

RENDIMENTO DE MASSA DE MATÉRIA SECA E RELAÇÃO C/N DA AVEIA PRETA EM FUNÇÃO DO LODO DE ESGOTO E ADUBAÇÃO NITROGENADA

YIELD OF DRY MATTER AND C/N RATIO OF OATS AS A FUNCTIONAL OF SEWAGE SLUDGE AND NITROGEN

Thomaz Figueiredo LOBO¹; Helio GRASSI FILHO²; Leonardo Theodoro BULL²

1. Engenheiro Agrônomo, Pós doutorando; Faculdade de Ciências Agrômicas, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, SP, Brasil. thomaz.lobo@superig.com.br; 2. Engenheiro Agrônomo, Professor, Doutor, Faculdade de Ciências Agrômicas - UNESP - Botucatu, SP, Brasil.

RESUMO: A disposição final do lodo de esgoto vem se caracterizando como um dos problemas ambientais urbanos mais relevantes da atualidade, e que cresce diariamente tanto nos países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento, com reflexos da ampliação das redes de coleta e incremento dos níveis de tratamento. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do N mineral e do lodo de esgoto no rendimento de matéria seca e na relação C/N da aveia preta. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agrômicas da Unesp Campus de Botucatu. Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, constituídos por 6 tratamentos e 5 repetições assim definidos: T0 – sem adubação nitrogenada; T1 – 70 kg ha⁻¹ de N mineral; T2 – 35 kg ha⁻¹ de N proveniente do lodo de esgoto e 35 kg ha⁻¹ de N na forma mineral; T3 – 70 kg ha⁻¹ de N proveniente do lodo de esgoto; T4 – 105 kg ha⁻¹ de N proveniente do lodo de esgoto; T5 – 140 kg ha⁻¹ de N proveniente do lodo de esgoto. Os parâmetros avaliados foram acúmulo da matéria seca e a relação C/N com coletas efetuadas aos 60, 75, 90, 105 e 120 dias após a semeadura. O aumento da dose de lodo proporcionou incremento no rendimento de matéria seca da aveia. O N proporcionou uma menor relação C/N na planta da aveia.

PALAVRAS CHAVES: *Avena Strigosa*. Mineralização de N. Matéria orgânica e nutrição de plantas.

INTRODUÇÃO

A disposição final do lodo de esgoto vem se caracterizando como um dos problemas ambientais urbanos mais relevantes da atualidade, e que cresce diariamente tanto nos países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento, com reflexos da ampliação das redes de coleta e incremento dos níveis de tratamento (PEGORINI et al., 2003).

O lodo de esgoto é um resíduo que contém N e por ser um resíduo orgânico a liberação do N para a planta é ao longo do tempo diferenciando de fonte de N mineral, ou seja se a planta não absorver este pode ser facilmente perdido. Além do N, o lodo de esgotos contém todos os nutrientes essenciais para a planta, porém a concentração de K no lodo de esgoto é baixa devendo ser suplementada.

O lodo de esgoto pode liberar, à solução do solo, grande quantidade de N inorgânico nos primeiros dias após a aplicação, se houver condições propícias a mineralização da matéria orgânica (BOEIRA, 2004).

Marques et al. (2007) trabalhando com lodo de esgoto em cana de açúcar concluíram que a associação do lodo de esgoto com a adubação mineral, permite a economia de metade da adubação mineral recomendada, mantendo-se a produtividade.

O processo de decomposição dos resíduos da aveia é responsável pela liberação da maior parte dos nutrientes acumuladas na sua fitomassa. Fatores bióticos e abióticos governam o processo de decomposição e, conseqüentemente, a liberação de nutrientes. Dentre estes fatores, a relação C/N dos resíduos aportados ao solo assume importante papel da decomposição e imobilização/mineralização de N (JANSSEN, 1996). A imobilização torna-se o processo predominante a partir de uma faixa de relação C/N variável de 15 a 36, dependendo do tipo de planta e do estágio de maturação e da composição microbiana do solo (KUDEYAROV, 1999). No entanto, de maneira geral se aceita que materiais com relação C/N em torno de 25 causam equilíbrio entre esses processos; os valores superiores causam a imobilização líquida, enquanto os valores inferiores promovem mineralização líquida de N (AITA, 1997).

Camargo e Piza (2007) conduziram experimento com quatro espécies para a produção de palhada de aveia preta, aveia branca, nabo forrageiro, braquiária e vegetação espontânea e dentre estas espécies a aveia preta foi a que obteve maior produtividade de massa de matéria seca, logo, para sistemas de semeadura direta quanto maior a produção de matéria seca o solo ficara por mais tempo protegido.

Em muitas situações, o desenvolvimento desta gramínea é limitado pela baixa disponibilidade de N no solo. Neste contexto, o N pode ser uma alternativa para aumentar a eficiência da aveia preta como cultura de cobertura no sistema de plantio direto (SANTI et al., 2003).

O N é o nutriente que tem maior efeito no crescimento da aveia e o que, frequentemente, mais limita a sua produção de fitomassa. A disponibilidade de N estimula o crescimento e a atividade radicular, com reflexos positivos na absorção de outros nutrientes (OLSON; KURTZ, 1982; YANAI et al., 1996) e na quantidade de matéria seca produzida pela aveia (SANTI, 2001), isto se deve ao incremento no número de perfilho da aveia preta quando fertilizada com este nutriente.

Assim objetivou-se verificar o efeito do N e do lodo de esgoto, no rendimento de massa de matéria seca e na relação C/N da aveia preta ao longo do desenvolvimento da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp - Campus de Botucatu, localizada no município de São Manuel a 22° 25' Latitude Sul, 48° 34' Longitude Oeste, com altitude de 750 metros.

Antecedendo a instalação do experimento, foram cultivados 2 ciclos consecutivos de girassol semeados em dezembro de 2004 e novembro de 2005, respectivamente, com aplicações de lodo de esgoto e cultivado com trigo e triticale em abril de 2006 sem aplicação de lodo de esgoto. Já o presente ensaio teve a semeadura efetuada em 26 de abril de 2007. Antes do primeiro cultivo do girassol, foi realizada uma análise química de solo nas faixas de profundidades de 0-20 a 20-40cm (Tabela 1). Utilizou-se o método proposto por Raij et al. (2001).

