

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA MICROBIANA DE SOLO DE CERRADO  
(MÉTODO FUMIGAÇÃO - EXTRAÇÃO) SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO**

**VALDIRENE MATEUS DA SILVA**

Monografia apresentada ao Curso de  
Agronomia da Universidade Federal de  
Uberlândia, para obtenção do grau de  
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia - MG  
Junho - 2000

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA MICROBIANA DE SOLO DE CERRADO  
(MÉTODO FUMIGAÇÃO - EXTRAÇÃO) SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO**

**VALDIRENE MATEUS DA SILVA**

**PROF<sup>o</sup> Dr. WALDO A R. LARA CABEZAS**

Monografia apresentada ao Curso de  
Agronomia da Universidade Federal de  
Uberlândia, para obtenção do grau de  
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia - MG  
Junho - 2000

**QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA MICROBIANA DE SOLO DE CERRADO  
(MÉTODO FUMIGAÇÃO - EXTRAÇÃO) SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 05 / 06 / 2000

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Waldo A R. Lara Cabezas  
(Orientador)

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Igo Fernando Lepsch  
(Conselheiro)

---

Prof<sup>a</sup>. Ofélia Cleusa Rosante Gomes  
(Conselheira)

Uberlândia - MG

Junho - 2000

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo:	
Fumigação-extração (VANCE et al., 1987).....	14
3.2 Método de calorimetria (Azul de Indo-phenol) para determinação de	
N-amoniacal.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5. CONCLUSÕES.....	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

## **Resumo**

A população microbiana do solo apresenta papel fundamental na manutenção e produtividade de ecossistemas, pois constitui um meio de transformação para todos os materiais orgânicos do solo e atua como reservatório de nutrientes disponíveis às plantas. O objetivo do estudo visou o desenvolvimento da metodologia fumigação-extração e quantificação da biomassa C e N em solo latossolo vermelho-escuro, durante os primeiros 50 dias de desenvolvimento das culturas em dois sistemas de rotação em sistema plantio direto. Através dos resultados aprecia-se que houve expressiva produção de biomassa C nas profundidades de 0-5 cm ( $177,6 \text{ mg C kg}^{-1}$  de solo), para as culturas de verão e inverno em relação a camada subsequente ( $98,64 \text{ mg C kg}^{-1}$  de solo); indicando que essa camada concentra-se maior quantidade de biomassa, podendo isto ser explicado pela presença de mais matéria orgânica. A produção de biomassa C apresentou-se superior em ambas as profundidades na época de verão ( $215,8 \text{ mg C kg}^{-1}$  de solo), em relação ao inverno ( $105,8 \text{ mg C kg}^{-1}$  de solo) o qual coincide com a época da estação chuvosa e de maiores temperaturas, fatores estes que favorecem a maior produção. Em relação a produção de

biomassa N, a metodologia apresentou problemas de sensibilidade analítica devido a baixos teores de biomassa N. A produção de biomassa C na profundidade 0-5 cm, quantificada na cultura do milho sobre ambas as culturas nabo forrageiro e milho, apresentaram produção superior aos 29 dias após semeadura (349,3 mg C kg<sup>-1</sup> de solo) em relação a mesma camada aos 49 dias de semeadura (238,2 mg C kg<sup>-1</sup> de solo) devido ao maior índice pluviométrico, próximo a coleta. Pode-se apreciar que a adaptação da metodologia fumigação-extração para a quantificação da biomassa C apresentou-se eficiente. A metodologia para a quantificação da biomassa N apresentou-se de baixa precisão analítica. Houve expressiva produção de biomassa C em ambas as profundidades na época de verão em relação ao inverno. A biomassa C foi superior na camada de 0-5 cm para as culturas de verão e inverno em relação a camada subsequente. A biomassa C apresentou uma grande variação em um curto período.

