

# XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

## “Ciclagem interna de nitrogênio em solo cultivado com capim Tifton-85 e irrigado com esgoto tratado”

**ELIZABETHE DE CAMPOS RAVAGNANI<sup>(1)</sup>, SANDRA FURLAN NOGUEIRA<sup>(2)</sup>, JANAINA BRAGA DO CARMO<sup>(3)</sup>, JEAN PIERRE HENRY BALBAUD OMETTO<sup>(4)</sup>, CÉLIA REGINA MONTES<sup>(5)</sup>**

**RESUMO** – O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da irrigação com água, efluente secundário de esgoto tratado e diferentes níveis de fertilização nitrogenada na produção vegetal, na quantidade de liteira depositada e nos conteúdos de matéria orgânica particulada em uma pastagem de capim-Bermuda Tifton 85. O delineamento experimental foi composto de quatro blocos ao acaso e seis tratamentos: SI (controle, sem fertilização e sem irrigação); W100, irrigação com água e 100% da dose de fertilizante nitrogenado recomendado; E0, E33, E66 e E100, irrigação com esgoto tratado e adição de 0, 33; 66 e 100% da dose recomendada, respectivamente. Amostras de efluente/água, solo, produção vegetal e liteira foram coletadas no período de abril a outubro de 2007. A maior oferta de N nos tratamentos E66, E100 e A100, através da fertilização, irrigação e ciclagem interna pela liteira, possibilitou a maior produção média de capim-Bermuda Tifton 85 em período pós chuvas (abril/junho de 2007). No sistema avaliado, a deposição de liteira foi mais influenciada pela sazonalidade climática do que pelos diferentes tratamentos. Maiores conteúdos médios de MOP foram observados no solo dos tratamentos irrigados e fertilizados.

**Palavras-Chave:** (reuso agrícola, liteira, capim Tifton-85, nitrogênio)

### Introdução

Diante da atual necessidade de expansão das áreas de cultivo, os agricultores procuram alternativas para elevar a produtividade de suas culturas, e a agricultura irrigada tem se mostrado interessante por permitir, além do acréscimo em produtividade, a obtenção de duas ou mais colheitas no ano.

O uso de esgoto tratado na irrigação agrícola, prática integrante dos atuais mecanismos de gestão dos recursos hídricos, não liberta o agricultor do uso de fertilizantes, já que a irrigação leva em consideração a necessidade hídrica da planta e esse volume não compreende todos os nutrientes e nem a quantidade necessária para que a cultura atinja a sua máxima produtividade. Trata-se então de agricultura irrigada e fertilizada, uma situação

onde a umidade constante favorece a mineralização da matéria orgânica [1], afetando os ciclos do nitrogênio (N) através da modificação de seus fluxos, ou seja, da alteração do balanço entre suas entradas e saídas do sistema solo-planta-atmosfera.

O N pode entrar em sistemas de cultivos de gramíneas forrageiras principalmente na forma de fertilizantes, N fixado biologicamente, irrigação com águas residuárias tratadas e por deposição atmosférica. Por outro lado deixa as pastagens através de rotas desejáveis, como a produção de biomassa, e de rotas indesejáveis, como lixiviação de íons nitrato, perdas por erosão e perdas gasosas. Pode ocorrer também a imobilização do N do solo na biomassa microbiana, que é função da qualidade dos resíduos vegetais que retornam ao solo (liteira) [2, 3]. Esta é uma importante fonte de N, cuja liberação ao solo é determinada pelas condições ambientais e características do solo, e também pela composição e qualidade dos resíduos [4, 5].

Assim sendo, este trabalho investigou o efeito da irrigação com água, efluente secundário de esgoto tratado e diferentes níveis de fertilização nitrogenada na produção vegetal, na quantidade de liteira depositada e nos conteúdos de matéria orgânica particulada no horizonte orgânico, em uma pastagem de capim-Bermuda Tifton 85.

