



Sedimentos de tanque de piscicultura na produção de cenoura em sucessão com feijão-caupi. Pisciculture tank sediments in the production of carrots in succession with cowpea.

[Valdinar Ferreira Melo](#)¹, [Sonicley da Silva Maia](#)², Wigna Maria de Medeiros³, [Plínio Henrique de Oliveira Gomide](#)⁴, [Sandra Cátia Pereira Uchôa](#)¹, [Fernando Gomes de Souza](#)¹, Daniel de Sousa Duarte⁵

¹- Docentes da Universidade Federal de Roraima – UFRR, Boa Vista/RR – Brasil. E-mail: fernando.souza@ufr.br

²- Doutorando em Agronomia – Universidade Federal de Roraima – UFRR, Boa Vista/RR – Brasil.

³- Engenheira Agrônoma – Universidade Federal de Roraima – UFRR, Boa Vista/RR – Brasil.

⁴- Docente da Universidade Estadual de Roraima – UERR, Boa Vista/RR – Brasil.

⁵- Graduando em Agroecologia pela Escola Agrotécnica da UFRR – EAgro/UFRR, Boa Vista/RR – Brasil.

Resumo

O aproveitamento de resíduos da piscicultura nos campos de cultivo é atualmente bem visto nos parâmetros ambientais sustentáveis de produção agrícola. Nesse contexto, objetivou-se com este estudo avaliar o aproveitamento dos resíduos sólidos, provenientes dos tanques de piscicultura, e suas interações com NPK e calcário na produção de cenoura e feijão-caupi em sucessão. O experimento foi delineado em blocos ao acaso, com quatro repetições e quatorze tratamentos, sendo conduzido em campo sobre um Latossolo Amarelo Distrófico. A adição de resíduos sólidos de tanque de piscicultura promoveu aumento da produção de raiz tuberosa de cenoura em função das doses e das combinações de resíduos e níveis de complementação mineral. Os maiores efeitos dos resíduos foram em relação a produtividade, tamanho e diâmetro de raiz tuberosa.

Palavras-chave: Efluentes. Peixes. Eutrofização. Adubação. Solo e Água.

Abstract

The use of fish farming residues in cultivated fields is currently well seen in the sustainable environmental parameters of agricultural production. In this context, the aim of this study was to evaluate the use of solid waste from fishponds and their interactions with NPK and limestone in the production of carrots and cowpea in succession. The experiment was designed in randomized blocks, with four replications and fourteen treatments, being carried out in the field on a Dystrophic Yellow Latosol. The addition of solid residues from a fishpond increased the production of tuberous carrot root as a function of doses and combinations of residues and levels of mineral supplementation. The greatest effects of residues were in relation to yield, size and tuberous root diameter.

Keywords: Effluents. Fish. Eutrophication. Fertilizing. Soil and Water.

Introdução

Durante o último século, as atividades humanas aumentaram consideravelmente a utilização de materiais orgânicos e de nutrientes com consequências negativas nos ambientes aquáticos (LINDQVIST et al., 2009). Nessa perspectiva, a disponibilização nesses ambientes de elementos químicos é, em grande parte, causada por práticas amplamente difundidas pela atividade antrópica, como: agricultura e pecuária (KEMP et. al., 2005; CLOERN, 2001).

No processo de produção piscícola, é inevitável o acúmulo de resíduos orgânicos mesmo naqueles sistemas de renovação de água intermitentes (HUSSAR et. al., 2002). Segundo Kubitza (1998), a decomposição desses materiais nos tanques é feita, principalmente, pela ação microbiológica, fato que resulta no acúmulo de metabólitos tóxicos aos organismos aquáticos, dos quais, a amônia, o nitrito e o gás carbônico são os mais expressivos. A piscicultura, como contribuição à segurança alimentar, deve obedecer aos princípios da sustentabilidade econômica, sanitária e ambiental, ou seja, a atividade deve garantir retorno financeiro, não impor riscos à saúde humana e não provocar impactos ambientais (BASTOS, 2003). Esses impactos, em especial, são caracterizados pela sedimentação e obstrução dos fluxos de água, pela eutrofização, pela descarga dos efluentes de viveiros e pela poluição por resíduos químicos e orgânicos (MATOS et al., 2000).

