



Congrega
Urcamp 2016

13ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa

REVISTA DA JORNADA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA ISSN:1982-2960

13ª JORNADA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO COMO INSUMO PARA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

SLUDGE INPUT AS SEWAGE TREATMENT PLANT FOR AGRICULTURAL PRODUCTION

Mariana Teixeira da Silva¹, Thais Wacholz Kohler², Sérgio Delmar dos Anjos e Silva³, Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli⁴, Edenara De Marco⁵

RESUMO

Os estudos com lodo de esgoto, subproduto gerado nas estações de tratamento de esgotos urbanos, indicam que ele possui alguns nutrientes essenciais às plantas, é rico em matéria orgânica e atua como um condicionador do solo, melhorando sua estrutura. Quando tratado e processado, o lodo recebe o nome de biossólido e adquire características que permitem sua utilização agrícola de maneira racional e ambientalmente segura. No Brasil o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Resolução CONAMA 375) dispõe certas restrições ao uso deste resíduo com relação às culturas, a mamona por não ser destinada à alimentação é considerada uma excelente cultura apta a utilização de biossólidos. O alto custo dos fertilizantes químicos, consequência da alta demanda de energia para a sua produção, tem inviabilizado a aplicação de fertilizantes minerais para algumas lavouras de mamona. Nesse contexto, o uso de resíduos como adubos orgânicos pode aumentar o lucro dos produtores e contribuir com a minimização de impacto ambiental. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o uso do lodo de esgoto como fertilizante ou fonte nutricional para a produção de mamona, e posteriormente seu efeito residual para produção de ervilha. O lodo de esgoto utilizado foi de base sólida proveniente do leito de secagem da Corsan de Rio Grande/RS. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação na Embrapa Clima Temperado situada no município de Pelotas/RS no período de dezembro de 2013 a setembro de 2014, onde testou-se cinco doses crescentes do lodo de esgoto e uma dose de adubação mineral. Foram analisadas a qualidade ambiental e nutricional do lodo de esgoto e avaliadas as características agrônômicas da mamona e da ervilha. Os resultados obtidos indicaram que a eficiência agrônômica da mamona foi responsiva as doses de lodo de esgoto e que há efeito residual na cultura da ervilha; e quanto à qualidade ambiental, os parâmetros encontraram-se dentro dos limites da Resolução do Conama 375/06, permitindo então seu uso como insumo agrícola. Conclui-se então que o uso de lodo de esgoto aplicado em base sólida é agronomicamente e ambientalmente viável e podemos considerá-lo uma fonte alternativa de adubação orgânica.

Palavras-chave: Biossólido. Resíduos. Adubação orgânica.

ABSTRACT

Studies with sewage sludge, a byproduct generated in urban sewage treatment plants, indicating that it has some essential nutrients to plants, is rich in organic matter and acts as a soil conditioner, improving its structure. When treated and processed, the sludge is called biosolids and acquires characteristics that allow its

agricultural use in a rational and environmentally safe manner. In Brazil, the National Environment Council (CONAMA 375) provides certain restrictions on the use of this waste with respect to crops, castor not be allocated to food is considered an excellent fit culture the use of biosolids. The high cost of chemical fertilizers, a result of the high demand of energy for its production, has made impossible the application of mineral fertilizers for some castor bean crops. In this context, the use of waste as organic fertilizer can increase the profit of producers and contribute to minimizing environmental impact. The objective of this study was to evaluate the use of sewage sludge as fertilizer or nutritional source for the production of castor beans, and then its residual effect for the production of peas. The sewage sludge used was solid base from the Corsan drying bed of Rio Grande/RS. The experiments were conducted in a greenhouse at Embrapa Clima Temperado located in the Pelotas/RS from December 2013 to September 2014, where it was tested five increasing doses of sewage sludge and a dose of mineral fertilizer. We analyzed the environmental and nutritional quality of sewage sludge and evaluated the agronomic characteristics of the castor bean and pea. The results indicated that the agronomic efficiency of castor beans was responsive the sewage sludge doses and no residual effect on the pea culture; and the environmental quality parameters met within the limits of CONAMA resolution 375/06, thus allowing its use as agricultural input. It was concluded that the use of sewage sludge applied on solid base is agronomically and environmentally viable and we consider it an alternative source of organic fertilizer.

Keywords: Biosolid. Residue. Organic fertilization.