## **1.INTRODUÇÃO**

O solo é uma mistura complexa de substâncias inorgânicos, matéria orgânica, água, ar e organismos vivos. As populações de microrganismos, genericamente denominada biomassa microbiana, são na grande maioria heterotróficas e dependem por isto de constante suprimento de carbono orgânico para seu crescimento e manutenção. Conceitualmente, a biomassa microbiana do solo corresponde a fungos, bactérias, algas e protozoários. Os microrganismos estão envolvidos em vários processos no solo como a nitrificação/desnitrificação, oxidação e redução do enxofre e elementos metabólicos; fixação biológica do N; ação antagônica aos patógenos; produção de substâncias de crescimento; aumento da superfície de absorção e o volume de solo explorado pela planta; liberação de compostos fenólicos para as culturas em sucessão sendo que estes podem ter efeito positivo ou negativo, para as culturas seguintes.

De acordo com (JENKINSON & LADD, 1981) a relevância da população microbiana reside na constatação de que, além de desempenhar um papel importante na gênese do solo, ainda atua, de modo decisivo, como regulador de seus nutrientes. Isto ocorre porque os microrganismos funcionam como agentes reguladores da taxa de

decomposição da matéria orgânica e da ciclagem dos elementos atuando, tanto como fonte e como dreno dos nutrientes necessários ao crescimento das plantas.

A velocidade com que um resíduo é consumido pelos microrganismos depende da sua constituição química e das condições ambientais. Resíduos com elevados teores de lignina e compostos aromáticos são de difícil decomposição, ao contrário daqueles com elevados teores de carboidratos solúveis, que são facilmente decompostos no solo .

O manejo do solo e de sua cobertura vegetal reflete-se em suas características físicas, químicas e biológicas. O manejo dos restos culturais e o grau de preparo do solo afetam sua temperatura, umidade, aeração, e distribuição desses resíduos no solo. Estes fatores afetam a biomassa microbiana do solo e, conseqüentemente influenciam na produtividade de ecossistemas, isto porque a biomassa constitui um meio de transformação para todos os materiais orgânicos do solo e atua como reservatório de nutrientes disponíveis às plantas.

O solo é normalmente um ambiente “estressante” e limitado por nutrientes, sendo que somente 15 % à 30% das bactérias e 10% dos fungos encontram-se normalmente no estado ativo ( SIQUEIRA et al., 1994; WARDLE & HUNGRIA, 1994 citados por HUNGRIA, 1997)

O objetivo deste estudo visou o desenvolvimento da metodologia fumigação-extração e quantificação da biomassa carbono e nitrogênio em solo Latossolo Vermelho Escuro, durante os primeiros 50 dias de desenvolvimento das culturas da soja (verão 97/98), da safrinha (nabo forrageiro e milho) e milho (verão 98/99) instaladas no sistema de plantio direto.



## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

O reconhecimento da importância dos microrganismos do solo tem levado a um aumento no interesse em medir os nutrientes contidos nas células microbianas, como o carbono e o nitrogênio, indicadores da biomassa. Sua estimativa fornece dados úteis sobre mudanças decorrentes do uso do solo, visto que responde com maior rapidez que os parâmetros físico-químicos (POWLSON et al., 1982).

O cultivo de um modo geral, pode ser extremamente desfavorável aos microrganismos do solo, mas o plantio direto tem mostrado ser uma prática que pode resultar em grandes benefícios a todos os microrganismos do solo, em comparação com o plantio convencional (HUNGRIA et al., 1995).

O plantio direto favorece condições ao desenvolvimento de microrganismos, como, por exemplo, temperatura, umidade, aeração, etc, e menor taxa de decomposição de componentes orgânicos, além de o plantio direto favorece algumas propriedades químicas do solo, como pH e CTC e os teores de cálcio, magnésio, potássio, e fósforo (SIDIRAS & PAVAN, 1985).

O sistema de manejo de solo, com diferentes métodos de preparo , diferentes culturas resultam em ambientes totalmente distintos, com reflexos na comunidade microbiana (VARGAS & SCHOLLES, 2000).

A rotação de culturas, aliada ao manejo correto do solo, faz com que ele seja biologicamente mais ativo com maior potencial produtivo. Esse efeito se deve à conjunção de fatores como, entre outros, proteção do solo mediante cobertura viva ou morta, maior retenção de umidade, efeito rizosférico das culturas, maior disponibilidade de matéria orgânica e melhores condições físicas do solo. (CATTELAN, GAUDÊNCIO & SILVA, 1997).