A criação de peixes enriquece com material orgânico e inorgânico a coluna de água, por meio da eliminação de fezes e outras excreções, resíduos de alimentos não ingeridos, descamação, mucos, vitaminas e medicamentos que podem também ter implicações na qualidade da água (SIPAÚBA-TAVARES et al., 1999). O material orgânico proveniente da adição de fertilizantes, excreções dos peixes e restos de ração não consumidos pelos peixes, depositam-se no fundo dos tanques, enquanto os metabólitos e compostos nitrogenados e fosfatados encontrados diluídos no meio estimulam a floração de algas (HUSSAR et al., 2002), eutrofizando o meio, fenômeno este de grande relevância no processo de alteração da qualidade das águas.

Neste processo de produção há formação de sedimentos ricos em nutrientes e matéria orgânica que podem ser incorporados ao solo como fonte de nutriente para as culturas, representando uma redução nos custos de produção para as lavouras (SALAZAR & SALDANA, 2007), como observado por Castro et al. (2005) em que as plantas de tomateiro irrigadas com efluentes de viveiros de peixe apresentaram melhor desempenho das plantas irrigadas com efluentes quando comparadas àquelas que foram irrigadas com água de poço.

A redução dos impactos ambientais negativos, provocados pela piscicultura passa pela questão do manejo correto dos tanques, com rígido controle da qualidade da água, uso de tanques de decantação para efluentes e rações de alta digestibilidade (TOLEDO et al., 2003), como também, o aproveitamento dos efluentes líquidos e sólidos em sistemas de produção agrícola, que reduz as quantidades de fertilizantes minerais utilizados como adubo (AL-JALOUD et al., 1993; D'SILVA, 1993).

Devido a necessidade de utilização de resíduos de qualquer atividade produtiva, indicando suas especificidades e eficiência, objetivou-se com este trabalho avaliar o aproveitamento dos resíduos sólidos provenientes de tanques de piscicultura e suas interações com NPK e calcário na produção de cenoura e feijão-caupi em sucessão.

Material e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido durante a estação seca na área experimental do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Roraima, em Boa Vista, RR, sendo as coordenadas geográficas de referência 2°49'11" N, longitude 60°40'24" W e altitude de 90 m. O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Aw, com duas estações climáticas bem definidas, uma chuvosa (abril a setembro) e outra seca (outubro a março) (ARAÚJO et al., 2001).

O resíduo sólido utilizado na pesquisa foi coletado de um tanque ativo de piscicultura da fazenda Santa Luzia, município de Alto Alegre, RR, com dois anos de manejo de tambaqui (*Colossoma macropomum*). O material coletado foi secado à sombra, destorroado e peneirado em peneira de 2 mm, seguindo metodologia proposta pela EMBRAPA (2011), após análise apresentou a seguinte caracterização química: pH (H₂O): 6,4; M.O: 41,6 g kg⁻¹; 85 mg dm⁻³; K: 57 cmol_c dm⁻³; Ca⁺²: 2,83 cmol_c dm⁻³; Mg⁺²: 1,72 cmol_c dm⁻³; H+Al⁺³: 2,3 cmol_c dm⁻³; Al⁺³: -; SB: 4,7 cmol_c dm⁻³; T: 7,05 cmol_c dm⁻³; N: 0,7 g; Fe: 492; Zn: 15,69 mg dm⁻³; Cu: 5,7 mg dm⁻³; Mn: 88 mg dm⁻³ e B: 0,27 mg dm⁻³. Já o solo utilizado para o cultivo apresentou: pH (H₂O): 5,4; M.O: 17,0 g kg⁻¹; P: 0,1 mg dm⁻³; K⁺: 15 cmol_c dm⁻³; Ca⁺² e Mg⁺²: 0,8 cmol_c dm⁻³; Al⁺³: 0,9 cmol_c dm⁻³; SB: 0,84 cmol_c dm⁻³; T: 3,7 cmol_c dm⁻³; areia: 25%; silte:15% e argila: 60%.

