaeróbia de dejetos de suínos e incrementos, foi implantada a cultura do milho e, posteriormente, a sua colheita, sendo observado um aumento na matéria orgânica e alumínio e diminuição nos teores de cálcio, fósforo, potássio e magnésio.

Existem dificuldades operacionais que dificultam o total controle sobre a qualidade do digestato, que apresenta composição variável entre locais e épocas, sendo que, a resposta do digestato também é variável de acordo com as condições de solo, clima e manejo. Contudo, sugere-se o desenvolvimento de uma base de dados experimentais ampla, abrangendo diferentes condições de solo, ambiente, culturas e manejos, além da condução de estudos por período longos, para possibilitar a formulação de recomendações adequadas para o aproveitamento do digestato na adubação.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-ABSI, K.M. ; AL-NASIR, F.M.; MAHADEEN, A.Y. Mineral content of three olive cultivars irrigated with treated industrial wastewater. *Agricultural Water Management*, v. 96, n. 4, p. 616-626, April 2009. Disponível em < <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.09.026>> Acesso em 03 de dezembro de 2018.

ALVES, S.B.; LOPES, R.B.; TAMAI, M.A. Microrganismos como agentes de controle biológico. *Citricultura Atual*, n.23, p.16-17, 2001.

AUGUSTO, L.G.S.; GURGEL, I.G.D.; NETO, H.F.C.; MELO, C.H.; COSTA, A.M. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 17, n. 6, p. 1511-1522, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a15.pdf>> Acesso em 04 de dezembro de 2018.

CASSOL, P.C.; SILVA, D.C.P.R.; ERNANI, P.R.; KLAUBERG FILHO, O. & LUCRECIO, W. Atributos químicos em Latossolo Vermelho fertilizado com dejetos suíno e adubo solúvel. *R. Ci. Agrovet.*, 10:103-112, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/308172365_Atributos_quimicos_em_Latossolo_Vermelho_fertilizado_com_dejeto_suino_e_adubo_solavel> Acesso em 01 de março de 2019.

CERETTA, C.A.; DURIGON, R.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R. & VIEIRA, F.C.B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. *Pesq. Agropec. Bras.*, 38:729-735, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v38n6/18222.pdf>>. Acesso em 01 de março de 2019.

CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; ERNANI, P.R.; FONTOURA, S.M.V.; ALBUQUERQUE, J.A. & WOBETO, C. Acidificação de um latossolo sob plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 26:1055-1064, 2002. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v26n4/23.pdf>>. Acesso em 01 de março de 2019.

COSTA, M. S. S. M.; PIVETTA, L. A.; COSTA, L. A. M.; PIVETTA, L. G.; CASTOLDI, G.; STEINER, F. Atributos físicos do solo e produtividade do milho sob sistemas de manejo e adubações. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.810-815, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000800007>>. Acesso em 01 de março de 2019.

DAL BOSCO, T.C.; SAMPAIO, S.; OPAZO, M.A.U.; GOMES, S.D.; NÓBREGA, L.H.P. Aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja: cobre e zinco no material escoado e no solo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.28, n. 4, p. 699-709, out/dez 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v28n4/10.pdf> Acesso em 03 de dezembro de 2018.

D'ANDREA, P.A.; MEDEIROS, M.B. Biofertilizantes biodinâmicos na nutrição e proteção de hortaliças. In: Congresso Brasileiro de Agricultura Orgânica, Natural, Ecológica e Biodinâmica, 1, 2002, Piracicaba. Anais Piracicaba: Agroecológica, 2002.

DAROLT, M.R. Agricultura orgânica: inventando o futuro. Londrina: IAPAR, 2002, 250p.

EMBRAPA/FUNDAÇÃO ABC. Levantamento semidetalhado de solos – Município de Castro. Relatório Interno. Castro: EMBRAPA/SOLOS, EMBRAPA/FLORESTAS, FUNDAÇÃO ABC, 2001, 86p.

ERNANI, P.R. Química de solo e disponibilidade de nutrientes. Lages, Paulo Ernani, 2008. 230p.

GALBIATTI, J.A.; GARCIA, A.; SILVA, M.L.; MASTROCOLA, M.A.; CALDEIRA, D.S.A. Efeitos de diferentes doses e épocas de aplicação de efluente de biodigestor e da adubação mineral em feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris L.*) submetido a duas lâminas de água por irrigação por sulco. Científica, v. 24, n. 1, p.63-74, 1996.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). Cartas climáticas do estado do Paraná 1994. Londrina, 1994. 49p.

KONZEN, E. A.; MENEZES, J. F. S.; ALVARENGA, R. C.; ANDRADE, C. L. T.; PIMENTA, F. F. PEREIRA, S. C.. Monitoramento ambiental do uso de dejetos líquidos de suínos como insumo na agricultura: 3 – Efeito de Doses na Produtividade de Milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis[Resumos expandidos]... Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/EPAGRI, 2002. CD-ROOM. Seção trabalhos.