INTRODUÇÃO

No estado do Rio Grande do Sul o maior problema do saneamento básico é o esgotamento sanitário, onde apenas 19% da população gaúcha têm acesso à coleta e tratamento (IBGE, 2010). Do total de resíduos sanitários gerados no estado no ano de 2012, 31,2% é coletado e, a partir deste índice de coleta, apenas 36,6% é tratado (SNIS, 2014).

Porém, na Agenda 21, documento assinado durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, e, por conseguinte na agenda 2020, estabeleceu-se a meta de 100% de atendimento da população brasileira com saneamento básico até o ano de 2025, onde neste período haverá um crescimento proporcional dos resíduos gerados pelas estações de tratamento de esgoto (ETE).

O tratamento de esgotos resulta na produção de um residual rico em nutrientes e matéria orgânica, chamado lodo de esgoto (GRAY, 2005). Este resíduo quando tratado, pode ser utilizado na agricultura como fertilizante ou na composição de substratos. Entretanto, por conter em sua composição diversos poluentes, como os metais pesados e agentes patogênicos, o uso continuado e sem critérios técnicos na agricultura pode resultar em aumento nos teores desses elementos no solo (OLIVEIRA & MATTIAZZO, 2001).

Para tanto, a Resolução do CONAMA 375/2006, define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto, inclusive culturas aptas ao resíduo; as quais não possuam a parte comestível em contato com o resíduo.

A mamona por ser uma cultura oleaginosa com finalidade agroenergética se adequa a resolução ambiental, e a ervilha por produzir seus frutos encapsulados não entram em contato direto com o lodo, mesmo que em quantidades pequenas.

Sendo assim, os objetivos deste trabalho foram: 1) caracterizar química e patogênica o LETE de Rio Grande, e 2) avaliar o uso do lodo de esgoto como fonte de nitrogênio para a produção de mamona (efeito imediato) e de ervilha (efeito residual).

MATERIAL E MÉTODOS

O Lodo de esgoto utilizado foi coletado na Estação de Tratamento de Esgotos da Companhia Riograndense de Saneamento (ETE-CORSAN), localizada no município de Rio Grande/RS, sendo oriundo de tratamento aeróbico (reator biológico) onde os microrganismos decompõem a matéria orgânica e podem controlar significativamente os patógenos. Após este tratamento, o lodo foi desaguado em leito de secagem em janeiro de 2013 para a secagem natural e posteriormente coletado em dezembro de 2013 conforme o Manual de Uso Agrícola do Lodo no Espírito Santo (COSTA, 2011) e manejado conforme a resolução do CONAMA 375 de 2006.

Para avaliar o efeito do lodo de esgoto como uma possível utilização agrícola, foram instalados dois experimentos, com mamona e ervilha, ambas culturas com permissão para esses testes pelos órgãos ambientais, resolução brasileira (CONAMA 375/2006) e o licenciamento do órgão ambiental local (FEPAM/RS). No primeiro experimento, foram utilizadas as cultivares de mamona BRS Energia e AL Guarany 2002 a fim de testar o efeito imediato do lodo de esgoto; e no segundo experimento foi utilizado a cultivar de ervilha Itapuã 600 a fim de testar o efeito residual de nutrientes contidos no lodo de esgoto.

Os experimentos foram conduzidos em telado coberto modelo arco, revestida com filme de polietileno, localizado na Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, no período de dezembro de 2013 a setembro de 2014, utilizando-se baldes de polipropileno com capacidade de 20 litros, com solo cuja análise foi: P (2,3 mg/ c/dm³), K (40 mg/ c/dm³), Ca (2,2 cmol c/dm³), Mg (0,6 cmol c/dm³), M.O (2,5%), pH (5,7), CTC pH7 (6,9). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com seis tratamentos e quatro repetições; as duas cultivares testadas não tiveram como finalidade a comparação de resultados entre elas, e sim um teste de adaptabilidade do resíduo separadamente por cultivar. Cada parcela foi composta de quatro unidades experimentais, totalizando 192 baldes.

A semeadura da mamona se deu no dia 09 de dezembro de 2013, quatro dias após a incorporação dos tratamentos ao recipiente, semeando 3 plantas por balde. O desbaste foi realizado aos 15 dias após a emergência, mantendo-se uma planta por balde. Após o fim do ciclo da mamona, a mesma foi coletada deixando apenas as raízes para degradar no local.