### Material e Métodos

A área de estudos sobre reuso agrícola foi instalada no município de Lins, SP (21°40'43''S, 49°44'23''O), em uma área anexa ao sistema de lagoas de estabilização operado pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo). O clima da região é caracterizado como mesotérmico de inverno seco (Koppen), temperatura média que varia entre 18°C e 22° C e precipitação anual entre 1100 e 1300 mm. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico latossólico [6].

Foi cultivada a gramínea forrageira capim Bermuda Tifton-85 (*Cynodon spp*), em delineamento experimental de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições: SI, controle (sem fertilização e irrigação); W100, irrigação com água e fornecimento de 520 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>); E0, E33, E66 e E100, irrigação com esgoto tratado e adição de 0, 172; 343 e 520 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N por adubação, respectivamente [7]. Todas as parcelas,

<sup>(1)</sup> Primeira autora é mestranda do PPG em Ciências, no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Universidade de São Paulo, Av. Centenário, 303, Piracicaba, SP, CEP 13416-000. E-mail: elizabete.ravagnani@gmail.com

<sup>(2)</sup> Segunda autora é pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite (CNPM), Av. Soldado Passarinho, 303, Fazenda Chapadão, Campinas, SP, CEP13070-115.

<sup>(3)</sup> Terceira autora é professora adjunta na UFSCar Sorocaba, Rodovia João Leme dos Santos km 110, SP 264, Itinga, Sorocaba, SP, CEP 18052-780.

<sup>(4)</sup> Quarto autor é pesquisador associado no Centro de Ciências do Sistema Terrestre (CCST), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Av. dos Astronautas, 1758, São José dos Campos, SP, CEP 12227-010.

<sup>(5)</sup> Quinta Autora é Professora Doutora do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) e Núcleo de Pesquisas em Geoquímica e Geofísica da Litosfera (NUPEGEL), Universidade de São Paulo, Alameda das Sibipirunas, 44, Piracicaba, SP, CEP 13418900.

Apoio Financeiro: FAPESP

exceto SI, receberam, bimestralmente, as mesmas quantias de fertilizante potássico ( $415 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ) e, semestralmente, fertilizante fosfatado ( $140 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de P). O manejo da irrigação foi realizado com base na umidade crítica do solo (0 a 60 cm), após leitura de tensiômetros, usando aspersão convencional. Entre abril e junho (Figura 1), ocorreram os menores valores de irrigação ( $438 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$ ), devido à paralisação do sistema. No período de julho e agosto, o sistema volta a funcionar apresentando valor médio de irrigação de  $753 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$ . Nos meses de setembro e outubro, ocorreram os maiores valores médios de irrigação ( $2036 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$ ).

Entre abril e outubro de 2007 foram coletadas amostras bimestrais do esgoto tratado, água e produção vegetal. Nos meses de abril e junho coletou-se solo em oito pontos dentro de cada parcela, gerando uma amostra composta representativa do horizonte A (0 a 3 cm). Para quantificar a matéria orgânica particulada (MOP) nesse horizonte, os materiais vegetais inteiros foram removidos e o material vegetal fracionado (maior que  $250 \mu\text{m}$ ) foi separado em peneira e pesado.

As amostras líquidas foram preservadas e preparadas [8], para posterior análise. O nitrogênio particulado total (NPT) foi determinado em um analisador elementar (Carlo Erba, modelo EA 1110). As concentrações de  $\text{NO}_2^-$  e  $\text{NO}_3^-$  foram determinadas em cromatografia líquida de alta performance (HPLC) em equipamento Dionex DX-500 e as concentrações de  $\text{N-NH}_4^+$  foram analisadas usando um sistema automático de injeção de fluxo contínuo (FIA - *Flow Injection Analysis*) [9] acoplado a um condutivímetro.

Utilizando um quadrante de dimensão  $1,0 \times 1,0 \text{ m}$ , disposto aleatoriamente na área útil da parcela, cortou-se o capim contido em seu interior para determinação da biomassa produzida. O material vegetal foi colocado em estufa ( $60^\circ\text{C}$ ) e pesado para obtenção da produção vegetal (massa seca (MS)  $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) por tratamento.