Os sistemas com menor revolvimento do solo, com manutenção de resíduos vegetais na superfície aumentam a disponibilidade de substratos nos primeiros centímetros do solo, possibilitando maior concentração de nutrientes na biomassa microbiana (SALINAS GARCIA, et al., 1997 apud VARGAS & SCHOLLES, 1998)

Em sistema plantio direto ocorre uma maior capacidade de imobilização do nitrogênio, mas essa imobilização é temporária e na medida em que ocorre a morte dos microrganismos, estes são mineralizados pelo restante da biomassa (VARGAS & SCHOLLES, 1998).

CATTELAN & VIDOR (1990 a,b) observaram que a matéria orgânica, a umidade gravimétrica, temperatura, aeração e a disponibilidade de nutrientes do solo foram os fatores que mais estimularam a biomassa e a população microbiana. Encontraram maiores valores para a biomassa e população microbiana na camada de 0-5 cm em relação a de 5-15 cm em um solo Podzólico Vermelho Escuro, no Rio Grande do Sul. Os autores

atribuíram esse comportamento, principalmente, ao acúmulo de resíduos vegetais e de nutrientes verificados na camada superficial.

De acordo com MARCHIORI JUNIOR & MELO (1999) o carbono da biomassa microbiana foi superior em solos de mata natural em comparação ao solo cultivado com algodão, devido a maior deposição de material orgânico tanto da parte aérea como do sistema radicular.

Os valores da biomassa microbiana de carbono indicam o potencial de reserva de carbono no solo, ou seja permite aferir o acúmulo ou perda de carbono em função do manejo, quanto maior a reserva de carbono no solo menor potencial de decomposição da matéria orgânica. (GAMA RODRIGUES, et al., 1997 )

A biomassa microbiana depende primordialmente da disponibilidade de substrato orgânico, porém outros fatores ambientais como textura, solos com maior quantidade de argila em relação ao de menor quantidade apresenta maior quantidade de biomassa microbiana devido a melhor oxigenação e maior capacidade e retenção de água (PFENNIG et al., 1992).

Em ecossistema em clímax, a microbiota se encontra em equilíbrio com o solo, mantendo a sua biodiversidade e sustentabilidade, mas esse equilíbrio pode ser facilmente quebrado pelo homem ou por fenômenos naturais. O tipo de manejo agrícola praticado pelo homem é de grande importância, pois influenciará o equilíbrio existente entre o solo e os microrganismos. Desse modo, o uso de práticas conservacionistas, como as que permitem a cobertura vegetal do solo, entre outros, podem resultar em produtividade associada com qualidade e sustentabilidade ( HUNGRIA et al., 1997).

A biomassa microbiana pertence ao componente lábil da matéria orgânica do solo, e possui atividade influenciada pelas condições bióticas e abióticas, o que permite que o seu acompanhamento reflita possíveis modificações no solo, podendo ser considerada como uma boa indicadora das alterações resultantes de seu manejo (BALOTA, COLOZZI, ANDRADE & HUNGRIA, 1998).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Fazenda Floresta do Lobo, situada na BR-050, km 093 do Município de Uberlândia MG, de propriedade da Empresa Pinusplan com seu representante situado em Uberlândia, Sr Fernando Ferraz Neto

O estudo foi realizado em um Latossolo Vermelho- Escuro, distrófico, textura muito argilosa, originalmente sob vegetação de cerrado (Anio Acrotox segundo classificação do “Soil Taxonomy). O tratamento foi constituído de dois tratamentos de rotação cultural estabelecidos em blocos em esquema de faixas com quatro repetições, totalizando dezesseis parcelas. O sistema de rotação cultural exclusivo de gramíneas na safrinha de inverno foi denominado rotação A. Foi iniciado com a semeadura de soja (*Glycines max*), verão 97/98, alternado com milho (*Zea mays*), verão 98/99 e na safrinha foi semeado o milheto (*Pennisetum americanum*). O sistema alternado com gramíneas e não gramíneas ou leguminosas foi denominado rotação B, também iniciado com soja sendo alternado com o milho. A variedade utilizada no verão foi a soja precoce variedade Primavera, semeada em 16/11/97, sendo usado como inoculante e tratamento da semente 200 g de Biomax/50 kg de semente ( inoculante); Derosol 500 SC (60 ml por 80 kg