O experimento com ervilha foi instalado no mesmo recipiente do ensaio da mamona, no dia 09 de julho de 2014, com cinco sementes por balde, o desbaste ocorreu 14 dias após a emergência conforme o vigor de plântulas, deixando-se três plantas por balde.

Em relação à adubação, os seis tratamentos receberam as mesmas quantidades de fósforo e potássio visando atender a recomendação da cultura, foram utilizados Superfosfato Triplo (SFT 42% de P_2O_5) e Cloreto de Potássio (KCl 60% de K_2O). As doses de lodo de esgoto (LE) foram definidas com base na recomendação de N para a cultura e o conteúdo de nitrogênio contido neste adubo, conforme caracterização química (Tabela 1). As análises nutricionais foram realizadas no laboratório de solos da Embrapa Clima Temperado, os metais pesados foram analisados no laboratório de Contaminantes Ambientais do Instituto Federal Sul-Riograndense e os agentes patógenos analisados no laboratório Químioambiental de Porto Alegre/RS (credenciado conforme NBR ISO/IEC 17025:2005).

A composição dos tratamentos segundo a fonte de N foi: T1- testemunha (sem adição de N), T2- 800 Kg ha⁻¹ de LE equivalente a 36 Kg ha⁻¹ de N, T3- 1.500 Kg ha⁻¹ de LE equivalente a 68 Kg ha⁻¹ de N, T4- 2.300 Kg ha⁻¹ de LE equivalente a 104 Kg ha⁻¹ de N, T5- 3.000 Kg ha⁻¹ de LE equivalente a 135 Kg ha⁻¹ de N e T6- testemunha padrão com 68 Kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia. Considerou-se os tratamentos 1 e 6, como testemunhas, sendo T6 a recomendação de adubação mineral (base nitrogênio) para a cultura da mamona (Tabela 1).

TABELA 1. **Composição química dos tratamentos utilizando lodo de esgoto (LE), adubação mineral, e recomendação para mamona segundo Silva, 2005. Pelotas/RS, 2015.**

| Tratamentos | Doses de LE e quantidades de N, P_2O_5 e K_2O (Kg ha ⁻¹) fornecidas via LE | | | | Fontes minerais solúveis de N, P_2O_5 , K_2O (Kg ha ⁻¹) - doses baseadas na recomendação para a cultura da mamona | | | | | | Quantidades totais de N, P_2O_5 e K_2O (Kg ha ⁻¹) | | |
|-------------|--|-----|----------|--------|---|-------|----------|-----|--------|-----|---|----------|--------|
| | LE | N | P_2O_5 | K_2O | N | Uréia | P_2O_5 | SFT | K_2O | KCL | N | P_2O_5 | K_2O |
| | T1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 214 | 84 | 140 | 0 | 90 |
| T2 | 800 | 36 | 28 | 3 | 0 | 0 | 90 | 214 | 84 | 140 | 36 | 118 | 87 |
| T3 | 1.500 | 68 | 52 | 7 | 0 | 0 | 90 | 214 | 84 | 140 | 68 | 142 | 91 |
| T4 | 2.300 | 104 | 79 | 10 | 0 | 0 | 90 | 214 | 84 | 140 | 104 | 169 | 94 |
| T5 | 3.000 | 135 | 103 | 13 | 0 | 0 | 90 | 214 | 84 | 140 | 135 | 193 | 97 |
| T6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 68 | 151 | 90 | 214 | 84 | 140 | 68 | 90 | 84 |

Na cultura da mamona do primeiro experimento, foi avaliado o desenvolvimento das plantas através de seu crescimento durante o ciclo. O acompanhamento do crescimento das plantas foi realizado a partir do trigésimo dia após a emergência, sendo avaliada a cada 15 dias até o seu nonagésimo dia. As medições foram realizadas com uma trena desde a superfície do solo até o ápice da planta.

Para avaliar o efeito residual na cultura da ervilha no experimento 2; a colheita foi o foco agrônomo conforme A e B. A) Produtividade de vagens e grãos: com o auxílio de uma

balança de precisão, em todas as colheitas as vagens e grãos foram pesadas, fazendo-se a soma total do peso de grãos e B) Número de vagens: em cada colheita foi realizada a contagem de vagens emitidas por parcela (4 unidades experimentais).