Para avaliação da deposição e decomposição da liteira, utilizou-se o seguinte procedimento de coleta [10, 11]: em cada parcela da área foi demarcado um quadrante de  $0,5 \text{ m}^2$  ( $0,5 \times 1,0 \text{ m}$ ). A liteira ali existente foi retirada ( $L_{E0}$ ). Após 14 dias, toda a liteira depositada no mesmo ponto foi igualmente coletada, liteira produzida no período ( $L_{P14}$ ). A liteira existente aos 28 dias ( $L_{E28}$ ) correspondeu ao material morto sobre o solo numa área idêntica ( $0,5 \text{ m}^2$ ). Depois de 28 dias, novos quadrantes foram posicionados em cada parcela. Os cálculos das quantidades de liteira existente, liteira produzida e taxa de decomposição foram efetuados no final dos meses de coleta (abril a outubro de 2007) a partir das seguintes equações [11]:

A partir da liteira produzida em 14 dias, calculou-se o total de liteira produzida em um mês, e somando as quantidades de liteira nos meses estimou-se o total de liteira produzida  $L_P$  no ano.

$L_{P28} = ((L_{P14}/14) * 28)$ ;  $L_{P28}$  corresponde à liteira produzida em 28 dias (representando um mês).

A liteira desaparecida no período de 28 dias entre as amostragens de  $L_E$  foi calculada com a equação [12]:

$$\text{Liteira desaparecida } (L_{DES}) = L_{E0} + L_{P28} - L_{E28}$$

A constante de decomposição ( $k$ ) da liteira foi calculada baseada em uma função exponencial de decaimento [13]:

$$k = \{\ln(L_{E0} + L_{P28}) - \ln(L_{E28})\}/28$$

O conteúdo de N na liteira foi determinado em um analisador elementar Carlo Erba, modelo EA 1110.

Os dados foram submetidos à análise GLM (General Linear Model), no delineamento estatístico de blocos ao acaso com parcelas subdivididas no tempo, sendo desse modo, considerados como fatores de variação o tempo e os tratamentos. Posteriormente foi feita a comparação das médias pelo teste de Tukey (5%). Utilizou-se o programa de análises estatísticas SYSTAT 9.0 [14].

## Resultados

### *Caracterização e quantificação do aporte de N*

No tratamento SI, o aporte de N se deve apenas à potencial ciclagem interna, com média de  $74 \text{ kg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$  (Figura 2), enquanto A100, tem, além da liteira (média de  $108 \text{ kg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$ ), entrada de N pelo fertilizante (média de  $232 \text{ kg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$ ). E0 também apresenta duas vias de entrada de N: liteira (média de  $78 \text{ kg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$ ), e esgoto tratado (média de  $11 \text{ kg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$ ). No tratamento E33, houve o aporte médio de  $126 \text{ kg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$  pela liteira,  $12 \text{ kg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$  pelo esgoto e  $77 \text{ kg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$  pela fertilização. O tratamento E66 apresentou valores médios de  $114 \text{ kg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$  pela liteira,  $11 \text{ kg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$  pelo efluente de esgoto tratado e  $153 \text{ kg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$  pela fertilização. Enfim, E100, recebeu  $232 \text{ kg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$ , que ainda recebeu  $12 \text{ kg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$  pela irrigação, e  $108 \text{ kg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$  pela liteira.

### *Quantificação da produção vegetal*

Os dados mostram uma tendência de maior produção de biomassa nos tratamentos com maior entrada de N pela adubação. O tratamento E66 apresentou, para as três datas de coleta, 8,8; 3,1 e 4,0  $\text{Mg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$ , respectivamente; E100 apresentou médias de 9,2; 3,3 e 4,0  $\text{Mg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$ , respectivamente em cada coleta, e o tratamento A100 apresentou, nos mesmos três períodos, médias de 8,7; 2,7 e 6,4  $\text{Mg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$  (Figura 3). Esses três tratamentos foram estatisticamente diferentes de SI no primeiro período de coletas, porém na segunda data de coletas, este foi estatisticamente diferente de E66 e E100, e na terceira coleta, apenas de A100. Foi esse mesmo tratamento que apresentou as menores produções, como já era esperado, dado que este representa a pastagem não manejada e com características de degradação (4,3; 0,9 e 0,6  $\text{Mg ha}^{-1} \text{ bim}^{-1}$ , em cada coleta, respectivamente).