Tabela 1. Características químicas do solo onde foi instalado o experimento (básicas)

| Prof. cm | pH CaCl ₂ | M.O. g dm ⁻³ | P(res.) mg dm ⁻³ | H+Al | Al ⁺³ | K ⁺ | Ca ⁺² | Mg ⁺² | SB | T | V | |
|----------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|--|------------------|----------------|------------------|------------------|------|------|----|---|
| | | | | ----- mmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | | | | % |
| 0 - 20 | 6,1 | 12 | 20 | 13 | 1 | 1,9 | 19 | 12 | 32,9 | 45,9 | 71 | |
| 20 - 40 | 6,1 | 7 | 6 | 13 | 1 | 1,6 | 17 | 9 | 27,6 | 40,6 | 68 | |

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, constituídos por 6 tratamentos e 5 repetições assim definidos: T₀ - sem adubação nitrogenada; T₁ - adubação química nitrogenada de acordo com CAMARGO et al., (1997) (70 kg ha⁻¹ de N) ; T₂ - 50% adubação nitrogenada proveniente do lodo de esgoto (35 kg ha⁻¹ de N) e 50% na forma mineral (35 kg ha⁻¹ de N) ; T₃ - 100% adubação nitrogenada proveniente do lodo de esgoto (70 kg ha⁻¹ de N) ; T₄ - 150% adubação nitrogenada proveniente do lodo de esgoto (105 kg ha⁻¹ de N) ; T₅ - 200% adubação nitrogenada proveniente do lodo de esgoto (140 kg ha⁻¹ de N). Os tratamentos T₁, T₂ e T₃ receberam as

mesmas doses de N variando somente as fontes. Foi utilizado como fonte de adubo mineral a uréia. Na semeadura não foi efetuado adubações, isto porque nas culturas anteriores as adubações de P e K foram feitas seguindo a recomendação do BT 100. Foram dois cultivos sucessivos de girassol e sabendo que o sistema radicular do girassol tem alta capacidade de reciclar nutrientes em profundidade, e sabendo também que a aveia utilizada como cobertura vegetal, não retira nutrientes da área, não houve a necessidade de adubação de semeadura com P e K, como mostra a análise de solo retirada após o primeiro cultivo do girassol presente na Tabela 2.

Tabela 2. Características químicas do solo após a o primeiro cultivo com doses de lodo de esgoto

| Trat. | pH CaCl ₂ | M.O. g dm ⁻³ | P(res.) mg dm ⁻³ | H+Al | Al ⁺³ | K ⁺ | Ca ⁺² | Mg ⁺² | SB | T | V | |
|-------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|--|------------------|----------------|------------------|------------------|------|------|----|---|
| | | | | ----- mmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | | | | % |
| T0 | 6,2 | 18 | 19 | 11 | - | 1,4 | 23 | 9 | 33,4 | 44,4 | 75 | |
| T1 | 6,0 | 14 | 17 | 11 | - | 1,4 | 22 | 9 | 32,4 | 43,4 | 72 | |
| T2 | 6,1 | 16 | 15 | 11 | - | 1,4 | 23 | 9 | 33,4 | 44,4 | 73 | |
| T3 | 6,0 | 14 | 22 | 12 | - | 1,5 | 24 | 9 | 34,5 | 46,5 | 73 | |
| T4 | 5,8 | 16 | 21 | 12 | - | 1,6 | 23 | 9 | 33,6 | 45,6 | 71 | |
| T5 | 5,9 | 16 | 20 | 13 | - | 1,4 | 24 | 9 | 34,4 | 47,4 | 73 | |

O lodo de esgoto foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Jundiaí/SP. A análise do resíduo foi realizada determinando-se N,

P₂O₅, K₂O, umidade, C, Ca, Mg, S e C/N (LANARV, 1988). Os resultados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Características químicas do lodo de esgoto.

| N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Umid. | MO | C | Ca | Mg | S | Na | Cu | Fe | Mn | Zn | C/N | pH |
|--------|-------------------------------|------------------|-------|-------|------|-----|------|---------------------------------|------|-----|-------|-----|------|-----|-----|
| -----% | | | | ----- | | | | ----- mg kg ⁻¹ ----- | | | | | | | |
| 3,9 | 2,1 | 0,16 | 57 | 58,1 | 32,3 | 1,1 | 0,19 | 4,7 | 1160 | 428 | 23450 | 630 | 3000 | 8/1 | 6,0 |

Adotou-se o seguinte cálculo para determinação da dose de lodo de esgoto utilizada nos tratamentos: Cada 100 kg de lodo de esgoto na base seca contém 3,9 kg de N; considerando o teor de água de 57, ou seja, 43% base seca, teremos 1,67% de N na base úmida; considerando que 30% do N serão mineralizados de lodo de esgoto (CONAMA, 2006), tem-se 0,50 % de N mineralizado; as quantidades de lodo de esgoto destinadas para cada tratamento foram: T2 – 7.000 kg ha⁻¹, correspondente a 35 kg ha⁻¹ de N mineralizado; T3 – 14.000 kg ha⁻¹ (70 kg ha⁻¹ de N); T4 – 21.000 kg ha⁻¹ (105 kg ha⁻¹ de N); T5 – 28.000 kg ha⁻¹ (140 kg ha⁻¹ de N).

O preparo do solo foi efetuado com uma gradagem em uma profundidade aproximada de 10 cm em seguida foi realizada uma aração mais profunda de 20 cm e duas gradagens leves com intuito de nivelar o solo.

A aplicação do lodo de esgoto nos tratamentos foi efetuada com um distribuidor de esterco, regulado na menor dosagem (7.000 kg ha⁻¹), que foi aplicado no tratamento T2. Os tratamentos T3, T4 e T5 foram passados 2, 3 e 4 vezes, respectivamente. Em seguida, foi incorporado com uma grade niveladora.

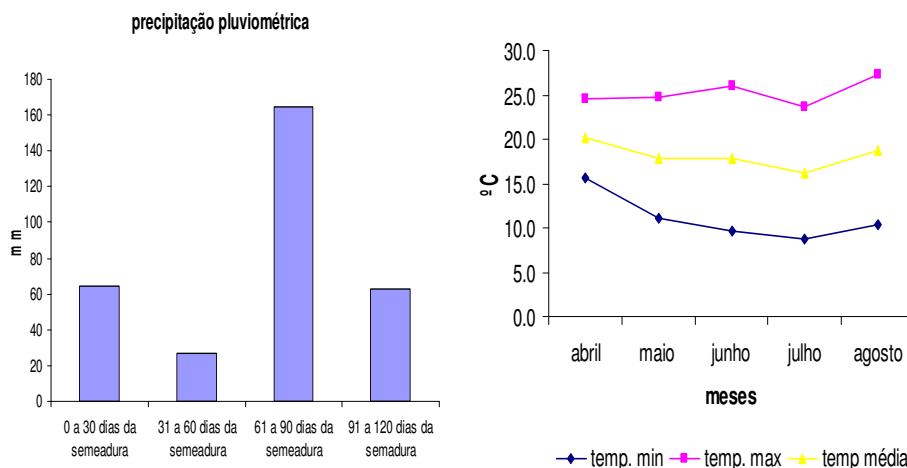
A aveia foi semeada em um espaçamento de 0,18 m entre linha e 100 sementes por metro na profundidade de 0,03 m.