O experimento foi instalado em blocos casualizados, com 4 repetições e 14 tratamentos. Foram implantadas 56 parcelas com dimensões de 1,0 x 1,5 m, isoladas com tábuas de 30 cm de altura. Em cada parcela foi adicionado 50 dm³ de palha de arroz carbonizada para melhor condicionamento físico do solo.

Os tratamentos foram: 1- solo; 2- solo + adubação mineral; 3- Solo + 20 t ha⁻¹ de resíduos sólidos; 4- Solo + 40 t ha⁻¹ de resíduos sólidos; 5- Solo + 60 t ha⁻¹ de resíduos sólidos; 6- Solo + 160 t ha⁻¹ de resíduos sólidos; 7- Solo + 20 t ha⁻¹ de resíduos sólidos + complementação mineral, nível 1; 8- Solo + 20 t ha⁻¹ de resíduos sólidos + complementação mineral, nível 2; 9- Solo + 40 t ha⁻¹ de resíduos sólidos + complementação mineral, nível 1; 10- Solo + 40 t ha⁻¹ de resíduos sólidos + complementação mineral, nível 2; 11- Solo + 80 t ha⁻¹ de resíduos sólidos + complementação mineral, nível 1; 12- Solo + 80 t ha⁻¹ de resíduos sólidos + complementação mineral, nível 2; 13- Solo + 160 t ha⁻¹ de resíduos sólidos + complementação mineral, nível 1; 14- Solo + 160 t ha⁻¹ de resíduos sólidos + complementação mineral, nível 2.

A adubação mineral foi baseada na recomendação para a cultura da cenoura (120 kg ha⁻¹ de N, 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 240 kg ha⁻¹ de K₂O, 0,2 t ha⁻¹ de calcário, 2 kg ha⁻¹ de Boro, 2 kg ha⁻¹ de Zn, 20 kg ha⁻¹ de S). Para a complementação mineral, nível 1 foi aplicado: 40 kg ha⁻¹ de N; 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅; 60 K₂O kg ha⁻¹; 0,5 t ha⁻¹ de calcário e para a complementação mineral, nível 2 foi aplicado: 80 kg de N kg ha⁻¹; 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅; 120 kg ha⁻¹ K₂O; 1 t ha⁻¹ de calcário). A calagem foi realizada 15 dias antes da aplicação dos demais tratamentos.

No cultivo da cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, adotou-se o espaçamento entre linhas de 20 cm, com 12 plantas por metro linear. A adubação de fundação constou-se da aplicação de: N - 30%, P - 100%, K - 40%, nas formas de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. As adubações de cobertura foram realizadas conforme o cronograma: 20 dias após a emergência: N - 35 %, K - 30%; e 40 dias após emergência: N - 35% e K - 30%. Os tratos culturais envolveram irrigação por microaspersão, capinas manuais, controle de pragas e doenças quando necessários.

Aos 85 dias após a germinação, quando as folhas começaram a amarelar, foi realizada a colheita, ocasião em que foram avaliadas as variáveis: Massa fresca de raiz, massa seca da parte aérea, comprimento e diâmetro médio de raiz.

Trinta dias após a colheita da cenoura, foi realizado o plantio do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L, Walp), cv. BRS Guariba, inoculado com *Bradyrhizobium elkanii* e espaçados em 0,40 m entre fileiras, com dez plantas por metro linear. Os tratamentos culturais envolveram irrigação por microaspersão, capinas manuais, controle de pragas e doenças quando necessários.