### *Deposição e decomposição de liteira*

A  $L_E$  no solo representa o equilíbrio entre a taxa de deposição e de desaparecimento da liteira [11], e não apresentou diferença estatística entre os tratamentos em nenhum dos três períodos (Tabela 1). O tratamento SI mostrou resultados de  $L_{P28}$  (de  $47,0 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) estatisticamente diferente dos demais apenas na segunda coleta (Tabela 1). No caso da  $L_{DES}$ , SI foi estatisticamente diferente de A 100 no segundo (46,4 e 18,8  $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , respectivamente) e terceiro períodos de coleta (82,5 e 21,6  $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , respectivamente). Resultados semelhantes foram encontrados para o total de  $L_P$ , pois na segunda época, SI ( $92,6 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) mostrou-se estatisticamente diferente de E33, E100 e A100 (41,6, 48,3 e 30,3  $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , respectivamente), e na terceira época, SI (138,5  $\text{Mg}$

ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) foi diferente de E33 e A100 (117 e 53,5 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). O valor de k não mostrou diferença estatística entre os tratamentos nos três períodos de coletas (Tabela 1).

#### Quantificação da matéria orgânica particulada (MOP)

O conteúdo de MOP observado na coleta de abril (Tabela 2), no tratamento SI (média de 1,88%), foi estatisticamente diferente daqueles que receberam as maiores doses de N via fertilizante e efluente –E33, E66 e E100–, cuja média foi de 5,24%. Já na segunda coleta, E0 e E100 foram diferentes entre si, com médias de 2,50% e 4,98% de MOP no solo, respectivamente, e ambos foram iguais aos demais tratamentos (média de 4,27% de matéria orgânica particulada no solo).

### Discussão

Em situações onde as saídas de N de uma pastagem são maiores que as entradas, uma alternativa para manter a produtividade é o uso de fertilizantes. A maior disponibilidade de N eleva a taxa fotossintética das folhas, aumenta a produção de matéria seca e vigor de rebrota, e conseqüentemente implica em produção de biomassa, além de melhorar o valor nutritivo (proteína bruta e maior proporção de folhas) das forrageiras [15]. Outra forma de suprir o sistema com N é a adição de esgoto tratado que, além de conter o nutriente, também tem o potencial de modificar os processos de ciclagem do N, aumentando a umidade do solo e estimulando a atividade de decomposição da matéria orgânica [1, 16]. Assim, como era esperado, as maiores produções médias ocorreram em período pós-chuvas (abril/junho) e nos tratamentos que receberam as maiores doses de N (E66, E100 e A100), sendo que a menor produção ocorreu no tratamento SI (Figura 3), onde as únicas entradas de N foram através de fixação biológica e a ciclagem interna de N pela liteira. As estimativas das quantidades de N que entram no sistema através da liteira depositada destacam a importância dessa fonte de N à manutenção basal do sistema. No período de julho a outubro de 2007, apesar dos maiores volumes de irrigação (Figura 3), a temperatura foi provavelmente o fator limitante da produção vegetal.

Rezende et al. [11], na tentativa de quantificar a deposição e decomposição da liteira em pastagens de *Brachiaria humidicola*, na região costeira na Mata Atlântica no Sul da Bahia, para determinar as possíveis razões para o declínio de pastagens e avaliar os impactos ambientais causados por essa mudança no uso do solo, encontraram um aumento da L<sub>E</sub>, concomitante ao aumento da temperatura e das chuvas, e diminuição desta nos meses mais secos. No atual estudo, o total de L<sub>DES</sub> mostrou menores valores médios no período mais seco e frio (respectivamente, 21,3 e 25,3 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) (abril a agosto), e maior média (31,6 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) com o aumento da temperatura e início das chuvas (agosto a outubro). No estudo supracitado os autores encontraram valores de k (média de 0,0424 g g<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup>) similares aos valores desta avaliação.