semente) e Mayran PS (100 g por 80 kg semente). O teste de germinação de sementes foi de 62,8% (efetuado no Laboratório de Sementes do ICIAG, UFU). As sementes foram semeadas a 5 cm de profundidade com espaçamento de 0,52 m, para um estande previsto de 313.750 plantas ha<sup>-1</sup>. Como adubação de base usou-se 500 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 02-18-12 +F.T.E. com a seguinte composição percentual de micronutrientes 0,75; 0,5; 0,3; 0,3; 0,3 e 2,5 de Zn, B, Cu, Fe, Mn, Mo, respectivamente. O estande de plantas efetivo foi em média de 272.727 plantas ha<sup>-1</sup>. A colheita foi efetuada em 07/03/98, com colheita manual de 4 linhas centrais e 10 m de comprimento em cada parcela. O restante da área experimental foi colhida com maquinário.

O nabo forrageiro e o milheto, foram semeados em 17/03/98 e 22/03/98 respectivamente. As culturas foram plantadas em linha, com espaçamento de 0,15 m. Não foi efetuado tratamento das sementes, e adubação de base ou cobertura. As culturas foram manejadas entre 02 e 03/06/98.

Em 14/11/98 foi semeado o milho híbrido Exceler, em uma densidade de 62.500 plantas ha<sup>-1</sup> e espaçamento de 0,8 m. Nas parcelas destinadas a receber adubação nitrogenada foi efetuada adubação de cobertura nitrogenada de pré semeadura em 07/11/98, na dose de 350 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 20-00-20. O adubo foi incorporado a 8-10 cm de profundidade, com espaçamento de 0,52 m. Na semeadura do milho, foi utilizado a dose de 450 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 08-20-20. os micronutrientes foram aplicados junto ao formulado na forma de na forma de F.T.E. BR-8 e Nutrimag (1,8 ; 1,2; 0,9; 0,45; 0,36; e 0,18 kg ha<sup>-1</sup> de Mg, Zn, Fe, B, Mo e Cu, respectivamente ). Ainda na pós semeadura (05/12/98), foi efetuada uma cobertura suplementar de N, na forma de sulfato de amônio aplicado na

superfície utilizando-se basculante, na dose de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N. Em total foi aplicado 136 kg ha<sup>-1</sup> de N.