O N foi aplicado no T1, aos 12 dias após a semeadura, na dosagem de 10 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia (450 g kg⁻¹ de N), (CAMARGO et al., 1997). Em seguida foi distribuída água (2,5 mm) através de um caminhão pipa, com a finalidade de

incorporar a uréia. Aos 33 dias da semeadura, foi efetuada adubação nitrogenada nos tratamentos (T1 e T2) nas doses de 60 e 35 kg ha⁻¹, respectivamente (CAMARGO et al., 1997), totalizando os 70 kg ha⁻¹, conforme a recomendação de N para a cultura de aveia no Estado de São Paulo. A fonte utilizada para a cobertura foi a uréia que, em seguida, foi incorporada com a enxada.

Os parâmetros avaliados foram rendimento da massa de matéria seca e a relação C/N, para tanto foram efetuadas coletas aos 60, 75, 90, 105 e 120 dias após a semeadura. Para amostragens de plantas, foi retirado 1 metro linear em cada parcela em 5 repetições, totalizando 5 metros lineares. As amostras foram recolhidas aleatórias do ensaio e, em seguida, transformadas em hectares, considerando o espaçamento utilizado (0,18 m) entre linhas. Essas amostras foram colocadas em estufa a 60° C e retiradas quando atingiram o peso constante para a determinação da massa de matéria seca, e sucessivamente transformadas em kg ha⁻¹. Para a determinação de C e N, foram moídas e analisadas seguindo a metodologia de MALAVOLTA et al. (1997).

A precipitação pluviométrica foi medida no local com auxílio de um pluviômetro. Os dados de temperatura mínima média, média e máxima média foram fornecidos pela Estação Climatológica da Fazenda Experimental de São Manuel, do Departamento Recursos Naturais, Área de Ciências Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, localizada na própria Fazenda Experimental São Manuel. Os dados climatológicos são apresentados na Figura 1.

**Figura 1.** Precipitação pluviométrica, Temperatura mínimas, médias e máximas no ciclo da aveia.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan 5%, realizando o programa de estatística SAEG, (1993). Nos tratamentos T0, T3, T4 e T5, referentes ao aumento da dose de lodo, foi efetuada análise de regressão. Foi feita uma análise de regressão no tempo para cada tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira medida de rendimento de matéria seca aos 60 dias da semeadura verifica-se na Tabela 4 que o tratamento (T4), foi igual aos

tratamentos (T2, T3 e T5) e foi superior estatisticamente aos tratamentos (T0 e T1), que não receberam lodo de esgoto. A diferença do tratamento que recebeu a maior dose de lodo (T5) em relação ao (T0) que não recebeu N, foi de 401,6 kg ha⁻¹ que corresponde a 28% da produtividade do T5. LUZ et al. (2008) observaram que não houve diferença estatística para o rendimento de matéria seca aos 60 dias dos tratamentos sem N e com doses de 50, 100 e 150 kg ha⁻¹, houve apenas o efeito da irrigação. Na equação da Figura 2 observa-se que para cada tonelada de lodo aplicado aumentou-se 15,34 kg de matéria seca.

Tabela 4. Rendimento médio de matéria seca de aveia preta em dias após a semeadura

| Tratamentos | Produção de matéria seca em dias após o plantio (kg ha ⁻¹) | | | | |
|-------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 60 dias | 75 dias | 90 dias | 105 dias | 120 dias |
| T0 | 1034,4 c | 1970,6 b | 2705,3 b | 4229,5 b | 5288,9 b |
| T1 | 1122,2 bc | 2262,0 ab | 2837,3 b | 4156,2 b | 5372,7 b |
| T2 | 1275,9 abc | 2005,3 b | 3188,3 ab | 4173,7 b | 5241,9 b |
| T3 | 1434,7 ab | 2294,1 ab | 3283,6 ab | 4719,6 ab | 5966,0 ab |
| T4 | 1486,2 a | 2309,4 ab | 3218,0 ab | 5324,9 a | 6171,2 ab |
| T5 | 1435,9 ab | 2497,2 a | 3772,2 a | 4746,9 ab | 6536,6 a |
| F | 3,06 | 2,21 | 3,61 | 2,59 | 2,93 |
| Média | 1298,22 | 2223,1 | 3167,43 | 4558,45 | 5762,9 |
| CV | 18,60 | 13,53 | 13,95 | 14,09 | 12,23 |

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan 5% de probabilidade. T0 – sem N, T1 – 100% AM, T2 – 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 – 200% LE. AM – Adubação mineral; LE – Lodo de esgoto

Aos 75 dias da semeadura observa-se que o tratamento (T5), foi superior estatisticamente que os tratamentos (T0 e T2) e não diferiram dos tratamentos T1, T3 e T4. A diferença do T5 em relação ao T0 neste tempo foi de 526 kg ha⁻¹, que representa 21% da produtividade do T5. Observa-se na Figura 2 um incremento linear no rendimento de matéria seca em função do aumento da dose de lodo de esgoto e a cada tonelada de lodo aplicada aumentou 17,89 kg de matéria seca da cultura da aveia.

Aos 90 dias o tratamento (T5) foi superior dos tratamentos T0 e T1 e não diferiu dos demais tratamentos. A diferença entre os tratamentos T5 e o T0 foi de 1067 kg ha⁻¹, que representa 28% da produtividade do T5. Verifica-se na Figura 2 que para cada tonelada de lodo de esgoto aumentou 34,4 kg do rendimento de matéria seca.

Nos 105 dias de semeadura o T4 foi igual ao T3 e T5 e superior ao T0, T1 e T2. A diferença do T4 em relação ao T1 foi de 1169 kg ha⁻¹, que representa 22% da produtividade do T4.

Aos 120 dias de semeadura o T5 obteve um rendimento de matéria seca superior ao T0, T1 e T2. A diferença entre o tratamento T5 que obteve a

maior produtividade de matéria seca com o tratamento T2 que obteve a menor produtividade foi de 1295 kg ha⁻¹ que corresponde a 20% da produtividade do T5. Na equação da Figura 2 observa-se que aos 120 dias de semeadura que para cada tonelada de lodo de esgoto aplicada aumentou-se 43,7 kg no rendimento da matéria seca de aveia nos 120 dias da semeadura. AITA et al., (2006) obtiveram um incremento de 2,5 t ha⁻¹ na produtividade de matéria seca da aveia com 40 m³ ha⁻¹ de dejetos de suínos em relação onde não foi aplicado este resíduo.

Um dos fatores que podem ter levado ao aumento da matéria seca da aveia no tratamento que receberam o lodo de esgoto foi a própria matéria orgânica do lodo, devido o aumento de retenção de umidade uma vez que pode ser observado que a precipitação pluviométrica (Figura 1) foi muito baixa e o solo onde foi instalado este experimento é arenoso. Santos et al. (2009) trabalharam com doses de lodo de esgoto até 50 t ha⁻¹ a base seca concluíram que a adição do lodo de esgoto estimulou a atividade microbiana do solo e ainda, o lodo aumentou o carbono orgânico do solo, com isso comprova que o aumento do carbono pode ter

influenciado na retenção de umidade no solo para a

cultura da aveia.