No tratamento SI, apesar da ausência de aporte de

insumos (esgoto tratado e fertilizante), os valores de L<sub>P28</sub>, L<sub>DES</sub> e total de L<sub>P</sub> (Tabela 1) podem ser explicados pela quantidade de material vegetal seco acumulado ao longo do tempo no sistema. Este acúmulo é conseqüência da morte do capim pelo estresse hídrico e também pela ausência de decomposição do material vegetal em baixa umidade.

Por serem importantes entradas de N para o sistema, a conservação e incorporação de resíduos vegetais no solo é um procedimento largamente recomendado para manutenção de sua fertilidade. A matéria orgânica particulada (MOP) no solo também é uma importante fonte de nutrientes em longo prazo. Nas pastagens não manejadas são observadas pequenas quantidades de matéria orgânica fresca depositada pelas plantas [17]. O tratamento SI foi considerado um exemplo deste tipo de pastagem, onde o menor valor médio de MOP encontrado em 27 de abril de 2007 confirmou o fato de que em situações de maior umidade no solo, pós período de chuvas e tratamentos irrigados, existem condições mais propícias a fragmentação, decomposição e incorporação da MOS.

Oliveira et al. [17], examinando características químicas e biológicas de sistemas solo-planta em cronoseqüências de pastagens de *Brachiaria* a fim de identificar alguns indicadores do grau de degradação de pastagens, encontrou que a MOP, na camada de 0-10 cm, foi muito menor na pastagem degradada de *B. decumbens* (0,66 g kg solo<sup>-1</sup>) que nas pastagens reformadas formadas por *B. brizantha* (1,56; 1,64; 1,94 g kg solo<sup>-1</sup> respectivamente para as pastagens com 2, 4 e 7 anos). Nota-se que no atual trabalho, todos os tratamentos, incluindo SI (pastagem degradada), apresentaram quantidades maiores de MOP no solo que as sugeridas por aqueles autores. É interessante destacar que em pastagens onde ocorre pastejo, a saída de material vegetal é contínua ao longo do tempo e, portanto a entrada deste material no sistema solo é provavelmente menor.

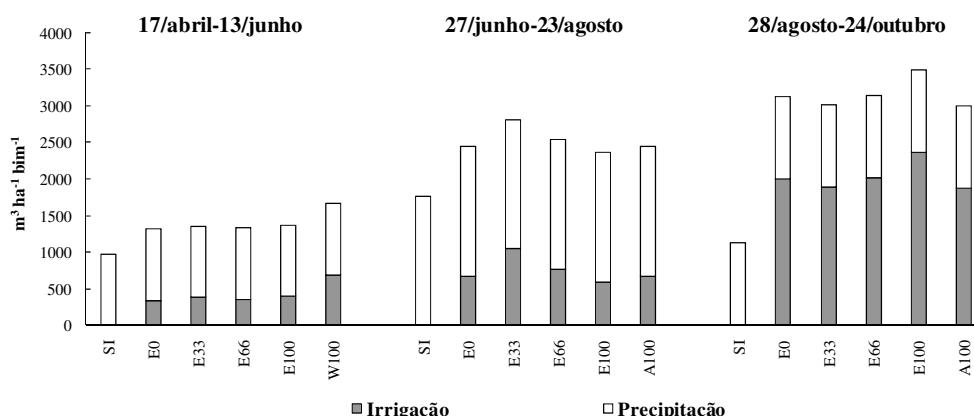
### Conclusões

A maior oferta de N nos tratamentos E66, E100 e A100, através da fertilização, irrigação e ciclagem interna pela liteira, possibilitou a maior produção média de capim-Bermuda Tifton 85 em período pós-chuvas (abril-junho/07). No sistema avaliado, a deposição de liteira foi mais influenciada pela sazonalidade climática do que pelos diferentes tratamentos. Maiores conteúdos médios de MOP foram observados no solo dos tratamentos irrigados e fertilizados.

