2017. Journées Recherche Porcine, 49, 267-268.

Récupération des éléments nutritifs des lisiers porcins et production de biomasse protéique en utilisant les lagunes de lentilles d'eau (*Landoltia punctata*)

Rodrigo MOHEDANO (1), Rejane H. R. COSTA (1), Jorge M. R. TAVARES (1), Paulo BELLI FILHO (1)

ENS-UFSC, Caixa Postal 476, 88.040-970 Florianópolis/SC, Brésil

rodrigomohedano@gmail.com

Nutrient recovery from swine waste and protein biomass production using duckweed ponds (Landoltia punctata).

In some regions in Brazil, the increase of swine production has caused great environmental damages, especially to water resources. When pig manure is dump without treatment into the water bodies, the dissolved oxygen depletion and disturbance to nitrogen and phosphorus cycles can cause serious ecological imbalances. As an aggravating factor, smallholdings still have an important role in Brazilian pork production, contributing to diffuse pollution. Duckweed ponds have been successfully use in swine waste polishing, generating a biomass with high protein content. Hence, the present study evaluated the efficiency of two full-scale duckweed ponds for polishing small pig farm effluents, producing biomass from crude protein (CP) content. Duckweed ponds in series received the effluent from a biodigester-storage pond, with a flow rate of 1 m^3/day (COD rate=186 kg/ha·day) produced by 300 animals. After one year, a great improvement of effluent quality was observed, with an average removal of 96% and 89% for Total Kjeldahl Nitrogen (NTK) and Total Phosphorus (PT), respectively. The measured nitrogen removal rate is one of the highest values ever-found (4.4 gTKN/m^2.day) in the literature. In addition, the dissolved oxygen rose from zero to 3.0 mg/L. Due to the high rate of nutrient removal, and the high protein biomass production, duckweed ponds revealed, under the conditions presented, a great potential for the polishing and valorization of swine waste. Thus, this technology should be better exploited to improve the sustainability of small pig farms in order to minimize the impacts of this activity on the environment.

INTRODUCTION

Au Brésil, dans l'État de Santa Catarina, l'élevage de porcs est considéré comme l'une des activités qui provoque le plus grand impact environnemental sur les ressources hydriques. Compte tenu de leur concentration élevée en azote, en phosphore, en matière organique et en bactéries pathogènes, les effluents générés possèdent un potentiel polluant très élevé, avec des impacts possibles sur les eaux des surfaces et les nappes souterraines et le sol. Du fait de la faible rentabilité de l'élevage porcin ces dernières années, les producteurs ne disposent pas généralement des ressources financières pour investir dans des structures de traitement et de stockage des effluents et, pour cette raison, les dommages environnementaux dans les bassins hydrographiques à forte concentration de production porcine sont inévitables. C'est dans ce contexte que nous avons examiné l'intérêt de lagunes de stabilisation utilisant des macrophytes lemnacées. Cette technique pionnière semble très prometteuse au Brésil pour le traitement et la valorisation de résidus dans l'environnement rural. Ces plantes (Famille des Araceae, sous-famille des Lemnoideae) sont de petits macrophytes flottants qui possèdent une grande capacité d'élimination de nutriments dissous dans l'eau, principalement de composés azotés et phosphatés, en plus de réduire la demande biologique en oxygène (DBO) et les solides en suspension. Mais le grand avantage de ce groupe végétal sur les autres espèces est la production d'une biomasse de valeur nutritionnelle élevée (Körner, 2001 ; Zimmo *et al.*, 2002 ; Mohedano *et al.*, 2012) qui pourrait atteindre plus de 40% de protéine brute par rapport à la matière sèche. De cette façon, les lemnacées pourraient, en plus de réduire la charge d'effluents organiques, permettre une réduction du coût de production des animaux en diminuant les dépenses pour leur alimentation.

1. MATERIEL ET METHODES

Pour la réalisation de l'expérimentation à l'échelle réelle, nous avons sélectionné une exploitation localisée dans le sous-bassin Coruja/Bonito, dans la commune de Braço do Norte-SC, la région présentant la plus grande densité de porcs du Brésil. L'élevage de porcs dans cette exploitation génère un volume d'environ 3 m^3 de déjections/jour, ces déjections étant traitées sucessivement par digestion anaérobie avec un Temps de Rétention Hydraulique (TRH) de 30 jours, une lagune anaérobie (LA) avec un TRH de 90 jours et deux lagunes de macrophytes lemnacées (LM1 et LM2, respectivement), reliées en série, ayant les dimensions de 21 x 7 x 0,8m et 15 x 6 x 0,4m, et un TRH de respectivement 86 et 30 jours. Le dispositif se termine par une unité de stockage de 5000 L avant la réutilisation pour le lavage des bâtiments et/ou l'irrigation agricole. La récolte de la biomasse de lentilles est faite tous les deux jours, en prélevant l'équivalent de 1/5 de la superficie de la lagune afin de maintenir constant le volume de biomasse. Les lagunes de lemnacées ont été évaluées quant à leur efficacité dans l'élimination d'azote et de phosphore de l'effluent. La détermination de la charge journalière d'effluent, basée sur la concentration en ammonium, conduit à un apport de