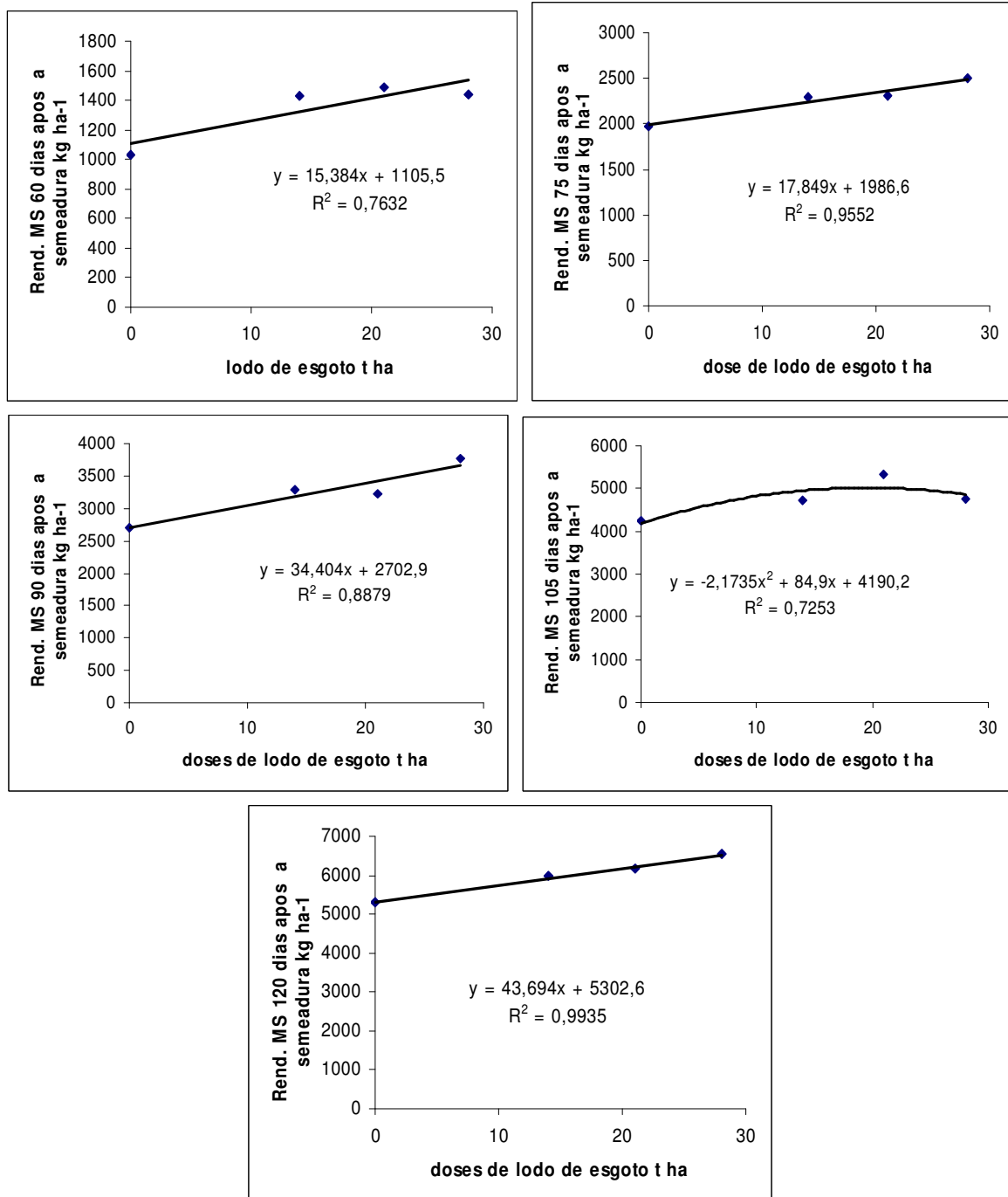


Figura 2. Rendimento de matéria seca no decorrer do ciclo da aveia em função do aumento da dose de lodo de esgoto

Observa-se na Figura 1, que nos primeiros 2 meses da sementeira o índice de chuva foi muito baixo não chegando a 70 mm, segundo Nakagawa et al, (1995) na fase de perfilhamento que esta aos 40 aos 60 dias de sementeira é a fase em que a aveia preta absorve a maior quantidade de N e para ocorrer esta absorção a água é extremamente importante que não ocorreu nesta fase. Já no terceiro mês ocorreu uma intensidade de chuva mais

expressiva de 220 mm, porem já tinha passado a fase da cultura que haveria uma maior absorção. Devido a este fato somente no terceiro mês da sementeira que ocorreu uma maior mineralização do N proveniente do lodo de esgoto, onde ocorreu uma diferença maior nos tratamentos que receberam doses maiores de lodo de esgoto e a maior absorção de N pela aveia ocorre na fase de perfilhamento, 30 dias da sementeira, conseqüentemente esta fase já

havia ocorrido. Observa-se também que o tratamento que não recebeu N (T0) e o tratamento que foi fornecido N mineral (T1) não diferiu em nenhum momento, justamente porque na ocasião da adubação com N que era a fase que a cultura necessitava uma maior quantidade de N, não choveu o suficiente, para o melhor aproveitamento deste nutriente.

Observa-se na Tabela 5 que o tratamento T0, onde não foi aplicado N, apresentou uma relação C/N superior ao tratamento que recebeu adubação nitrogenada (T1). No T0 aos 75 dias após a semeadura ocorrerá a mineralização da aveia se for manejada nesta fase, devido a relação C/N da aveia estar abaixo de 20, enquanto aos 105 dias após

a semeadura em diante ocorrerá a imobilização da planta da aveia, devido a sua alta relação C/N. Enquanto no tratamento T1 que recebeu N, a partir dos 105 dias da semeadura a palha da aveia não irá fornecer N para a cultura subsequente, por apresentar uma relação C/N elevada. A partir dos 120 dias haverá uma imobilização do N pelos microorganismos do solo. Com isso pode-se ganhar tempo para a semeadura da cultura sucessiva. Para que ocorra a mineralização do N a relação C/N tem que estar abaixo de 20/1, entre 20 a 30 a mineralização e a imobilização estarão em equilíbrio e acima de 30 ocorrerá a imobilização do N, ou seja, os microorganismos irão utilizar o N do solo para que eles possam decompor o resíduo.