Os dados estatísticos foram realizadas através análises de regressão, utilizando o teste t à 5% para determinar os coeficientes de regressão, através do software R (R CORE TEAM, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O lodo de estação de tratamento de esgoto utilizado em base seca, derivado de leito de secagem, contém uma boa quantidade de macro e micro nutrientes fundamentais ao desenvolvimento de plantas inseridas num sistema de produção (Tabela 2). Quanto a metais pesados e agentes patogênicos presentes no lodo de esgoto, encontraram-se dentro dos limites aceitáveis pela resolução nacional que permite seu uso em atividades agrícolas, podendo ser aplicado, com segurança sanitária e ambiental de acordo com o CONAMA 375 (2006) conforme tabelas explanadas por Silva (2015) (Tabela 3 e 4).

TABELA 2. Caracterização química e de agentes patogênicos do lodo de esgoto (base seca) da estação de tratamento de esgoto de Rio Grande/RS. Pelotas/RS, 2015.

| Atributos químicos do LE | | | | | | | Metais Pesados | | | | Agentes Patogênicos | | |
|--------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| pH em água | MO ¹ | N ¹ | P ¹ | K ¹ | Ca ¹ | Mg ¹ | Ni ² | Cu ² | Pb ² | Zn ² | Coliformes fecais ³ | Salmonella sp. ³ | Ovos v. helmintos ³ |
| | | | % | | | | mg Kg ⁻¹ | | | | | | |
| 5,6 | 8,42 | 4,52 | 1,5 | 0,36 | 2,81 | 0,46 | 18,5 | 13,2 | <1,0 | 12,2 | <1,8 | ND | <1,0 |

¹Tedesco et al. (1995); ²Abreu (2005); ³ABNT NBR ISO 18593

TABELA 3. Concentração máxima permitida de elementos inorgânicos no lodo de esgoto (mg/Kg, base seca), segundo a Resolução do CONAMA, 375 de 2006 (Silva, 2015).

| Elementos | Concentração | Elementos | Concentração |
|-----------|--------------|------------|--------------|
| Bário | 1300 | Mercúrio | 17 |
| Cádmio | 39 | Molibdênio | 50 |
| Chumbo | 300 | Níquel | 420 |
| Cobre | 1500 | Selênio | 100 |
| Cromo | 1000 | Zinco | 2800 |

TABELA 4. Classes de lodo de esgoto - agentes patogênicos, segundo a Resolução do CONAMA, 375 de 2006 (Silva, 2015).

| Tipo de lodo de esgoto | Concentração de patógenos |
|------------------------|---|
| A | Coliformes Termotolerantes <math><10^3</math> NMP / g de ST Ovos viáveis de helmintos <math><0,25</math> ovo / g de ST <i>Salmonella</i> ausência em 10 g de ST Vírus <math><0,25</math> UFF / g de ST |
| B | Coliformes Termotolerantes <math><10^6</math> NMP / g de ST Ovos viáveis de helmintos <math><10</math> ovos / g de ST |

Experimento 1 – mamona; efeito imediato da adubação

A análise de regressão para a variável altura de plantas revelou que o desenvolvimento das plantas foi crescente para ambas as cultivares, onde os coeficientes de determinação foram significativos para todos os tratamentos (Figuras 3 e 4).

Para a cultivar BRS Energia, aos 100 dias após a emergência a maior dose, com 3.000 Kg ha^{-1} , foi a que apresentou médias de alturas mais elevadas, chegando próxima a 0,80 metros, seguido pelo tratamento de adubação mineral (Figura 3). Já para a cultivar AL Guarany, em todas as datas de avaliação constatou-se alturas muito próximas entre todos os tratamentos, porém as plantas tratadas com adubação mineral e com a dose de 3.000 Kg ha^{-1} de lodo apresentaram tendência de maior altura, comparado aos demais tratamentos (Figura 4).

O desenvolvimento das plantas de mamona em telado foi visivelmente distinto sob esta condição. Observou-se estiolamento e pouca área foliar nas plantas; este fato se dá devido à baixa adaptabilidade da cultura em vasos, podendo estar também ligado à limitação do crescimento das raízes em baldes; porém tornou-se necessário o cultivo em recipiente, como modo de precaução do resíduo com a qualidade do solo ao utilizar uma área experimental da unidade.