Aos 60 dias após a germinação, iniciou-se a colheita das vagens secas, com catas a cada três dias, por um período de 20 dias. As vagens foram secadas em estufa a 65° C para uniformização da umidade. Ao final do ciclo produtivo e da colheita, as vagens foram debulhadas, em seguida os grãos foram pesados em balança analítica para determinação dos dados de produtividade da cultura.

Para avaliação das variáveis analisadas em ambos os ensaios foram realizadas análises de variância e testes de médias utilizando o programa estatístico SAEG – (UFV, 1993).

Resultados e discussão

Os tratamentos afetaram significativamente as variáveis estudadas. A produtividade de raiz tuberosa variou de 330 a 1.304 g m⁻². O uso da combinação de resíduos sólidos com adubação mineral e a calagem proporcionaram os maiores incrementos em produtividade (Tabela 1).

Tabela 1 - Produtividade (P), massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento de raiz tuberosa (CRT) e diâmetro de raiz tuberosa (DRT) de cenoura em diferentes substratos formados com resíduos sólidos de tanque de piscicultura

Tratamento	Produtividade	MSPA	CRT	DRT
	-----g m ⁻² -----		-----cm-----	
Solo	330 e	50,2 b	5,9 d	1,0 f
Solo + adubação mineral	1.028 abc	150,9 a	10,5 a	1,8 abc
Solo + 20 t ha ⁻¹ de RS	392 e	62,1 b	7,2 cd	1,2 ef
Solo + 40 t ha ⁻¹ de RS	341 e	88,7 ab	6,9 cd	1,2 ef
Solo + 80 t ha ⁻¹ de RS)	447 de	90,3 ab	7,3 cd	1,3 def
Solo + 160 t ha ⁻¹ de RS	669 cde	122,3 ab	8,5 bc	1,5 bcde
Solo + 20 t ha ⁻¹ RS + CM-N1	714 cde	104,2 ab	9,85 ab	1,5 cde
Solo + 20 t ha ⁻¹ RS + CM-N2	831 bcd	105,2 ab	9,6 ab	1,6 abcd
Solo + 40 t ha ⁻¹ RS + CM-N1	757 cde	109,7 ab	9,4 ab	1,7 abc
Solo + 40 t ha ⁻¹ RS + CM-N2	836 bcd	110,4 ab	10,3 ab	1,7 abc
Solo + 80 t ha ⁻¹ RS + CM-N1	755 cde	108,2 ab	9,6 ab	1,8 ab
Solo + 80 t ha ⁻¹ RS + CM-N2	1.072 abc	149,5 a	10,2 ab	1,7 abc
Solo + 160 t ha ⁻¹ RS + CM-N1	1.304 a	95,6a b	10,5 ab	1,9 ab
Solo + 160 t ha ⁻¹ RS + CM-N2	1.211 ab	130,9 ab	11,3 a	1,9 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 0,05 de probabilidade. RS = Resíduo sólido; CM-N1 = Complementação mineral-nível 1; e CM-N2 = complementação mineral-nível 2.

Os dados referentes à produtividade de raiz tuberosa apresentaram aumento significativo com o aumento das quantidades de sedimentos, tanto que variam de 0 a 160 t/ha sem complementação mineral, quanto naquelas com complementação mineral, porém as doses sem complemento foram inferiores ao solo com adubação mineral (Tabela 1). Tal resultado demonstra a redução do uso de fertilizantes minerais reduzindo o custo de produção e a pressão sobre a exploração dos recursos minerais.

Ao praticar a substituição dos fertilizantes minerais pelo uso de compostos orgânicos, reduz-se significativamente o custo de produção das culturas. A utilização de compostos orgânicos na adubação das culturas promove benefícios econômicos aos produtores, que podem reutilizar vários produtos e subprodutos de suas propriedades para produção de compostos orgânicos, inclusive pode ser eficaz para reduzir os altos custos dos insumos (SANTOS et al., 2020).