Tabela 5. Relação C/N ao longo do ciclo da aveia

| Tratamentos | 60 dias | 75 dias | 90 dias | 105 dias | 120 dias |
|-------------|----------|----------|---------|----------|----------|
| T0 | 14,94 a | 20,43 a | 25,09 a | 35,62 a | 40,85 a |
| T1 | 11,54 c | 17,03 b | 18,83 b | 22,57 b | 30,47 b |
| T2 | 11,71 c | 17,71 ab | 18,92 b | 25,24 b | 31,32 b |
| T3 | 13,93 ab | 17,49 b | 26,56 a | 25,98 b | 44,38 a |
| T4 | 12,68 bc | 17,15 b | 18,97 b | 28,27 b | 39,51 a |
| T5 | 11,17 c | 15,90 b | 18,46 b | 25,40 b | 31,21 b |
| F | 7,72 | 2,59 | 6,69 | 5,45 | 5,52 |
| Média | 13,03 | 17,62 | 21,19 | 27,18 | 36,29 |
| CV | 10,34 | 11,92 | 14,97 | 15,91 | 15,78 |

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan 5% de probabilidade. T0 – sem N, T1 – 100% AM, T2 – 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 – 200% LE. AM – Adubação mineral; LE – Lodo de esgoto

Verificando os tratamentos T1, T2 e T3 (Tabela 5), que receberam a mesma dose de N, a relação C/N da aveia do T3, estava sempre superior aos T1 e T2, comprovando que a mineralização do N do T3 foi inferior a 30% (CONAMA, 2006), devido a baixa quantidade de chuva nos primeiros dois meses e baixa temperatura. Os tratamentos T1 e T2 se comportaram praticamente da mesma maneira, sendo que até os 105 dias a mineralização do N proveniente da aveia seria mais rápido, enquanto que aos 120 dias irá ocorrer o processo de imobilização do N, ou seja, os microorganismos do solo irão retirar N do sistema para poder decompor a palha. Já no tratamento T3 a mineralização da palha da aveia ocorrerá até aos 75 dias, dos 90 aos 105 dias estará em uma fase de equilíbrio e nos 120 dias ocorrerá a imobilização (KIEHL, 1985), o processo de mineralização e imobilização ocorre simultaneamente, porém quando a relação está abaixo de 20 predomina a mineralização e acima de 30 vai predominar a imobilização.

Os tratamentos T4 e T5 que receberam a maior dosagem de lodo de esgoto se comportaram da mesma forma, até os 90 dias ocorrerá uma mineralização do N na palha da aveia. Nos 105 dias

ocorreu um equilíbrio entre mineralização e imobilização e aos 120 dias ocorre uma imobilização de N para a cultura subsequente.

Observa-se na Figura 3 que ao aumentar a dose de lodo compostado a relação C/N vai diminuindo em todos os instantes.

Verifica-se na Figura 4 o tratamento que não recebeu N substituindo a equação da regressão com 74 dias de semeadura obtém-se uma relação C/N de 20 e uma produtividade de 1.897 kg ha⁻¹ de matéria seca favorecendo desta maneira o processo de mineralização e aos 96 dias de semeadura obtém-se uma relação C/N de 30 com uma produtividade de 3.476 kg ha⁻¹, se permanecer por um período maior de 96 dias irá prevalecer a imobilização do N em relação a mineralização da palha da aveia tendo que ser esperado um tempo para implantar a outra cultura ou fornecer mais N ao sistema.