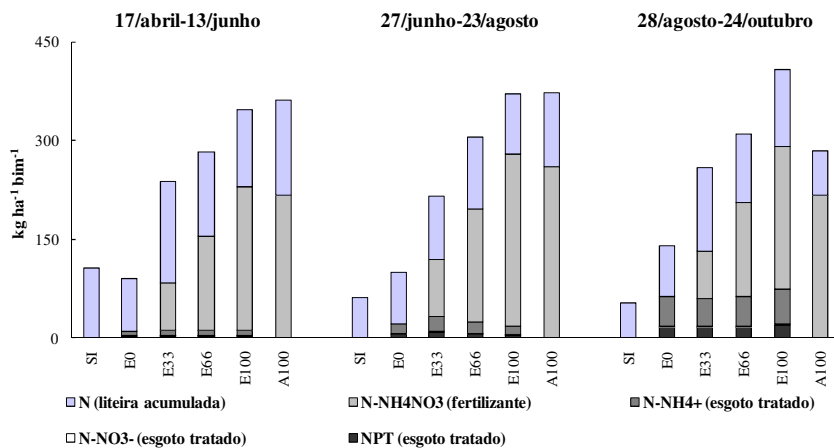
### Referências

- [1] POLGLASE, P.J.; TOMPKINS, D.; STEWART, L.G. & FALKINER, R.A. 1995. Mineralization and leaching of nitrogen in an effluent-irrigated pine plantation. *Journal of Environmental Quality*, 24: 911-920.
- [2] CADISCH, G.; GILLER, K. E.; URQUIAGA, S.; MIRANDA, C. H. B.; BODDEY, R. M. & SCHUNKE R. M. 1994. Does phosphorus supply enhance soil-N mineralization in Brazilian pastures? *European Journal of Agronomy*, 3: 339-345
- [3] URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. & GILLER, K.E. 1998. Influence of decomposition of roots of tropical forage species on the availability of soil nitrogen. *Soil Biology and Biochemistry*, 30, n°. 14: 2099-2106.
- [4] URQUIAGA, S.; LIBARDI, P. L.; REICHARD, K.; PADOVESE, P.; MORAES, S. & VICTORIA L. R. 1982. Estudo da mineralização do