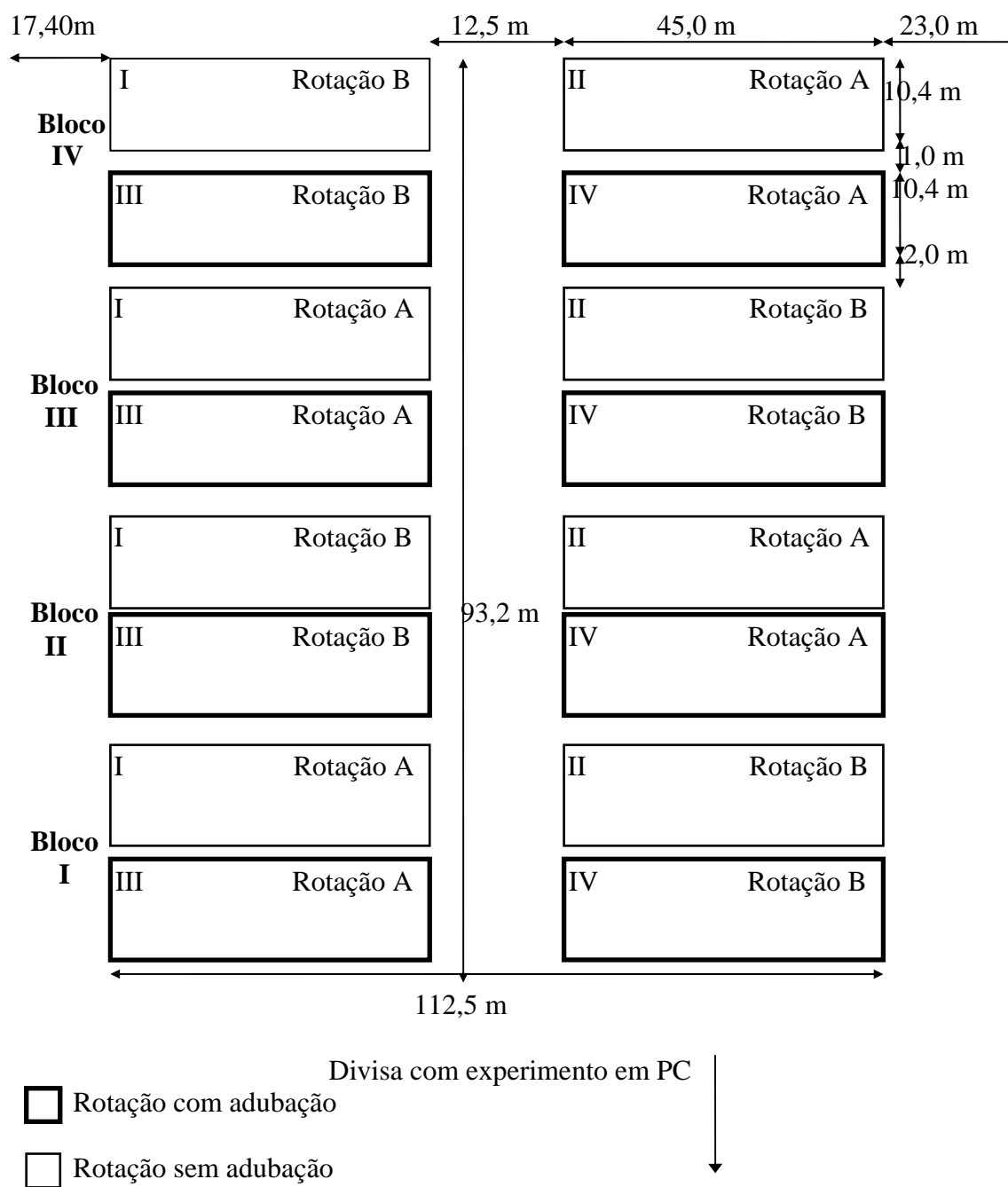
Nas parcelas que não receberam N no plantio, foi aplicado o formulado 00-20-20 na dose equivalente para complementar os requerimentos de P e K, os micronutrientes foram dosados da mesma forma. O milho foi colhido em 29/03/99.

A seguir serão detalhadas as metodologias de fumigação-extração para a determinação da biomassa C adaptada do VANCE et al. (1987a), e a metodologia de Azul de Indofenol para a determinação colorimétrica da biomassa N.

### **3.1 Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo: fumigação - extração (VANCE et al., 1987a).**

De cada parcela foram colhidas no local de aplicação do adubo, 4 subamostras de solo, correspondentes as profundidades de 0-5 e 5-10 cm. As subamostras foram unidas dando origem a uma amostra composta a profundidade com aproximadamente 300 g cada. As amostras foram transportadas ao laboratório em saco plástico. Cada uma foi colocada a secar ao ar durante 3 dias e passada por peneira de 2 mm, eliminando-se raízes. Na cultura da soja foram efetuadas amostragens nos seguintes blocos-parcelas: IV-1; IV-4; III-2; III-3; II-2; II-3; I-4 e I-3. Nas culturas de inverno, os blocos-parcelas amostrados na cultura de nabo forrageiro foram: IV-1; III-4; I-4 e II-1, do milheto: IV-4; II-4; I-1 e III-1e na cultura do milho foi amostrada todas as parcelas dos blocos II, III, IV, sendo excluído por sorteio o bloco I Como indicado na Figura 1. A análise estatística utilizada foi Sistema e Análise Estatística (SANEST).

De cada amostra seca ao ar e peneirada, foram separadas 200 g as quais foram umedecidas a 70% de retenção máxima. Desta amostra úmida foi separada uma subamostra



**Figura 1.** Esquema de distribuição dos blocos e parcelas em plantio direto e locais de amostragem durante as culturas de soja (safra 97/98), nabo forrageiro e milheto (safrinha 98), milho (safra 98/99), sorgo (safrinha 99) e soja safra 99/2000).



de 30-40 g para secagem a estufa a 110°C durante pelo menos 3 dias para determinação do peso seco. Da amostra restante foram separadas seis repetições de 20 g cada, sendo três subamostras destinadas a fumigação (F) e três sem fumigação (NF).