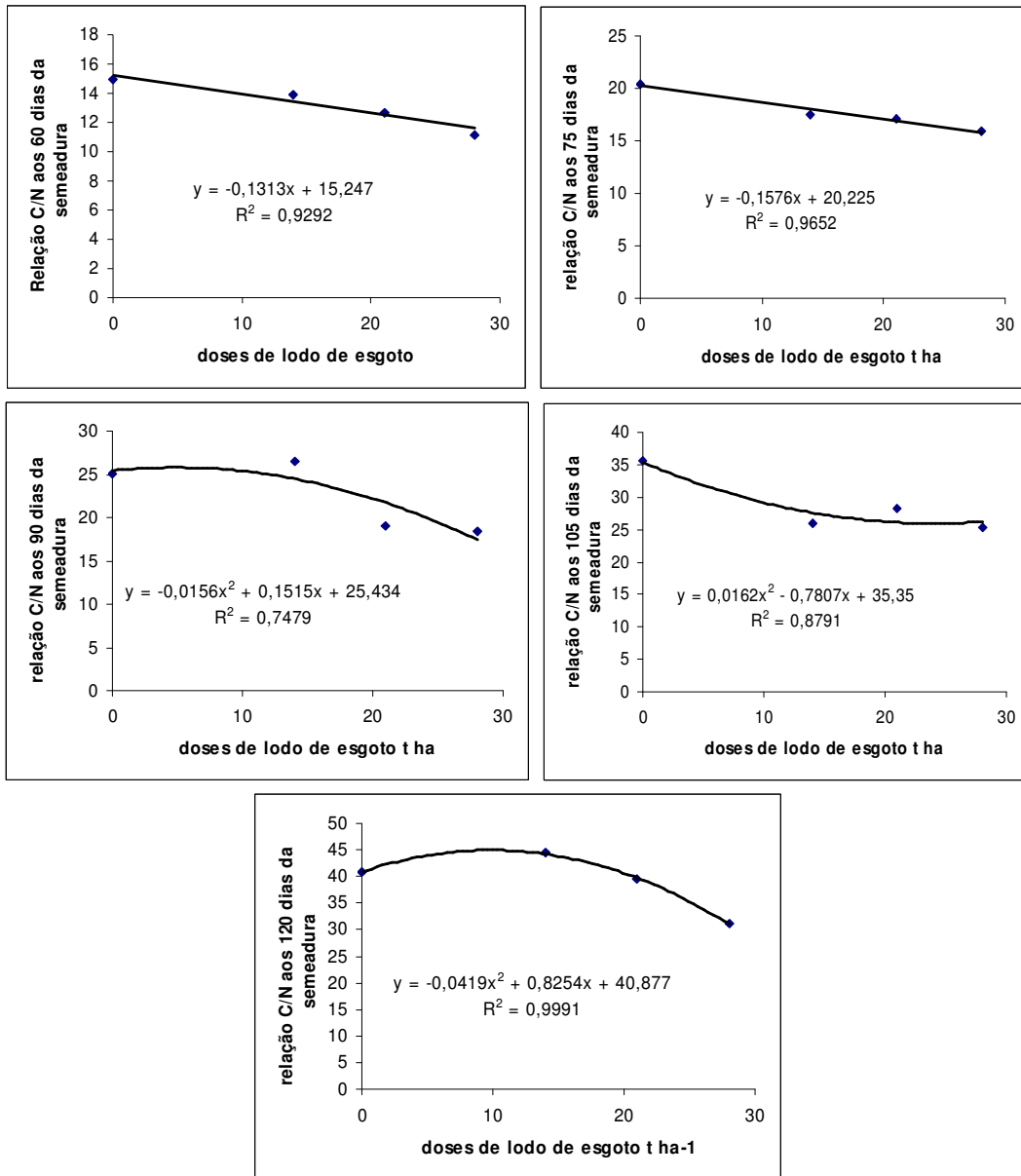


Figura 3. Relação C/N da aveia em função da dose de lodo de esgoto

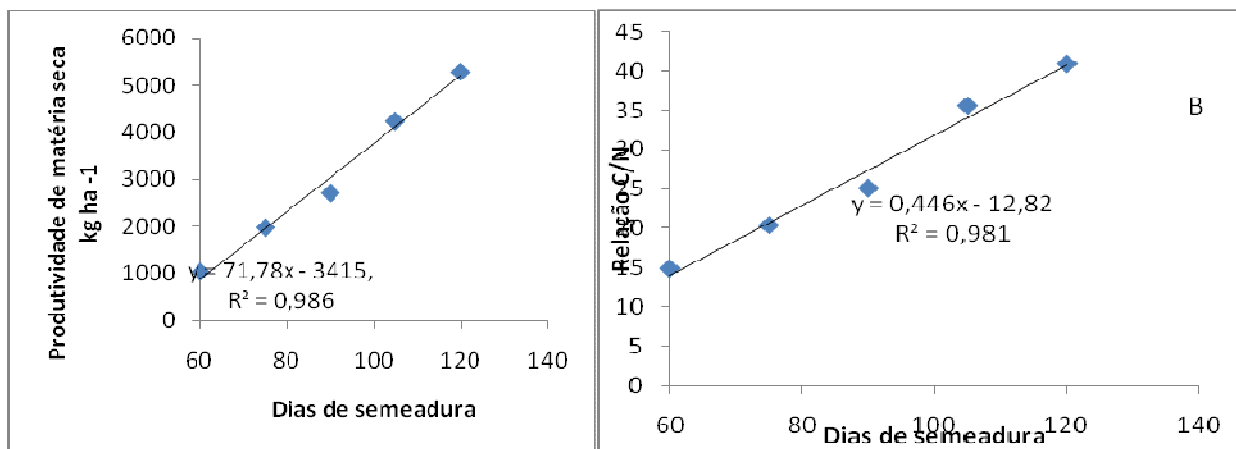


Figura 4. Produtividade de matéria seca (A) e Relação C/N ao longo do desenvolvimento da aveia preta no tratamento (T0)

Observa-se na Figura 5 que quando foi aplicado uma fonte de N mineral a imobilização do

N irá ser maior que a mineralização somente após os 124 dias com uma produtividade de 5.506 kg ha⁻¹.

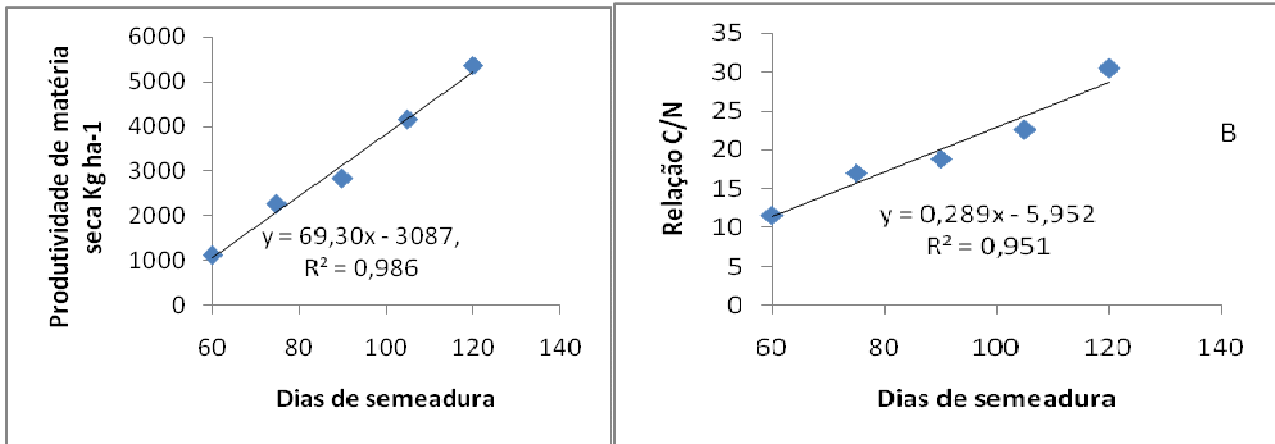


Figura 5. Produtividade de matéria seca (A) e Relação C/N ao longo do desenvolvimento da aveia preta no tratamento (T1)

O tratamento que foi aplicado metade da dose de N proveniente do lodo de esgoto e o restante com N mineral (Figura 6) a imobilização irá

prevalecer depois dos 119 dias e nesta fase tem-se uma produtividade de matéria seca de 5.130 kg ha⁻¹.

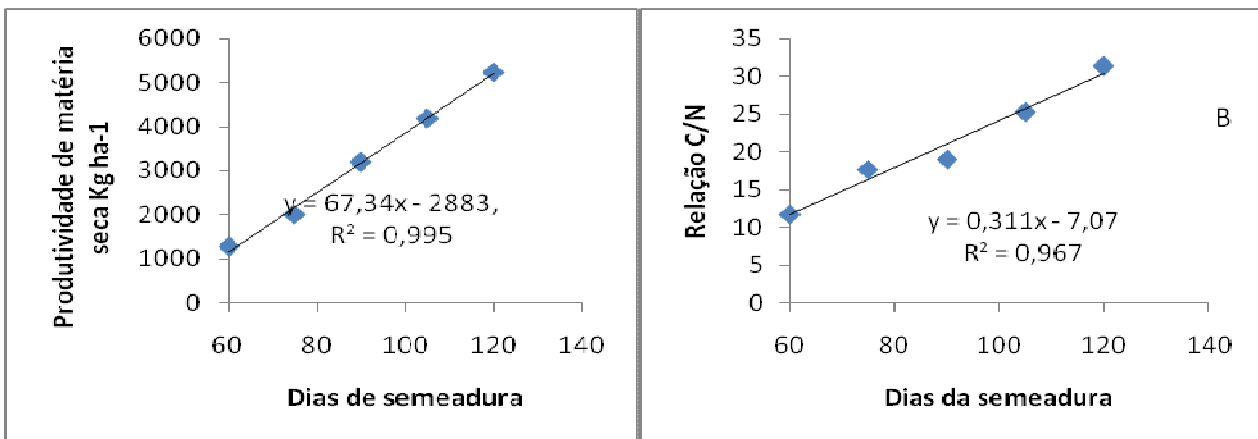


Figura 6. Produtividade de matéria seca (A) e Relação C/N ao longo do desenvolvimento da aveia preta no tratamento (T2)

Para o tratamento que foi aplicado somente o lodo de esgoto para atender a necessidade de N da cultura da aveia preta (70 kg ha⁻¹) observa-se na Figura 7 que a imobilização do N vai ser prevalecida somente após os 99 dias de semeadura e que nesta fase irá obter uma produtividade de 4.228 kg ha⁻¹ de matéria seca.