Os tratamentos com complementação mineral no nível 01 promoveram incremento significativo com o aumento das doses de sedimentos, em comparação ao solo sem adubação mineral (Tabela 1). A aplicação de 160 t ha⁻¹ mostrou ser eficiente quanto a condição limitante de nutrientes, em que os valores de produção superaram os do solo com adubação química. Não foi observado incremento da produção de massa seca da parte aérea com o aumento das doses, havendo diferença significativa apenas quando comparados ao solo sem adubação.

Quanto ao comprimento e diâmetro médio de raiz tuberosa as diferenças significativas foram observadas em relação ao solo com adubação mineral. Para os tratamentos com o Nível 02 de complementação mineral, a produção de raiz tuberosa foi alcançada com 80 t ha⁻¹ de sedimentos de piscicultura entre o solo sem adubação mineral e os tratamentos com o crescimento das doses de resíduos com correção química. O mesmo comportamento foi observado para a produção de massa seca, no entanto, não houve diferença significativa entre as doses e o solo com adubação mineral, diferindo apenas do solo sem adubação.

Para o nível 02, o comprimento e diâmetro médio de raiz tuberosa aumentaram significativamente com o aumento das doses de resíduos, porém não diferiram do solo com adubação mineral. Os maiores valores para o comprimento e diâmetro médio de raiz tuberosa foram alcançados a partir da dose de 80 t ha⁻¹ sem apresentar incremento significativo até a dose de 160 t ha⁻¹.

Os resultados demonstram a possibilidade de aproveitamento dos resíduos provenientes dos tanques de piscicultura na produção agrícola, evitando o lançamento destes resíduos sólidos nos cursos de água, que poderiam causar eutrofização, principalmente pela carga de nutrientes, destacando o fósforo, nitrogênio e a matéria orgânica. O solo enriquecido com 160 t ha⁻¹ de resíduo sólido no nível 1 de complementação mineral apresentou-se como melhor tratamento uma vez que há redução pela metade dos fertilizantes e corretivos comparado ao solo enriquecido com 160 t ha⁻¹ de resíduo sólido no nível 2 de complementação mineral, o que pode contribuir para maiores produção e redução dos custos com fertilizantes e corretivos, uma vez que estes produtos são importados da Venezuela e de outros Estados brasileiros.

O efeito residual das doses de sedimentos na produtividade do feijão, após cultivo com cenoura, foi significativo tanto no nível que usou apenas os sedimentos quanto nos níveis onde houve o enriquecimento mineral ($P < 0,05$). A produtividade cresceu com o incremento das doses (Figura 1), sendo os melhores valores para os tratamentos com maiores doses. A maior dose de sedimento sem complemento mineral não diferiu significativamente das doses de sedimentos com complemento mineral, a partir da dose correspondente a 40 t ha⁻¹. Observou-se que a produtividade foi influenciada tanto pelo acréscimo dos sedimentos quanto pela combinação com fertilizante e calcário.