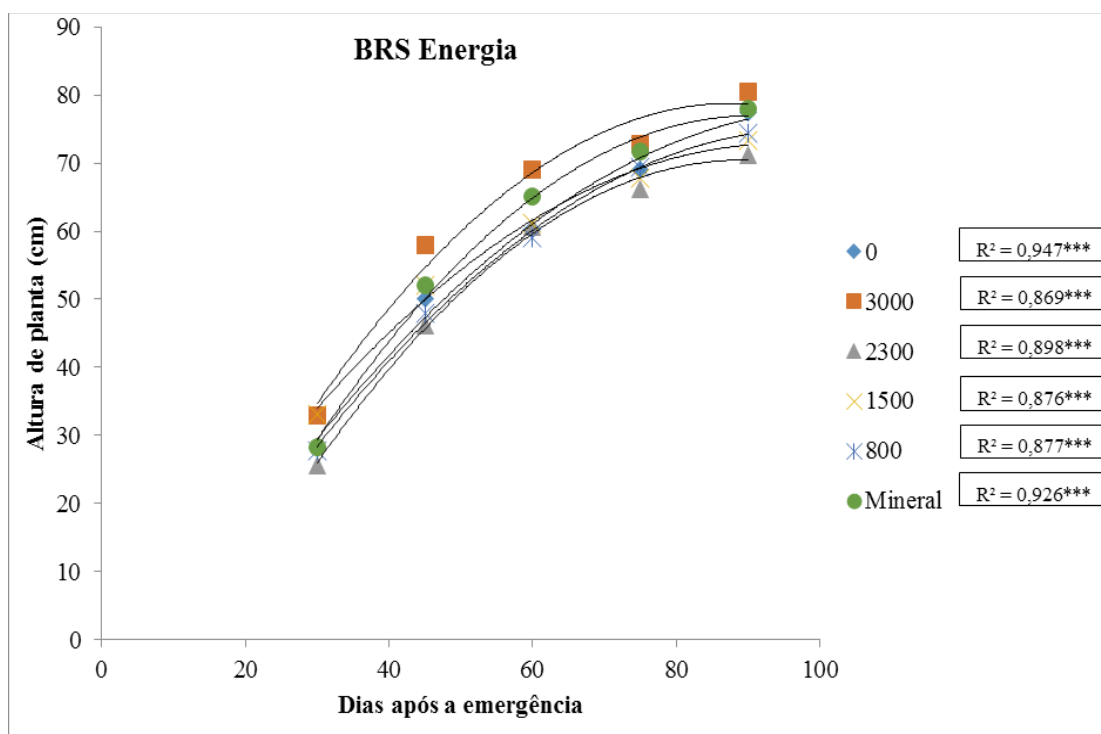


FIGURA 3. Curvas de crescimento da cultivar de mamona BRS Energia em diferentes tratamentos sob telado. Pelotas/RS, 2015.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t; *** Significativo a 0,1% de probabilidade pelo teste t; ^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