As 6 subamostras (3 repetições de F e 3 de NF) foram colocadas em frascos de 100 ml tampados com papel Parafilm, durante 7 dias em câmara de germinação (30°C). Durante esse período, os microrganismos se desenvolveram pelas condições consideradas favoráveis.

As subamostras (F) foram retiradas da câmara, e instaladas em dessecador, junto a um becker contendo 15 ml de clorofórmio purificado e papel toalha umedecido, para manter a umidade do meio. As amostras permaneceram em dessecador por 10 dias. A seguir foi efetuado vácuo 15 a 20 vezes, abrindo a torneira do dessecador e sem retirar a tampa, para a saída dos vapores de clorofórmio.

Em cada subamostra fumigada (F) e não fumigada (NF), foi adicionado 60 ml de sulfato de K 0,5 M, agitada em agitador horizontal a 220 rpm e deixada repousar durante uma hora e filtrada com papel Whatman 42, recolhendo o extrato em frasco de 100 mL. Nessa condição o extrato poderá ser armazenado em geladeira até 2 dias.

A seguir foi tomado 10 mL de extrato e colocado num erlenmeyer de 200 mL e adicionado 2 mL de solução de dicromato de potássio, 10 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado e 5 mL de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> concentrado. O extrato foi aquecido num prato calefator durante 5 a 7 minutos até fervura branda. Foi resfriado e adicionado 70 mL de água destilada e titulado com solução de sulfato ferroso amoniacal padronizada com umas gotas de difenilamina (4 gotas). Posteriormente, foi efetuado os cálculos de biomassa carbono (BC) para as amostras fumigadas e não fumigadas, de acordo com a seguinte expressão:

$$BC = \frac{\{(B-T) \times N \times 3\} \times V1 \times 1000}{P \times V2} \quad \text{eq. 1}$$

Onde:

B = volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da prova em branco.....ml

T = volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da amostra fumigada (F) ou não fumigada (NF).....ml

N = normalidade exata do sulfato ferroso amoniacal.....N

V1 = volume de extrato utilizado.....ml

V2 = volume da alíquota utilizada para quantificação do carbono.....ml

P = peso seco da amostra seca a 105°C.....g

Finalmente:

$$BMS-C = \frac{F-NF}{0,45} \quad \text{eq.2}$$

Onde:

BMS= biomassa microbiana do solo

F = mg de carbono na amostra fumigada

NF = mg de carbono na amostra não fumigada

0,45 = fator de correção (fator Kc). Proposto por JENKINSON & LADD ( 1981)

### 3.2 Método de calorimetria (Azul de Indo-phenol) para determinação de N-amoniacal

Preparou-se os seguintes reagentes:

Reagente 1 (R1). pesou-se 16,5 g de salicilato de sódio, 0,01 g de nitroprussiato que foi dissolvidos em água, completando o volume a 50 mL.

Reagente 2 (R2). Pesou-se 9,33 g de citrato de sódio, 4 g de NaOH que foram dissolvidos em água completando o volume a 100 mL.

Reagente 3 (R3). foi pipetado 10 mL de água sanitária e dissolvida em 50 mL de água destilada.

Tomou-se 10 mL de extrato, que foi colocado em um tubo de digestão contendo 1g de mistura catalítica (  $K_2SO_4.CUSO_4-SE : 100:10:1$ ) e 3 mL de  $H_2SO_4$  concentrado.

No preparo das soluções padrões de N tomou-se alíquotas de 0,25; 0,5; 0,75 e 1 mL de solução de  $(NH_4)_2SO_4$  (0,2 g/L de N) e 3 mL de  $H_2SO_4$  concentrado e adicionadas a tubos de digestão contendo 1 g de mistura catalítica (  $K_2SO_4.CUSO_4-SE : 100:10:1$ ).