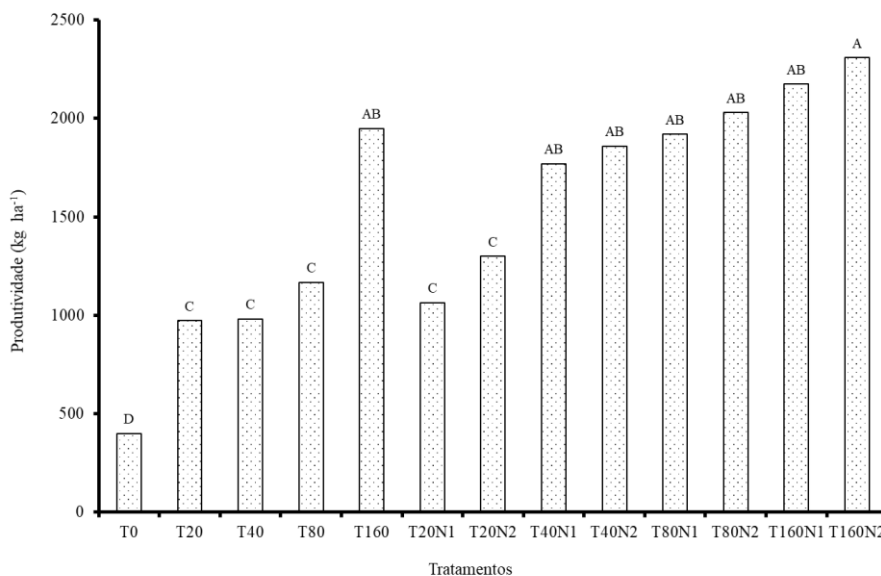


Figura 1 - Produtividade do feijão-caupi nas três condições de uso de sedimentos de piscicultura sem adição de fertilizante. T0 - solo (100%); T20, T40, T80, T160 - Solo + Resíduos sólidos nas doses de 20, 40, 80 e 160 t ha⁻¹; T20N1, T40N1, T80N1, T160N1 - Solo + Resíduos sólidos nas doses de 20, 40, 80 e 160 t ha⁻¹ + Complementação mineral, Nível 1; T20N2, T40N2, T80N2, T160N2 - Solo + Resíduos sólidos nas doses de 20, 40, 80 e 160 t ha⁻¹ + complementação mineral, Nível 2.

A complementação mineral dos sedimentos promoveu incremento significativo da produtividade a partir do tratamento correspondente a 40 t ha⁻¹ com a complementação mineral tanto no nível 1 quanto no nível 2. Esta combinação indica alternativa de uso destes sedimentos, envolvendo doses mais baixas com enriquecimento mineral, reduzindo os custos com fertilizante e corretivo, corroborando com Salazar & Saldana (2007), quando afirmam que o aproveitamento dos sedimentos na melhoria da fertilidade dos solos de baixa fertilidade, reduz os custos de produção.

Quando ao desmembramento dos três níveis de combinações do sedimento, observou-se que a curva de resposta estimada para o nível zero (sem complementação mineral) comportou-se linearmente com o aumento das doses do sedimento (Figura 2). Esta resposta indica que o feijão demanda doses maiores para atingir sua capacidade máxima de produtividade.

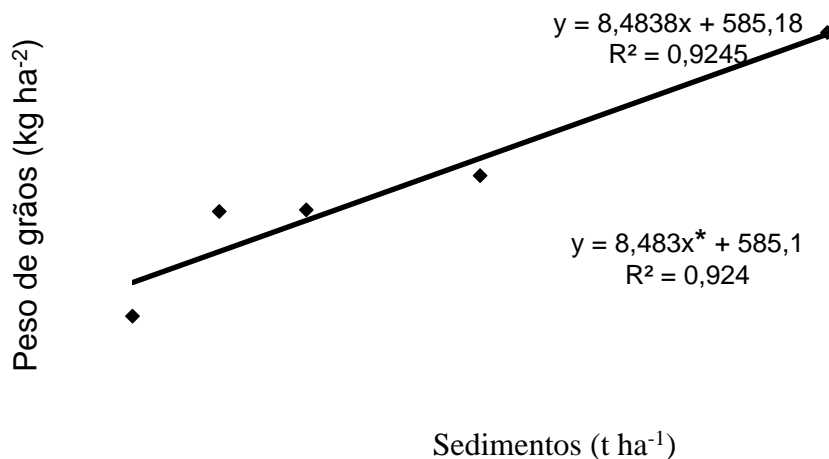


Figura 2 - Curva de resposta do feijão-caupi a doses de sedimentos de tanque de piscicultura sem adição de fertilizante.

Nos níveis 1 e 2 as curvas de resposta de produtividade apresentaram comportamento polinomial de segundo grau (Figuras 3), com valores de máxima produtividade estimada nas dosagens de 120 t ha⁻¹ e 100 t ha⁻¹ de sedimentos, respectivamente para os dois níveis.