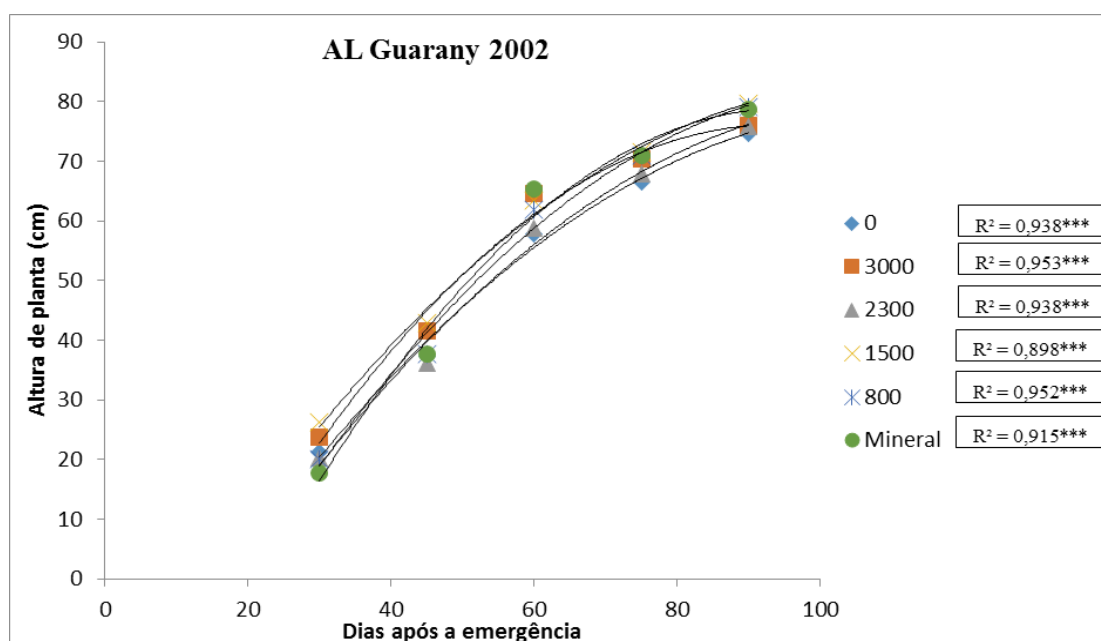


FIGURA 4. Curvas de crescimento da cultivar de mamona AL Guarany 2002 em diferentes tratamentos sob telado. Pelotas/RS, 2015.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t; *** Significativo a 0,1% de probabilidade pelo teste t; ^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Para a variável altura de inserção do primeiro racemo não houve resposta significativa em função das doses de lodo de esgoto para ambas as cultivares testadas, tornando-se desnecessário a apresentação dos valores.

Experimento 2 – ervilha; efeito residual da adubação.

Para a variável produtividade, verificou-se resposta significativa em função das doses de lodo de esgoto para a ervilha semeada nos vasos previamente cultivados com a mamona BRS Energia, ainda que com baixo coeficiente de determinação (Figura 6). A linha de adubação mineral foi alocada na figura somente para visualização do resultado gerado; ressaltando que não houve doses, apenas um tratamento de acordo com o recomendado.

Verifica-se que a produção de ervilha por parcela foi crescente conforme houve o aumento das doses de lodo de esgoto. Em comparação a adubação mineral com produção de 120 gramas, a maior dosagem de lodo (3.000 Kg ha^{-1}) produziu 180 gramas. Este dado reflete que mesmo após o ciclo da mamona, ainda restam nutrientes do lodo de esgoto disponíveis no substrato (Figura 5).

Não houve resposta significativa para produção de ervilhas em função das doses de lodo de esgoto residuais do cultivo da mamona AL Guarany 2002 (Figura 6).

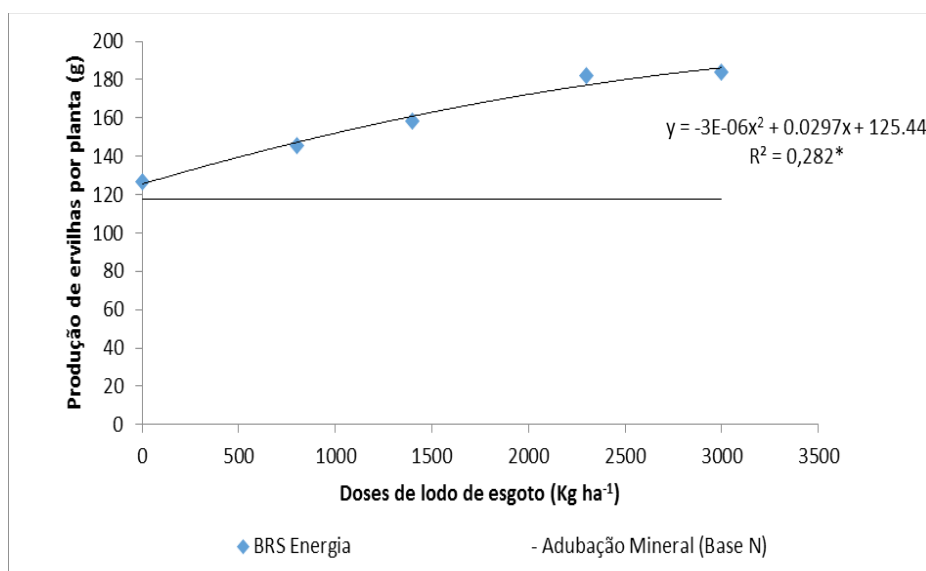


FIGURA 5. Produção de ervilha Itapuã 600 cultivada em telado, sob efeito residual (mamona BRS Energia) de doses com lodo de esgoto. Pelotas/RS, 2015.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t; *** Significativo a 0,1% de probabilidade pelo teste t; ^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