Os tubos de digestão contendo as amostras e os padrões foram digeridos. Depois de digeridos foram aferidos os volumes a 50 mL, e retirada uma alíquota de 1 mL e colocada em recipiente de 10 mL, onde adiciono-se 3 mL de água destilada e 1 mL de NAOH 8,4 N e foram bem misturados. Em cada recipiente foi adicionado 0,9 mL do  $R_1+ R_2$ , e 0,1 mL do  $R_3$ . Os recipientes foram colocados em ambiente escuro durante 2 h (até adiquirir uma coloração azul clara). Passadas 2 h foram efetuadas as leituras por espectrofotometria de acordo a curva de calibração dos padrões de sulfato de amônio. A seguir foi determinado o N-microbiano, de acordo com a seguinte expressão:

$$N\text{-microbiano} = (T-B) \times N \times 14 \dots\dots\dots\text{eq. 3}$$

Onde:

B = volume de ácido sulfúrico gasto na titulação da prova em branco.....ml

T = volume de ácido sulfúrico gasto na titulação da amostra fumigada (F) ou não fumigada (NF).....ml

N = normalidade exata do ácido sulfúrico padronizado.....N

Finalmente:

$$\text{BMS-N} = \frac{\text{F-NF}}{0,43} \quad \text{eq.4}$$

Onde:

BMS= biomassa microbiana do solo

F= mg de carbono na amostra fumigada

NF= mg de carbono na amostra não fumigada

0,43= fator de correção (fator KC )

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Devido as dificuldades apresentadas, os dados da análise efetuada na primeira coleta da semeadura da soja, não apresentaram coerência, este fato pode ser atribuído as seguintes dificuldades: problemas no aferimento da umidade dos solos; aquecimento dos extratos de sulfato de potássio com emissão de fumaça; purificação do clorofórmio foi diferente ao sugerido; a determinação dos brancos apresentaram valores diferentes, tanto para C como para N; existiu dúvidas sobre eventual variação de peso dos frascos utilizados na câmara de germinação; não foi anotado a normalidade do sulfato ferroso amoniacal. Frente a estas dificuldades foi efetuado um estágio na Emprapa-Agrobiologia, Seropédica-RJ, para adquirir o conhecimento completo da metodologia fumigação-extração na determinação da biomassa do solo. Este estágio incluiu o preparo de reagentes, marcha analítica e interpretação de resultados. Todas as dificuldades foram superadas.

Pode-se apreciar (Tabela 1) que houve expressiva produção de biomassa carbono em ambas as profundidades na época de verão, em relação ao inverno, o qual coincide com a época da estação chuvosa e de maior temperatura, fatores estes que favorecem maior produção microbiana. A camada de 0-5 cm, tanto em verão como inverno, apresentou

maior produção em relação a camada adjacente, indicando que essa camada concentra a maior quantidade de biomassa podendo isto ser explicado pela presença de matéria orgânica, o que está de acordo com os resultados obtidos por (CATTELAN & VIDOR, 1990 a,b e VARGAS & SCHOLE, 2000).

**Tabela 1.** Produção de biomassa C nas profundidades 0-5 e 5-10 cm durante o cultivo da soja (verão 97\98) e nas culturas de safrinha (inverno 98) em plantio direto. Avaliação feita aos 49 dias de plantio das respectivas culturas

Profundidade (cm)	Culturas			Média <sup>1</sup> (mg C.kg <sup>-1</sup> )
	Soja	Nabo	Milheto	
	..... mg C kg <sup>-1</sup> solo.....			
0-5	282,6	135,8	114,4	<b>177,58 A</b>
5-10	148,3	75,9	71,7	<b>98,64 B</b>
<b>Média<sup>1/2</sup></b>	<b>215,4 a</b>	<b>105,8b</b>	<b>93,1b</b>	

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si a 5%, pelo teste de Tukey  
<sup>2</sup>CV=37,794%

Observa-se ( Tabela 2) que independentemente da profundidade os valores de biomassa N na cultura do nabo forrageiro foram maiores do que na cultura do milho. Essa diferença poderia ser devida ao comportamento diferenciado que apresentaram o nabo e o milho em termos de absorção de nitrogênio até os 53 dias de desenvolvimento vegetativo. O milho assimilou 81,9 kg ha<sup>-1</sup> de N para uma produção de massa seca em média de 2,821 kg ha<sup>-1</sup>. O nabo entretanto, apresentou uma menor assimilação de N, 67,9 kg ha<sup>-1</sup> e uma massa seca de 1836 kg ha<sup>-1</sup>. poderia se pensar que uma maior demanda de N pelo milho, tenha afetado a correspondente presença da biomassa N do solo. A biomassa N apresenta-se em baixas quantidades no solo e por isto a metodologia para a sua quantificação apresentou-se com baixa precisão analítica.