KONZEN, E. A. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. In: EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. V Seminário técnico da cultura de milho. Videira, 2003

LOURENZI, C.L.; CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.; TRENTIN, G.; GIROTTO, E.; LORENSINI, F.; TIECHER, T.L. & BRUNETTO, G. Soil chemical properties related to acidity under successive pig slurry application. R. Bras. Ci. Solo, 35:1827-1836, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832011000500037> Acesso em 01 de março de 2019.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos. Brasília: MAPA, 2007. 141p.

MEDEIROS, M.B.; LOPES, J.S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. Bahia Agríc., v.7, n.3, nov. 2006. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Biofertilizantes+1_000g76q0gvw02wx5ok0wtedt3kadue0d.pdf> Acesso em 04 de dezembro de 2018.

MEDEIROS, M.B.; WANDERLEY, P.A.; FRANKLIN, F.; FERNANDES, F.S.; ALVES, G.R.; DANTAS, P.; CORDÃO, R.P.; XAVIER, W.M.R.; LEAL NETO, J.S. Uso de biofertilizantes líquidos no manejo ecológico de pragas agrícolas. In: Encontro temático meio ambiente e

educação ambiental da UFPB, Anais João Pessoa, p. 19-23, 2003. Disponível em: <www.prac.ufpb.br/anais/meae/Anais_II_Encontro_Tematico/trabalhos/BIOFERTILIZANTES.doc> Acesso em 04 de dezembro de 2018.

MENEZES, J. F. S.; PRANDO, S. C.; PIMENTA, F.F.; ALVARENGA R. C.; KONZEN E. A; ANDRADE, C. L. T. Disponibilidade e avaliação dos teores acumulativos de Cu e Zn no perfil do solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos e adubo mineral. In: Fertbio 2004. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26, Lages, SC, 2004. CD ANAIS ... Lages: SBCS/SBM, 2004. CD ROOM.

ODLARE, M.; PELL, M.; SVENSSON, K. Changes in soil chemical and microbiological properties during 4 years of application of various organic residues. Waste Manag. 2008, 28, 1246-1253. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X0700195X>> Acesso em 01 de março de 2019.

OLIVEIRA, I.P.; SOARES, M.; MOREIRA, J.A.A.; ESTRELA, M.F.C.; DAL´ACQUA, F.M.; PACHECO FILHO, O. Resultados técnicos e econômicos da aplicação de biofertilizante bovino nas culturas de feijão, arroz e trigo. Goiânia: EMBRAPACNPAF, 1986. 24 p. (Circular Técnica, 21). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/191800/resultados-tecnicos-e-economicos-da-aplicacao-de-biofertilizante-bovino-nas-culturas-de-feijao-arroz-e-trigo>> . Acesso em: 03 de dezembro de 2018.

ROMERO, G.M;. Dimensionamiento, diseño y construcción de biodigestores y plantas de biogás, v.3, p.103-104, 2016.

SILVA, W.T.L.; NOVAES, A.P.; KUROKI, V.; MARTELLI, L.F.A.; MAGNONI-JÚNIOR, L. Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbio para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola. Química Nova, v. 35, n. 1, p. 35-40, 2012. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol35No1_35_06-AR10996.pdf> Acesso em 03 de dezembro de 2018.

SOARES, N.L.; XAVIER, J.R.M.; AMARANTE, C.B. Influência das variáveis massa e temperatura na determinação da matéria orgânica do solo. IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica; Belém - PA, 2009.

SANTOS, A.C.V.A. Ação múltipla do biofertilizante líquido como fertifitoprotetor em lavouras comerciais. In: Encontro de Processos de Proteção de Plantas: Controle ecológico de pragas e doenças, 1, 2001, Anais UNESP Agroecológica, p.91-96, 2001.

SANTOS, A.C.; SAMPAIO, H.N. Efeito do biofertilizante líquido obtido da fermentação anaeróbica do esterco bovino, no controle de insetos prejudiciais à lavoura citros. In: Seminário bienal de pesquisa, 6., 1993, Rio de Janeiro. Resumos. Seropédica: UFRRJ, 1993.

SCHERER, E.E.; NESI, C.N. & MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas da Região Oeste Catarinense. R. Bras. Ci. Solo, 34:1375-1383, 2010.

SHEN, Q.R. & SHEN, Z.G. Effects of pig manure and wheatstraw on growth of mung bean seedlings grown in aluminium toxicity soil. Biores. Technol., 76:235-240, 2001. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11198175> > Acesso em 01 de março de 2019.

UBALUA, A. O. Cassava wastes: treatment options and value addition alternatives. African Journal of Biotechnology, Abraka, v.6. n.18, p.1065-1073, Sep. 2007. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/27797918_Cassava_wastes_Treatment_options_and_value_addition_alternatives > Acesso em 04 de dezembro de 2018.

VILLELA JÚNIOR, L.V.E.; ARAÚJO, J.A.C.; BARBOSA, J.C.; PEREZ, L.R.B. Substrato e solução nutritiva, desenvolvidos a partir de efluente de biodigestor para cultivo do meloeiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.11, n.2, p.152-158, 2007.