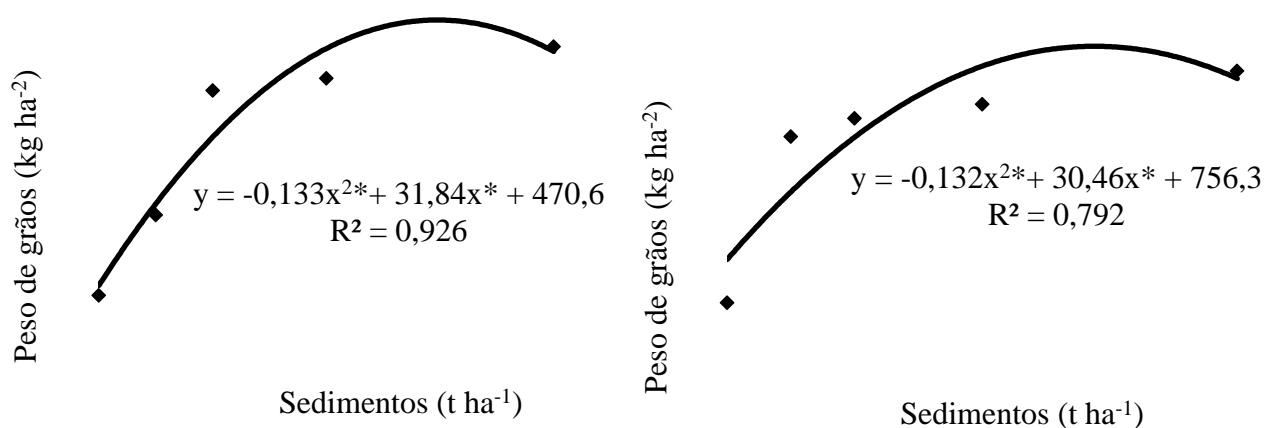


Figura 3 - Curva de resposta do feijão-caupi a doses de sedimentos de tanque de piscicultura com o nível 01 de fertilizante e calcário (a) e nível 02 de fertilizante (b).

Conclusões

A adição de resíduos sólidos de tanque de piscicultura combinando a níveis de complementação mineral mostrou-se eficiente em promover incrementos em produtividade de cenoura.

A cultura do feijão-caupi apresentou resposta significativa aos resíduos dos sedimentos de piscicultura deixados ao solo após o cultivo da cenoura.

Os tratamentos com complementação mineral apresentaram ponto de máxima produtividade de feijão-caupi na dose de 100 t ha⁻¹ de sedimentos de tanque no nível 1 de complementação mineral e 120 t ha⁻¹ de sedimentos de tanque no nível 2 de complementação mineral.

Conflitos de interesse

Não houve conflito de interesses dos autores.

Contribuição dos autores

Valdinar Ferreira Melo – orientação e acompanhamento; Sonicley da Silva Maia – execução e acompanhamento do experimento; Wigna Maria de Medeiros – execução e acompanhamento do experimento; Plínio Henrique de Oliveira Gomide – acompanhamento e revisão do texto; Sandra Cátia Pereira Uchôa – acompanhamento e revisão do texto; Fernando Gomes de Souza – revisão e correção; Daniel de Sousa Duarte – revisão e correção.