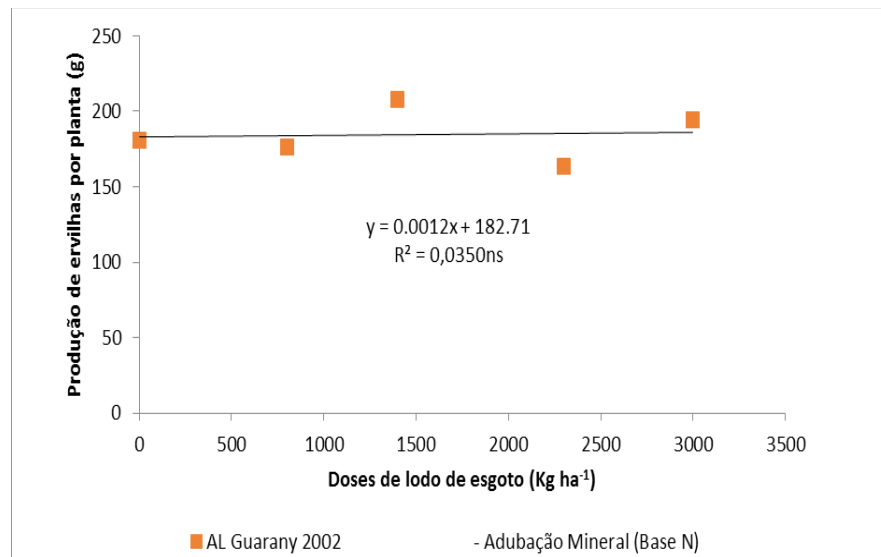


Figura 6. Produção de ervilha Itapuã 600 cultivada em telado, sob efeito residual (mamona AL Guarany 2002) de doses com lodo de esgoto. Pelotas/RS, 2015.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t; *** Significativo a 0,1% de probabilidade pelo teste t; ^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Para variável número de vagens emitidas por parcela, somente a ervilha cultivada nos vasos onde foi conduzida a variedade de mamona BRS Energia apresentou variação significativa em função das doses de lodo residual. A emissão de vagens produtivas, assim como sua produção total foi maior no tratamento com maior dosagem de lodo, ao passo que este apresentou em média cerca de 65 vagens e a testemunha e o tratamento mineral 40 vagens (Figura 7).

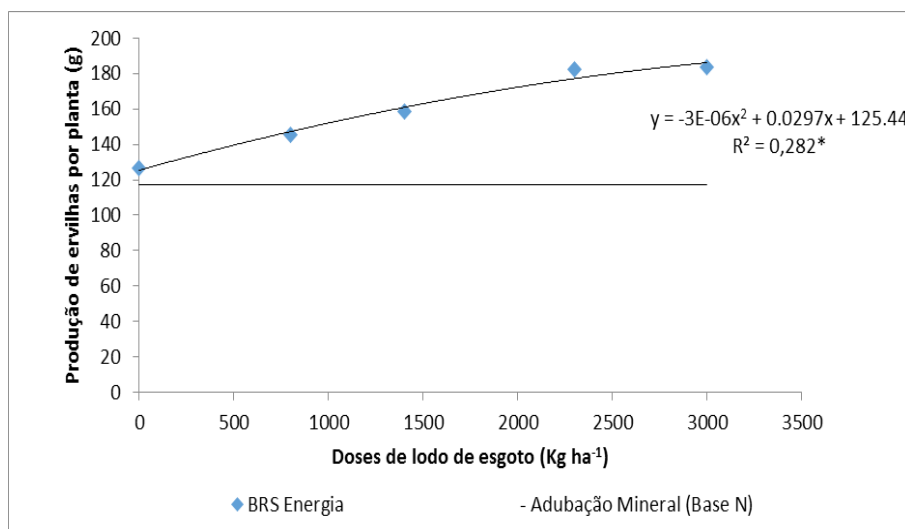


Figura 7. Número de vagens emitidas de ervilha Itapuã 600 cultivada em telado, sob efeito residual no local da cultivar BRS Energia de doses com lodo de esgoto. Pelotas/RS, 2015.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t; *** Significativo a 0,1% de probabilidade pelo teste t; ^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