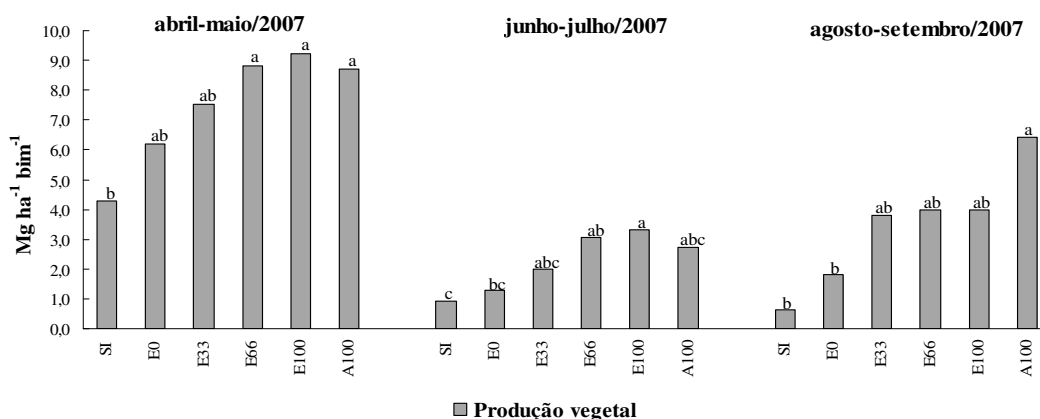
- <sup>15</sup>N orgânico num Oxisol (EL) e sua absorção por uma gramínea (*Melinis minutiflora Beauv*). In: CERRI, C. C.; ATHIÉ, D. & SODRZEIESKI, D. (Eds.). *Colóquio Regional Sobre Matéria Orgânica do Solo*, São Paulo, Promocet. 197-207.
- [5] URQUIAGA, S.; GILLER, K. E. & CADISCH, G. 1994. Tracing mechanisms of nitrogen transfer from legume to grass in tropical pastures. In: LEE, H. & COOK, H. (Eds.). *Soil Management in Sustainable Agriculture*, Wye: Wye College. p. 104-112.
- [6] IBRAHIM, L. 2002. *Caracterização física, química, mineralógica e morfológica de uma seqüência de solos em Lins/SP*. Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- [7] WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N.O.; QUAGGIO, J.A. 1996. Forrageiras. In: RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed.* Campinas: Instituto Agronômico., p.263-273. (Boletim Técnico, 100).
- [8] EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E. 1995. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Baltimore: United Book Press.
- [9] RUZICKA, J. & HANSEN, E.H. 1981. *Flow injection analysis*. New York: Wiley Interscience. 395p.
- [10] BRUCE, R.C. & EBERSOHN, J.P. 1982. Litter measurements in two grazed pastures in south-east Queensland. *Tropical Grasslands*. 16: 180–185.
- [11] REZENDE, C. de P.; CANTARUTTI, R.B.; BRAGA, J.M.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, J.M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K.E. & BODDEY, R.M. 1999. Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the south of Bahia, Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 54: 99-112.
- [12] WIEGERT, R.G. & EVANS, F.C. 1964. Primary production and the disappearance of dead vegetation on an old field in Southeastern Michigan. *Ecology*, 45: 49-63.
- [13] THOMAS, R.J. & ASAKAWA, N.M. 1993. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. *Soil Biology and Biochemistry*, 25: 1351-1361.
- [14] SAS INSTITUTE INC. 1999. SAS/STAT – Procedure guide for personal computers, version 6.12 edition. Cary, NC: SAS Institute, 1028p.
- [15] GOMIDE, J.A. 1989. Aspectos biológicos e econômicos da adubação de pastagens. In: Favoretto, V. E Rodrigues, L.R.A. *Simpósio sobre ecossistema de pastagens*. Jaboticabal, Anais. Jaboticabal, FUNEP, 1: 237-270.
- [16] FALKNER, R.A.; SMITH, C.J. 1997. Changes in soil chemistry in effluent-irrigated *Pinus radiata* and *Eucalyptus grandis*. *Australian Journal of Soil Research*, 35: 131-147.
- [17] de OLIVEIRA, O.C.; de OLIVEIRA, I.P.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. & BODDEY, R.M. Chemical and biological indicators of decline/degradation of *Brachiaria* pastures in the Brazilian Cerrado. 2004. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 10: 289-300.



**Figura 1.** Volume de irrigação e precipitação nos tratamentos da área experimental de capim Tifton-85, durante os três períodos de coleta. SI: sem irrigação e sem fertilização; E0, E33, E66 e E100 - irrigação com esgoto tratado e adição de 0, 172, 343 e 520 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N via fertilização mineral, respectivamente; A100 – irrigação com água potável e adição de 520 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N via fertilização mineral.



**Figura 2.** Entradas de nitrogênio através da liteira, fertilizante e esgoto tratado na área experimental de capim-Bermuda Tifton 85. \* Abreviações conforme descrito na Figura 1.



**Figura 3.** Produção de capim-Bermuda Tifton 85 nos tratamentos em três períodos de coleta.

\* Abreviações conforme descrito na Figura 1.

**Tabela 1.** Valores de liteira existente e quantidades calculadas de liteira depositada, desaparecida, total depositada e constante de decomposição nos tratamentos da área experimental de capim-Bermuda. (\* Abreviações conforme descrito na Figura 1).