A imobilização do N no tratamento (T4) prevaleceu aos 105 dias de semeadura com uma produtividade de 4.941 kg ha⁻¹ (Figura 8).

Na Figura 9 observa-se que no tratamento (T5) a imobilização da palhada da aveia irá ocorrer somente aos 119 dias da semeadura com uma produtividade de 6.205 kg ha⁻¹ de matéria seca.

Considerando os rendimentos de matéria seca, a relação C/N da aveia e a relação C/N do lodo

podem-se efetuar o melhor manejo da aveia sem prejudicar a cultura subsequente da seguinte maneira: o tratamento que não recebeu N o T0 deveria ser efetuado o manejo da palhada da aveia aos 96 dias da semeadura após este período haverá uma imobilização da palhada prejudicando a cultura subsequente. Para os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 poderão ser efetuados o manejo da palhada aos 124, 119, 99, 105 e 119 dias respectivamente. Com isso temos os seguintes rendimentos de matéria seca T0 – 3.476 kg ha⁻¹; T1 – 5.506 kg ha⁻¹, T2 – 5.130 kg ha⁻¹, T3 – 4.228 kg ha⁻¹, T4 – 4.941 kg ha⁻¹, T5 – 6.205 kg ha⁻¹. Verifica-se a diferença entre o tratamento que não recebeu N (T0) em relação ao tratamento que recebeu a maior dose de lodo (T5), esta diferença foi de 2.729 kg ha⁻¹ a mais de palha

da aveia, para a produção de palhada no sistema de

plântio direto esta diferença é muito importante.

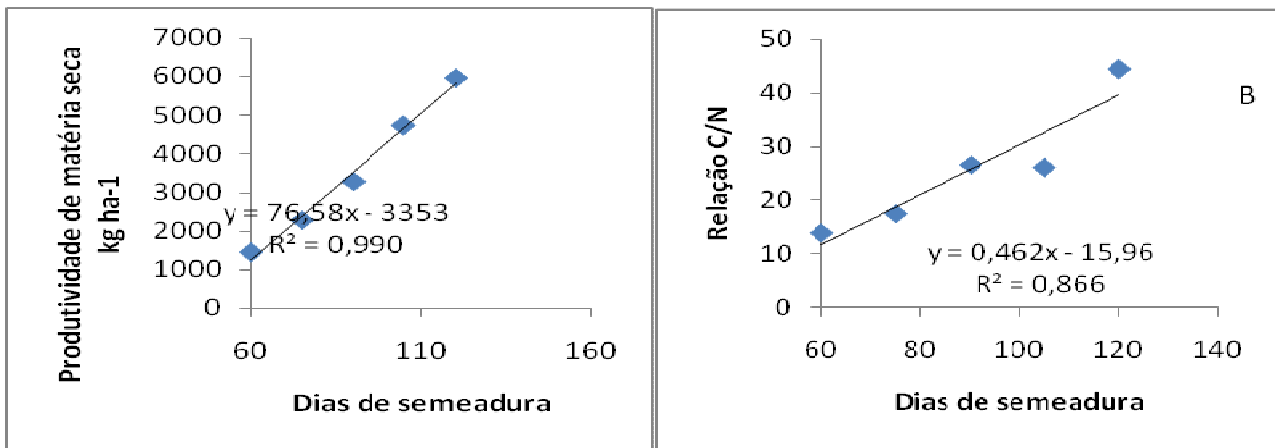


Figura 7. Produtividade de matéria seca (A) e Relação C/N ao longo do desenvolvimento da aveia preta no tratamento (T3)

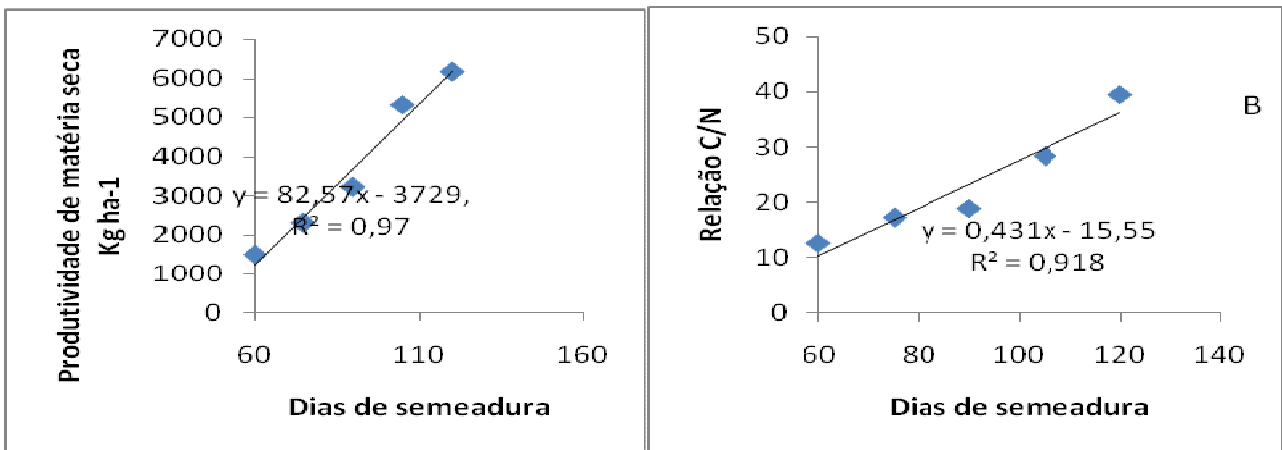


Figura 8. Produtividade de matéria seca (A) e Relação C/N ao longo do desenvolvimento da aveia preta no tratamento (T4)

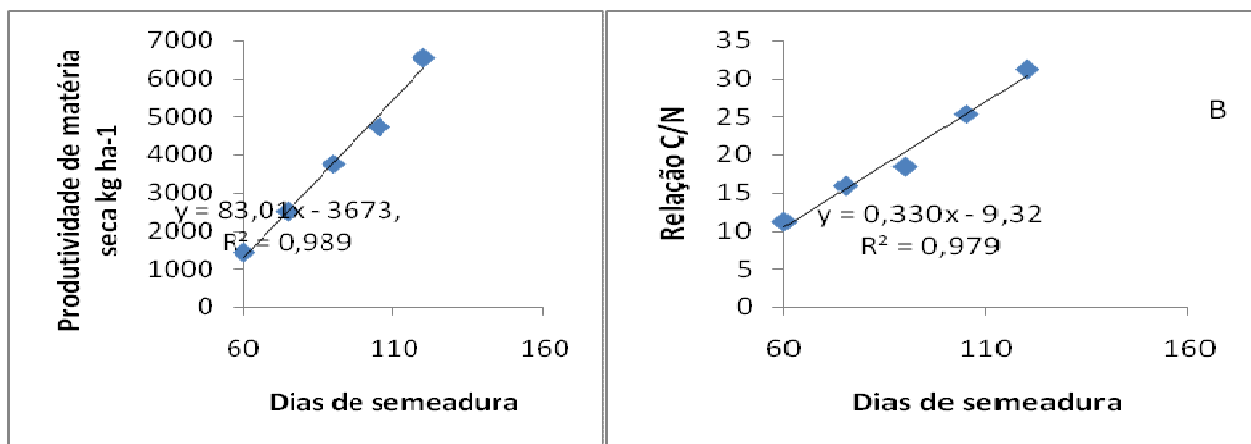


Figura 9. Produtividade de matéria seca (A) e Relação C/N ao longo do desenvolvimento da aveia preta no tratamento (T5)

