

## DESENVOLVIMENTO DE ADUBOS VERDES EM PÓS-CULTIVO DA BETERRABA CULTIVADA COM EFLUENTE TRATADO DE LATICÍNIO.

LUANA CAROLINA MENEGASSI<sup>1</sup>, FABRÍCIO ROSSI<sup>2</sup>, RAMON NANTES DONATTI<sup>3</sup>,  
MARIANNA CARDI PECCINELLI<sup>4</sup>, TAMARA MARIA GOMES<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia de Biosistemas, FZEA-USP/Pirassununga - SP, (16) 3565-4189, luana.menegassi@usp.br

<sup>2</sup>Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Professor Doutor, FZEA-USP/Pirassununga - SP, fabricio.rossi@usp.br

<sup>3</sup>Mestrando em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, CCA/UFSCar/ Araras - SP, ramondonatti@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Graduanda em Engenharia de Biosistemas, FZEA-USP/Pirassununga - SP, marianna.peccinelli@usp.br

<sup>5</sup>Eng<sup>a</sup> Agrônoma, Professora Doutora, FZEA-USP/Pirassununga - SP, tamaragomes@usp.br

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro - SP, Brasil

**RESUMO:** Os adubos verdes possibilitam a manutenção e incremento da fertilidade do sistema produtivo e podem, de acordo com suas características, serem utilizados como forrageiras. No entanto, são escassas as informações do desenvolvimento destas espécies em solos salino-sódicos. O presente trabalho teve o objetivo de avaliar o desenvolvimento de três espécies de adubos verdes forrageiros em solos previamente cultivados com beterraba irrigada com efluentes tratados de laticínio. O delineamento foi em blocos casualizados, com nove tratamentos, em esquema fatorial 3 x 3, sendo três fontes de água: 1) Irrigação realizada com efluente anaeróbico (EAN); 2) Irrigação com efluente aeróbico (EA); 3) Irrigação com água tratada de abastecimento (AT); e três adubos verdes, *Calopogonium muconoides* (calopogônio), *Cajanus cajan* (guandu-anão) e *Pennisetum glaucum* (milheto), com quatro repetições. Cada parcela foi composta por 1 m<sup>2</sup>. Aos 85 dias após semeadura foram avaliadas a massa fresca e seca da parte aérea e a massa fresca e seca das raízes dos adubos verdes. O adubo verde que apresentou maior produção em relação ao tempo de desenvolvimento foi o milheto, embora tenha apresentado uma sensibilidade à sodicidade do solo, reduzindo sua produção quando o mesmo foi cultivado após a aplicação dos efluentes anaeróbico e aeróbico, respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adubação verde, forragem, águas residuárias.

## DEVELOPMENT OF GREEN MANURES IN POST-CULTIVATION OF TABLE BEET GROWN WITH TREATED EFFLUENT OF DAIRY PRODUCT.

**ABSTRACT:** The green manures enable maintenance and increase of fertility of the production system and can, according to their characteristics, been used as fodder. However, the development of information of these species in saline-sodic soils are scarce. This study aimed to evaluate the development of three species of forage green manures in soils previously cultivated with beet irrigated with treated effluent from dairy. The design was a randomized block design with nine treatments in 3 x 3 factorial outline, using three water sources: 1) Irrigation performed with anaerobic effluent (EAN); 2) Irrigation with aerobic effluent (EA); 3) irrigation with treated water supply (TA); and three green manure, *Calopogonium muconoides* (calopogonium), *Cajanus cajan* (pigeon pea) and *Pennisetum glaucum* (millet), with four replications. Each plot consisted of 1 m<sup>2</sup>. After 85 days from sowing, these parameters were evaluated: the fresh and dry weight of the aerial part and fresh and dry weight of the roots of green manure. The green manure with the highest production compared to the development time was the millet, although it has shown a sensitivity to sodicity of the soil, decrease production when it was cultivated after application of anaerobic and aerobic effluent, respectively.

**KEYWORDS:** fertilization green, forage, wastewater.

**INTRODUÇÃO:** A irrigação de áreas agrícolas com águas residuárias é uma alternativa de substituição à água de boa qualidade, devido à escassez de recursos hídricos. Essa técnica, quando manejada corretamente, apresenta diversas vantagens como economia de água e fertilizantes, reciclagem de nutrientes e diminuição da poluição de corpos hídricos (SANDRI, 2003). Um dos principais problemas dessa técnica é a sodicidade e/ou salinidade que pode ser causada ao solo, podendo afetar o desenvolvimento de culturas devido à redução do potencial osmótico na solução do solo, resultando na diminuição da disponibilidade de água para as plantas, em virtude da resistência que as raízes têm que vencer para absorver água do solo (AYERS; WESTCOT, 1999).