Tratamento	Liteira Existente (L <sub>E0</sub> ) Mg ha <sup>-1</sup>	Liteira Produzida (L <sub>P28</sub> ) Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	Liteira Desaparecida (L <sub>DES</sub> ) Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	Total de L <sub>P</sub> Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	k g g <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>
Abril a Junho de 2007					
SI*	9,2 <sup>a</sup>	41,2 <sup>a</sup>	40,8 <sup>a</sup>	66,5 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>
E0	5,2 <sup>a</sup>	28,8 <sup>a</sup>	27,2 <sup>a</sup>	56,4 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>
E33	10,9 <sup>a</sup>	22,5 <sup>a</sup>	55,0 <sup>a</sup>	79,0 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>
E66	8,8 <sup>a</sup>	39,4 <sup>a</sup>	40,2 <sup>a</sup>	81,6 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>
E100	7,7 <sup>a</sup>	24,6 <sup>a</sup>	45,7 <sup>a</sup>	69,9 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>
A100	11,7 <sup>a</sup>	33,1 <sup>a</sup>	58,0 <sup>a</sup>	91,1 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>
Junho a Agosto de 2007					
SI	5,3 <sup>a</sup>	47,0 <sup>a</sup>	46,4 <sup>a</sup>	92,6 <sup>a</sup>	0,05 <sup>a</sup>
E0	4,1 <sup>a</sup>	23,5 <sup>b</sup>	30,0 <sup>ab</sup>	52,1 <sup>ab</sup>	0,04 <sup>a</sup>
E33	4,3 <sup>a</sup>	11,3 <sup>b</sup>	30,4 <sup>ab</sup>	41,6 <sup>b</sup>	0,04 <sup>a</sup>
E66	5,0 <sup>a</sup>	19,6 <sup>b</sup>	46,0 <sup>ab</sup>	65,5 <sup>ab</sup>	0,03 <sup>a</sup>
E100	3,7 <sup>a</sup>	14,6 <sup>b</sup>	33,6 <sup>ab</sup>	48,3 <sup>b</sup>	0,04 <sup>a</sup>
A100	5,4 <sup>a</sup>	11,5 <sup>b</sup>	18,8 <sup>b</sup>	30,3 <sup>b</sup>	0,05 <sup>a</sup>
Agosto a Outubro de 2007					
SI	4,7 <sup>a</sup>	11,5 <sup>a</sup>	82,5 <sup>a</sup>	138,5 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>
E0	4,1 <sup>a</sup>	23,5 <sup>a</sup>	51,2 <sup>ab</sup>	79,0 <sup>ab</sup>	0,03 <sup>a</sup>
E33	5,7 <sup>a</sup>	22,0 <sup>a</sup>	41,8 <sup>ab</sup>	117,0 <sup>b</sup>	0,03 <sup>a</sup>
E66	4,8 <sup>a</sup>	33,9 <sup>a</sup>	56,0 <sup>ab</sup>	90,1 <sup>ab</sup>	0,03 <sup>a</sup>
E100	4,7 <sup>a</sup>	29,4 <sup>a</sup>	52,6 <sup>ab</sup>	82,0 <sup>ab</sup>	0,03 <sup>a</sup>
A100	3,3 <sup>a</sup>	31,6 <sup>a</sup>	21,6 <sup>b</sup>	53,5 <sup>b</sup>	0,05 <sup>a</sup>

**Tabela 2.** Quantidades médias de solo amostrado, conteúdos e porcentagem de matéria orgânica particulada no solo para os diferentes tratamentos na área experimental de capim-Bermuda. (\* Abreviações conforme descrito na Figura 1).

Tratamento	Matéria orgânica particulada		% MOP (%)
	Solo (0 a 3 cm) (g)	(MOP)	
27/abr/07			
SI*	680,55	10,24	1,88 <sup>b</sup>
E0	365,92	15,34	4,31 <sup>ab</sup>
E33	400,74	20,91	5,38 <sup>a</sup>
E66	460,96	22,97	4,79 <sup>a</sup>
E100	423,73	23,38	5,56 <sup>a</sup>
A100	470,07	18,11	3,84 <sup>ab</sup>
28/jun/07			
SI	455,88	13,65	2,99 <sup>ab</sup>
E0	504,27	12,62	2,50 <sup>b</sup>
E33	534,14	14,26	2,65 <sup>ab</sup>
E66	600,16	23,16	3,92 <sup>ab</sup>
E100	577,64	28,73	4,98 <sup>a</sup>
A100	564,49	17,46	3,26 <sup>ab</sup>