1 m^3 d'effluents par jour dans les étangs de lentilles. Le suivi consistait en des analyses périodiques du liquide traité, à l'entrée et à la sortie de chaque lagune, LM1 recevant la charge de LA et LM2 recevant la charge de LM1. Les échantillons ont été collectés tous les quinze jours entre mai et octobre 2009. Les échantillonnages ont été faits à une heure proche de midi et les paramètres sélectionnés pour cette évaluation sont N-NH_3 (azote ammoniacal), NTK (Azote Total Kjedlahl), PT (Phosphore Total), OD (Oxygène Dissous), le pH et la température. Ces derniers ont été mesurés sur place à l'aide d'appareils portatifs (oxymètre Lutron®; pH-mètre Hanna®). Les autres paramètres ont été mesurés au laboratoire ; il a été utilisé la méthodologie d'analyses de laboratoire selon les méthodes APHA (2005).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Les valeurs moyennes des résultats obtenus pour chaque paramètre analysé, sont rapportées au Tableau 1. On constate une excellente efficacité de la filière de traitement dans l'élimination de l'ammonium, de l'azote total et du phosphore total, les valeurs sur l'ensemble du processus étant respectivement de 98,5%, 98,6 % et 98,8%. Un facteur important pour la réduction des teneurs en azote et en phosphore de l'effluent est le temps élevé de rétention appliqué ici : 86 jours pour LM1 et 30 jours pour LM2. Certains auteurs rapportent un TRH pour des lagunes de lemnes variant entre 3 et 15 jours, pour des effluents issus d'un égout domestique, mais avec une concentration en ammonium 15 fois moindre que dans le cas de l'élevage porcin (El-Shafai *et al*., 2007). Araújo *et al*. (2009), dans un essai étudiant les performances de lagunes de stabilisation dans le traitement de lisier de porc, obtenaient une réduction de 57% de NTK dans une lagune facultative aérée, et 65% de N-NH_3 et 45% de PT dans une lagune de maturation.

La teneur en oxygène dissous s'est considérable accrue dans les lagunes, en comparaison de l'effluent initial issu de la lagune anaérobie. La bonne qualité d'aérobiose des lagunes LM1 e LM2 est à mettre en relation avec leur faible profondeur (respectivement 0,8 et 0,4 m) qui leur confère un ratio élevé superficie/volume facilitant la pénétration de l'oxygène dans la colonne d'eau et aussi l'activité photosynthétique. La concentration élevée d'OD favorise également les processus de nitrification. La température moyenne a été de 16,2 $\pm$ 3,2°C dans LM1 et de 16,4 $\pm$ 3,4°C dans LM2. Ces températures ne sont pas considérées comme optimales pour le métabolisme des lemnacées (l'optimum se situant entre 25 et 35 °C), ni non plus pour les micro-organismes décomposeurs. Malgré cela, l'efficacité du traitement est élevée et n'a pas subi de préjudice majeur sous ces conditions. Considérant que le Sud de l'État de Santa Catarina est une région de climat sub-tropical, avec les plus basses moyennes de température du Brésil, il est probable que les lagunes de lemnacées peuvent être encore plus efficientes dans des régions aux températures plus élevées.

CONCLUSION

Selon les résultats obtenus dans cet essai, nous pouvons conclure que :

- Le traitement d'effluents porcins par des lagunes de macrophytes lemnacées a présenté une excellente efficacité d'élimination des composés azotés et phosphorés, supérieure à 98% pour tous les paramètres examinés.
- Le TRH, voisin de 106 jours, semble être surdimensionné pour les conditions de traitement présentées.
- La proportion élevée d'ammonium ionisé (NH_4^+), associée à un pH légèrement acide, a favorisé l'élimination d'azote par les macrophytes.
- Les températures plus basses dans le Sud de l'État de Santa Catarina que dans le reste du Brésil n'ont pas été préjudiciables à l'efficacité du traitement proposé.
- La possibilité d'utiliser la biomasse de lemnes produite pour l'alimentation des animaux n'a pas été évaluée mais semblerait possible.

Tableau 1 – Efficacité dans la réduction des paramètres évalués, après les lagunes de lemnacées

Paramètres	Rejet brut	Effluent (BD)	Effluent (LA)	Effluent (LM1)	Effluent (LM2)
pH	7,52 ± 0,6	7,19 ± 0,7	7,38 ± 0,4	7,0 ± 0,6	6,68 ± 0,5
OD (mg/L)	--	0,10 ± 0,3	0,10 ± 0,19	2,02 ± 1,4	3,02 ± 1,2
N-NH_3 (mg/L)	1624 ± 1146	1159 ± 377	636 ± 321	28 ± 14	7 ± 6
NTK (mg/L)	7986 ± 9573	1622 ± 629	832 ± 435	44 ± 22	14 ± 10
PT (mg/L)	1487 ± 898	215 ± 177	92 ± 99	10 ± 7	5 ± 6

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- APHA 2005 (American Public Health Association) – AWWA (American Water Works Association) – WEF (Water Environment Federation). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition.
- Araújo I.S., Alves R.G.C.M., Belli Filho P., Costa R.H.R., 2009. Avaliação de sistema de tratamento de dejetos suínos em escala real. I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais Tratamento de Dejetos de Animais. Florianópolis, SC. Brasil.
- El-Shafai S.A., Gijzen H.J., Nasr F.A., El-Gohary F.A., 2004. Microbial quality of tilapia reared in fecal-contaminated ponds. Environmental Research, 95, 231-238.
- Zimmo O.R., Alsaed R.M., Steen N.P., Gijzen H.J., 2002 Process performance assessment of algal- based and duckweed-based wastewater treatment systems. Water Science and Technology, 45 (1), 91-110.
- Körner, S., 2001. Development of submerged macrophytes in shallow Lake Müggelsee (Berlin, Germany) before and after its switch to the phytoplankton-dominated state. Archives of Hydrobiology, 152, 395-409.
- Mohedano R.A., Costa R.H.R., Tavares F.A., Belli Filho P., 2012. High nutrient removal rate from swine wastes and protein biomass production by full-scale duckweed ponds. Bioresource Technology, 112, 98–104.