Diversos estudos têm sido realizados para analisar a produtividade de adubos verdes em solo com salinidade, porém são escassas as informações de espécies mais tolerantes. O milho (*Pennisetum glaucum*) é uma gramínea com ciclo vegetativo de aproximadamente 130 a 140 dias, com uma produção média de massa verde de 50 a 70 t/ha quando a época de semeadura for entre setembro e outubro (BONAMIGO, 1993 apud MARTINS NETTO & DURÃES, 2005). O calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) é uma leguminosa forrageira com ciclo vegetativo de 240 a 260 dias, possui grande adaptação a solos com baixa fertilidade e apresenta produção média de 5 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de fitomassa seca. O guandu-anão (*Cajanus cajan*) é uma leguminosa perene com ciclo de 140 a 150 dias e uma produção de 15 t ha<sup>-1</sup> a 30 t ha<sup>-1</sup> de fitomassa verde e de 5 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 18 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (WUTKE et al., 2014). O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de três espécies de adubos verdes em solos previamente cultivados com beterraba irrigada com efluente tratado proveniente de laticínio.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em ambiente protegido no laboratório de Tecnologia de Produção e Sanidade Vegetal, do departamento de Engenharia de Biosistemas, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), no município de Pirassununga-SP. O delineamento foi em blocos casualizados, com nove tratamentos, em esquema fatorial 3 x 3, sendo três fontes de água na irrigação do cultivo prévio da beterraba: 1) Efluente anaeróbio (EAN); 2) Efluente aeróbio (EA); 3) Irrigação com água tratada de abastecimento (AT); e posteriormente o cultivo de três adubos verdes forrageiros, *Calopogonium muconoides* (calopogônio), *Cajanus cajan* (guandu-anão) e *Pennisetum glaucum* (milheto), com quatro repetições.

A tabela 1 apresenta os resultados das análises do solo após o cultivo da beterraba. Optou-se pela não adubação para cultivo dos adubos verdes forrageiros, a fim de avaliar o desenvolvimento dos mesmos em relação à adubação residual da beterraba e da aplicação dos efluentes tratados de laticínio. Como duas espécies das cultivadas são fabáceas (leguminosas) e possuem potencial da fixação biológica do nitrogênio, apenas as parcelas com milho receberam adubações de 100 kg/ha de N cada, 25% no plantio e o restante em três parcelas a cada 10 dias. O solo apresentava as seguintes médias de porcentagem de sódio trocável (PST): AT = 0,12%, EA = 8,10% e EAN = 9,23%.

Tabela 1. Resultado da análise química dos solos antes do cultivo dos adubos verdes forrageiros e após cultivo da beterraba. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), 2014.

Tratamentos	pH CaCl <sub>2</sub>	P ---- mg dm <sup>-3</sup> ----	S	K	Ca	Mg ----- mmolc dm <sup>-3</sup> -----	Na	H+Al
AT	5,43	24,92	50,06	2,63	14,67	5,58	0,06	22,39
EA	5,67	27,78	47,75	3,05	16,78	7,44	4,02	20,09
EAN	5,76	32,97	36,97	2,84	17,50	7,92	4,71	19,60

Continuação...

Tratamentos	MO g kg <sup>-1</sup>	SB --- mmolc dm <sup>-3</sup> ----	CTC	V -- % --	B	Cu ----- mg dm <sup>-3</sup> -----	Fe	Mn	Zn
AT	15,60	23,16	45,56	48,42	0,70	1,49	12,92	8,86	1,03
EA	13,61	30,83	50,83	58,81	0,85	1,58	12,39	8,19	0,94
EAN	17,11	31,90	51,50	59,75	0,75	1,57	13,08	8,89	0,96

Legenda: AT = água de abastecimento; EA = efluente aeróbio; EAN = efluente anaeróbio.

As parcelas foram compostas de caixas d'água de 1 m<sup>2</sup> quadrado de superfície. Foram semeados 3 gramas de sementes de milho, 6 gramas de sementes de calopogônio e 12 gramas de sementes de guandu-anão, para cada parcela, as quais foram irrigadas por gotejamento superficial com água tratada de abastecimento. Após 85 dias do semeio (DAS), os adubos verdes foram cortados e determinados a massa fresca e seca (após secagem em estufa de circulação forçada à 60°C até peso constante) da parte aérea e das raízes, em balança de precisão. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Analisando a massa fresca da parte aérea (MFPA) dos adubos verdes verifica-se que o milho foi superior em relação aos demais tratamentos para todas as fontes de água: de abastecimento (AT), efluente anaeróbio (EAN) e efluente aeróbio (EA) (Tabela 1). No tratamento irrigado com AT obteve-se a maior média de MFPA com o milho e a menor produção com o calopogônio, ambos diferindo estatisticamente do guandu-anão, que apresentou produção intermediária.

TABELA 1. Massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) dos adubos verdes forrageiros cultivados em sucessão a irrigação com diferentes fontes de água. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), 2014.

Adubos Verdes	MFPA			MSPA			Referência*
	AT	EAN	EA	AT	EAN	EA	
	----- Kg m <sup>-2</sup> -----			----- Kg m <sup>-2</sup> -----			
Calopogônio	0,81 Ac	1,00 Ab	1,31 Ab	0,40 Ab	0,57 Aa	0,66 Aab	2,0 – 3,0 (0,4 – 0,5)
Guandu-anão	1,59 Ab	1,31 Ab	1,10 Ab	0,60 Ab	0,56 Aa	0,50 Ab	1,2 – 2,2 (0,3 – 0,7)
Milho	3,62 Aa	2,87 Ba	3,09 ABa	1,12 Aa	0,77 Ba	0,89 ABa	5,0 – 6,0 (0,6 – 1,5)
CV (%)	19,14			26,81			

\* Produtividade esperada (fitomassa fresca) dos adubos verdes no ciclo ideal de cultivo. Entre parênteses, valores de fitomassa seca (Adaptado de CALEGARI & CARLOS, 2014).