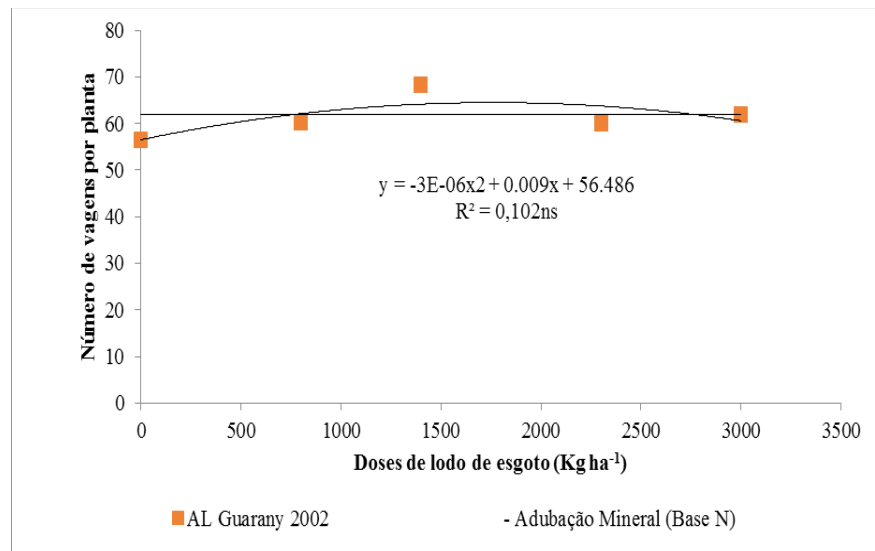


Figura 8. Número de vagens emitidas de ervilha Itapuã 600 cultivada em telado, sob efeito residual no local da cultivar AL Guarany 2002 de doses com lodo de esgoto. Pelotas/RS, 2015.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t; *** Significativo a 0,1% de probabilidade pelo teste t; ^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

O número de vagens da ervilha não variou significativamente em função da dose residual do lodo da variedade AL Guarany 2002, porém os tratamentos com LE se igualaram ao tratamento com adubação mineral e produziram em média 65 vagens, da mesma forma que a ervilha semeada nos baldes previamente cultivados com a mamona BRS Energia (Figura 7 e 8).

CONCLUSÕES

O uso de lodo de esgoto aplicado em base sólida no cultivo de mamona é agronomicamente viável e podemos considerá-lo uma fonte alternativa de adubação orgânica para uso desta oleaginosa.

Mesmo após um ciclo com a cultura da mamona há efeito residual de nutrientes provenientes do LE que podem beneficiar a cultura sucessora, onde todos os tratamentos com doses de lodo de esgoto superaram o tratamento com dose recomendada mineral na cultura da ervilha.

AGRADECIMENTOS

À Capes pela bolsa concedida ao primeiro autor, ao Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, a Universidade Federal de Pelotas, e a Embrapa Clima Temperado pela infraestrutura para realização dos experimentos.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21. Capítulo 7, <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>>, acesso em 01 de janeiro de 2015.

AGENDA 2020. **Situação atual do Saneamento**. Disponível em <<http://agenda2020.com.br/propostas/saneamento/>>, acesso em 13 de julho de 2013.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 375**. Critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, de 29 de agosto de 2006, Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2006.

COSTA, A. N. & COSTA, A. F. S. **Manual de uso agrícola e disposição do lodo de esgoto para o Estado do Espírito Santo**. Vitória: Incaper. 126 p. 2011.

ABREU, M. F.; FURLANI, A. C.; ABREU, C. A.; SANTOS, P. H.; GONZÁLEZ, A. P. Total element concentration quantification in substrates. **Acta Horticulturae**. 697: 315-319, 2005.

GRAY, N. F. **Water technology**. An introduction for environmental scientists and engineers. Britain: Elsevier. 645 p. 2005.

IBGE PAM: 2010. Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/estatistica/feedados/consulta/2010/estado/domiciliosparticularespermanentes>>, acesso em 21 de julho de 2013.

OLIVEIRA, F. C. & MATTIAZZO, M. E. Metais pesados em Latossolo tratado com lodo de esgoto e em plantas de cana-de-açúcar. **Sci. Agric.**, 58:581-593, 2001.

R CORE TEAM R: **A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria, (2013). (URL <http://www.R-project.org/>).

SILVA, M. T. Lodo de esgoto como insumo para produção de mamona. **Dissertação**. PPGSPAF-UFPEL. Pelotas. 80 p. 2015.

SILVA, S. D. A. **A cultura da mamona na região de Clima Temperado: Informações Preliminares**, Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2005.

SNIS, **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. 2013. Tabelas Completas de Informações e Indicadores dos Prestadores de Serviços Regionais. Dowload disponível em <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=105>>, acesso em 12 de janeiro de 2015.

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, Departamento de Solos. 118 p. (UFRGS. Boletim Técnico, 5) 1995.