Referências bibliográficas

- ARAÚJO, W. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; MEDEIROS, R. D.; SAMPAIO, R.A. Precipitação pluviométrica provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 563-567, 2001. <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/whF9mvPMBbZNtWpWhZL9NTh/?lang=pt>
- AL-JALOUD, A. A.; HUSSAIN, G.; ALSADON, A. A.; SIDDIQUI, A.; AL-NAJADA, A. Use as aquaculture as a supplemental source of nitrogen fertilizer to wheat crop. **Arid Soil Research and Rehabilitation**, v. 7, n. 3, p. 223-241, 1993. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15324989309381353>
- BASTOS, R. K. X. **Utilização de Esgotos Tratados em Fertirrigação, Hidroponia e Piscicultura**. PROSAB. Rio de Janeiro/RJ, 2003, 267p.
- CASTRO, R. S.; AZEVEDO, C. M. S. B.; BARBOSA, M. R. Efeitos de efluente de viveiro de piscicultura e de água de poço na irrigação do tomate cereja, cultivado em diferentes níveis de adubação orgânica. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 3, p. 396-399, 2005. <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/238>
- CLOERN, J. E. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. **Marine Ecology-Progress Series**, v. 210, p. 223-253, 2001. <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v210/p223-253/>
- D'SILVA, A. M. **Techniques for Integration aquaculture with agriculture on irrigated farms: pulsed flow culture systems**. 116p. Thesis (Doctor of Philosophy Degree in Wildlife and Fisheries) – University of Arizona, Tucson, 1993. <https://repository.arizona.edu/handle/10150/186245?show=full>
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solo, 2011, 230p. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/990374/1/ManualdeMtdosdeAnilisedeSolo.pdf>
- HUSSAR, G. J.; PARADELA, A. L.; SAKAMOTO, Y.; JONAS, T. C.; ABRAMO, A. L. Aplicação da água de escoamento de tanque de piscicultura na irrigação da alface: aspectos nutricionais. **Revista Ecossistema**, v. 27, n. 2, p. 49-52, 2002. <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/ecossistema/viewarticle.php?id=60>
- KEMP, W. M.; BOYNTON, W. R.; ADOLF, J. E.; BOESCH, D. F.; BOICOURT, W. C.; BRUSH, G.; CORNWELL, J. C.; FISHER, T. R.; GLIBERT, P. M.; HAGY, J. D.; HARDING, L. W.; HOUDE, E. D.; KIMMEL, D. G.; MILLER, W. D.; NEWELL, R. I. E.; ROMAN, M. R.; SMITH, E. M.; STEVENSON, J. C. Eutrophication of Chesapeake bay: historical trends and ecological interactions. **Marine Ecology-Progress Series**, v. 303, p. 1-29, 2005. <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v303/p1-29/>
- LINDQVIST, S.; NORLING, K.; HULTH, S. Biogeochemistry in highly reduced mussel farm sediments during macrofaunal recolonization by *Amphiura filiformis* and *Nephtys sp.* **Marine Environmental Research**, v. 67, n. 3, p. 136-145, 2009. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19171375/>
- MATOS, A. C.; BOLL, M. G.; TESTOLIN, G. Qualidade da água de cultivo de peixes e legislação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 11., 2000, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: Simbraq, 2000. CD-ROM.
- SANTOS, E. O.; ARAUCO, A. M. S.; DIAS, B. O.; ARAÚJO, E. F.; BOECHAT, C. L.; PORTO, D. L. Uso de compostos orgânicos alternativos no crescimento inicial e qualidade de mudas *Anadenanthera colubrina* (Vell. Brenan). **Madera y bosques**, v. 26, n. 1, e2611753, 2020. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-04712020000100210&script=sci_abstract&tlng=pt
- SALAZAR, F. J.; SALDANA, R. C. Characterization of manures from fish Cage farming in Chile, **Bioresource Technology**, v. 98, n. 17, p. 3322-3327, 2007. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852406002975>

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; MORAES, M. A. G.; BRAGA, F. M. S. Dynamics of some limnological characteristics in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) culture tanks as function of handling. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 4, p. 543-551, 1999.
<https://www.scielo.br/j/rbbio/a/f4d7sS8sJMjzPnHwjfyJZ8x/?lang=en>

TOLEDO, J. J.; CASTRO, J. G. D.; SANTOS, K. F.; FARIAS, R. A.; HACION, S.; SMERMANN, W. Avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta – Mato Grosso. **Revista do Programa de Ciências Agroambientais**, v. 2, n. 1, p. 13-31, 2003.
http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol2/2_artigo_v2.pdf

Recebido em 24 de dezembro de 2021
Retornado para ajustes em 15 de fevereiro de 2022
Recebido com ajustes em 20 de fevereiro de 2022
Aceito em 21 de fevereiro de 2022