Legenda: AT = água de abastecimento, EAN = efluente anaeróbio, EA = efluente aeróbio.

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

No tratamento irrigado com EAN e EA o milho diferiu estatisticamente dos demais adubos verdes e apresentou maior produção de MFPA (Tabela 1). Analisando-se apenas o milho, verifica-se que o EAN reduziu a produção da MSPA em relação ao tratamento AT, mas não diferiu estatisticamente em relação ao EA, confirmando o comportamento da MFPA. No entanto, nas três fontes de água, os valores de MSPA ficaram entre os valores citados por CALEGARI & CARLOS (2014).

A figura 1 ilustra as parcelas com os adubos verdes no tratamento com água de abastecimento (AT). Observa-se o guandu-anão com início de florescimento aos 70 dias após semeio (DAS).



FIGURA 1. Adubos verdes (70 DAS), calopogônio, guandu-anão e milho, da esquerda para direita respectivamente. Parcelas do tratamento testemunha: água de abastecimento (AT).

A produção de MSPA foi superior para o milho em relação aos demais adubos verdes, diferindo estatisticamente no tratamento AT. No EAN os adubos verdes não diferiram estatisticamente entre si para MSPA e no EA o milho diferiu do guandu-anão, mas não diferiu do calopogônio. Ao comparar com os dados da literatura (CALEGARI & CARLOS, 2014) e os da Tabela 1 é possível observar que

a produção de massa seca (MSPA) nos tratamentos EAN e EA para o calopogônio foram superiores do que o encontrado na literatura. Outro fator a ser analisado é que o calopogônio apresenta ciclo vegetativo de 240 dias e no presente experimento foi conduzido por 85 dias (em ambiente protegido). Já o milho e o guandu-anão apresentaram a produtividade esperada comparado com os valores de referência, em todos os tratamentos com diferentes fontes de água.

A maior produção de MFR e MSR foi obtida pelo milho no tratamento AT, que diferiu estatisticamente do calopogônio e do guandu-anão (Tabela 2). O mesmo comportamento foi observado para EAN e EA, com superioridade do milho. Em relação a MFR e MSR não houve diferença entre as fontes de água para calopogônio e guandu-anão. Mas, o milho teve reduzida sua MFR quando cultivado em EA em relação a AT, não diferindo de EAN. A MSR não apresentou diferença para o milho nas diferentes fontes de água.

TABELA 2. Massa fresca das raízes (MFR) e Massa seca das raízes (MSR) dos adubos verdes forrageiros cultivados em sucessão a irrigação com diferentes fontes de água. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), 2014.

Adubos Verdes	MFR			MSR		
	AT	EAN	EA	AT	EAN	EA
	----- Kg m <sup>-2</sup> -----			----- Kg m <sup>-2</sup> -----		
Calopogônio	0,140 Ab	0,043 Ab	0,069 Ab	0,053 Ab	0,021 Ab	0,037 Ab
Guandu-anão	0,080 Ab	0,063 Ab	0,059 Ab	0,054 Ab	0,039 Ab	0,038 Ab
Milho	0,531 Aa	0,460 ABa	0,345 Ba	0,124 Aa	0,093 Aa	0,083 Aa
CV (%)	52,42			43,43		

Legenda: AT = água de abastecimento, EAN = efluente anaeróbico, EA = efluente aeróbico.

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

**CONCLUSÕES:** O adubo verde que apresentou maior produção em relação ao tempo de desenvolvimento foi o milho. No entanto, houve uma redução na produção da parte aérea e das raízes, quando o mesmo foi cultivado após a aplicação dos efluentes anaeróbico e aeróbico, respectivamente, demonstrando uma sensibilidade à sodicidade do solo.

## REFERÊNCIAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 218p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29).
- CALEGARI, A.; CARLOS, J. A. D. Recomendações de plantio e informações gerais sobre o uso de espécies para adubação verde no Brasil. In: LIMA FILHO, O. F. et al. **Adubação Verde e Plantas de Cobertura no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2014. v.1, 507 p.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- PEREIRA FILHO, I. A. et al. Manejo da Cultura do Milho. In: MARTINS NETTO, D. A.; DURÃES, F. O. M. **Milho**: Tecnologias de Produção e Agronegócio. Brasília: Embrapa, 2005. Cap. 3, p. 62.
- SANDRI, D. **Irrigação da cultura da alface com água residuária tratada com leitos cultivados com macrófita**. 2003. 186f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
- WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. P. **Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendação para seu uso**. In: LIMA FILHO, O. F. et al. **Adubação Verde e Plantas de Cobertura no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2014. V.2, 478 p.