CONCLUSÕES

O aumento da dose de lodo proporcionou um incremento no rendimento de matéria seca de aveia após dois cultivos sucessivos de girassol.

O fornecimento de N proporcionou uma menor relação C/N na matéria seca das plantas da aveia.

ABSTRACT: The final display of sewage sludge has been characterized as one of the most relevant environmental problems in the cities; it daily increases in both developed and developing countries, resulting in larger collection networks and increased treatment levels. The aim of this study was to verify the effect of mineral N and sewage sludge on dry matter yield and C/N ratio in black oat. The experiment was conducted in São Manuel Experimental Farm, belonging to the Faculty Agronomic Sciences, Unesp, Botucatu. The adopted experimental design was in randomized blocks constituted of 6 treatments and 5 replicates, as follows: T0 – without nitrogen fertilization; T1 – 70 kg ha⁻¹ of the N mineral; T2 – 35 kg ha⁻¹ of the N from sewage sludge and 35 kg ha⁻¹ of the N in the mineral form; T3 – 70 kg ha⁻¹ of the N from sewage sludge; T4 – 105 kg ha⁻¹ of the N from sewage sludge;- T5 – 140 kg ha⁻¹ of the N from sewage sludge. The parameters evaluated were dry matter accumulation and C/N ratio; with collections made at 60, 75, 90, 105 and 120 days after sowing. Increasing the dose of sewage sludge provided increment in dry matter yield in oat. The N provided a lawoer C/N ratio in plant oats.

KEYWORDS: *Avena Strigiosa*. N mineralization. Organic matter and plant nutrition.

REFERÊNCIAS

- AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M. R.; DALMOLIN, R. S. D. (Eds.) **Atualização em recomendação de adubação e calagem**: ênfase em plantio direto. Santa Maria: Universidade federal de Santa Maria, 1997. p. 76-111.
- AITA, C.; PORT, O.; GIACOMINI, S. J. Dinâmica do nitrogênio no solo e produção de fitomassa por planta de cobertura no outono/inverno com uso de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 901-910, 2.006.
- BOEIRA, R. C. Uso do lodo de esgoto como fertilizante orgânico: disponibilização de nitrogênio em solos tropical. Comunicado Técnico, Jaguariuna, n. 12, 2004.
- CAMARGO, C. E. O.; FREITAS, J. G.; CANTARELLA, H. Trigo de sequeiro e triticale de sequeiro. In: RAIJ, B. van et al. (Eds.) **Recomendações de calagem e adubação para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 68-69.
- CAMARGO, R. de; PIZA, R. J. Produção de biomassa de plantas de cobertura e efeitos na cultura do milho sob sistema de plantio direto no município de Passos, MG. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 76-80, 2007.
- COMPANIA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 375/2006. Disponível em: 29 de setembro de 2006. <http://www.mma.gov.br/post/conama/legiano/>. Acesso em: 10 de outubro de 2006.
- JANSSEN, B. H. Nitrogen mineralization in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. **Plant Soil**, n. 181, p. 39-45, 1996
- KIEHL, E. J. Fertilizantes Organicos . São Paulo. Editora agrônômica Ceres. 1985. 491p.
- KUDEYAROV, V. N. The nitrogen and carbon balance in soil. **Soil Science**, Europ, v. 32, n. 1, p. 73-82, 1999
- LANARV, Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais. Brasília: Ministério da Agricultura, 1988. 104p.

LUZ, P. H. de C. et al. Resposta da aveia preta (*Avena Strigosa Schreb*) à irrigação por aspersão e adubação nitrogenada. **Acta Scientific Agronômica**. Maringá – PR, v. 30, n. 3, p. 421-426, 2008.

MALAVOLTA, E., VITTI G. C., OLIVEIRA S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. 2ª edição. Piracicaba – SP. Editora Potafos, 1997. 319p.

MARQUES, M. O.; BELLINGIERI, P. A.; MARQUES, T. A.; NOGUEIRA, T. A. R. Qualidade e produtividade da cana-de-açúcar cultivada em solos com doses crescentes de lodo de esgoto. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 111-122, 2007.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, R. J. Efeito da dose e época de aplicação de N na produção e qualidade de semente de aveia preta. **Cientifica**. São Paulo, v. 23, n. 1 p. 31-43, 1995.

OLSON, R. A.; KURTTZ, L. T. Crop nitrogen requirements, utilization, and fertilization. In: STEVENSON, F.J., ed. Nitrogen in agricultural soils. Madison, **Soil Science of American**, 1982 p.567-604.

PEGORINI, E. S. et al. Qualidade do lodo de esgoto utilizado na reciclagem agrícola na região metropolitana de Curitiba – PR. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE BIODIVERSIDADE, 1., São Paulo, 2003. Anais. São Paulo, jun., 2003. 11p.

RAIJ, B. V. et al. - Análise Química para fertilidade de solos tropicais 1ª Edição, INSTITUTO AGRONômICO – FUNDAÇÃO IAC, 2001. 285p.

SANTI, A. **Adubação nitrogenada na aveia preta (*Avena strigosa*, Shieb): decomposição da fitomassa, liberação de nitrogênio e rendimento de milho em sucessão**. Santa Maria, universidade federal de santa Maria, 2001. 78 p. (dissertação)

SANTI, A.; AMADO, T. J. C.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I – Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 6, 2003.

SANTOS, J. A.; SANTOS, V. B. dos; ARAUJO, S. F. de Alterações na atividade microbiana e na matéria orgânica do solo após a aplicação de lodo de esgoto. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 17-23, 2009.

SISTEMA para análise estatística – Viçosa: UFV, Fundação Arthur Bernardes, 1993.

YANAI, J.; LINEHAN, D. J.; ROBINSON, D.; YOUNG, I. M.; HACKETT, C. A.; KYUMA, K. ; KOSAKI, T. Effects of inorganic nitrogen application on the dynamics of the soil solution composition in the root zone of maize. **Plant Soil**, v. 180, p. 1-9, 1996.