**Tabela 2.** Produção de biomassa N nas profundidades 0-5 e 5-10 cm durante as culturas de safrinha, nabo forrageiro e milho (inverno 98) em plantio direto. Avaliação feita aos 49 dias de plantio das respectivas culturas.

Profundidade (cm)	Culturas	
	Nabo Forrageiro	Milho
	..... mg N kg <sup>-1</sup> solo.....	
0-5	48,66	0,22
5-10	14,65	-5,05
<b>Média<sup>1/2</sup></b>	<b>31, 65a</b>	<b>-2,42b</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si a 5%, pelo teste de Tukey

<sup>2</sup>CV=198,103%

Observa-se (Tabela 3) que a produção de biomassa C sobre ambas coberturas na profundidade de 0-5 cm apresentaram variação em um pequeno período, sendo provavelmente influenciado pelo maior índice pluviométrico próximo a coleta dos 29 dias. O que está de acordo com CATTELAN & VIDOR (1990), os autores observaram que a biomassa microbiana sofre flutuações temporárias, que são normalmente associados com atributos climáticos como umidade e temperatura.

**Tabela 3.** Produção de biomassa C nas profundidades 0-5 e 5-10 cm durante o cultivo do milho sobre cobertura de nabo forrageiro e milho . Avaliação feita aos 29 e 49 dias após plantio.

Profundidade (cm)	Época (Dias)	Culturas	
		Nabo Forrageiro ..... mg N kg <sup>-1</sup> solo.....	Milho
0-5	29	349,33 <sup>a1</sup>	290,25 a
	49	238,22b	202,58b
5-10	29	246,79 a	366,17a
	49	193,08 a	170,85b
<b>C.V. (%)</b>		<b>27,130</b>	

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si a 5%, pelo teste de Tukey



## **5.CONCLUSÕES**

- A adaptação da metodologia fumigação-extração para a quantificação da biomassa C, apresentou-se eficiente.

- A metodologia para a quantificação da biomassa N apresentou-se de baixa precisão analítica.

- Pode-se apreciar que a biomassa C foi superior na camada de 0-5 cm para as culturas de verão e inverno em relação à camada subsequente.

- Houve expressiva produção de biomassa C em ambas as profundidades na época de verão em relação ao inverno.

- A biomassa C apresentou uma grande variação em um curto período.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A; ANDRADE, D.S. e HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas 22:p641-649,1998.

CATTELAN, A.J. GAUDÊNCIO, C.A. & SILVA, T.A. Sistemas de rotação de culturas em plantio direto e os microrganismos do solo, na cultura da soja, em Londrina. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, 21:293-301, 1997

CATTELAN, A.J. & VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, 14 (2):125-132, 1990a.

CATTELAN, A.J. & VIDOR, C. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, 14 (2):125-132, 1990b.

GAMA RODRIGUES, E.F. GAMA RODRIGUES, A.C. & BARROS, N.F. Biomassa microbiana de carbono e de nitrogênio de solos sob diferentes coberturas florestais. **R. bras. Ci. Solo**, Viçosa, 21:361-365, 1997.

HUNGRIA, M.; ANDRADE, P.S.; COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, E.L.; SANTOS, J.C.F. Ecologia microbiana em solos sob cultivo na Região Sul do Brasil. In: HUNGRIA, M.; BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, E.; ANDRADE, D.S. eds. **Microbiologia do solo: desafios para o século XXI**. Londrina: IAPAR/EMBRAPA. CNPSo, 1995. P.234-270

HUNGRIA, M. , ANDRADE, D. S., et al. Importância do sistema de semeadura direta na população microbiana do solo. Londrina: EMBRAPA – CNPSo, 1997. 9p. (Comunicado técnico, 56).

JENKINSON, D.S. LADD, J. N. Microbial biomass in soils: measurement and turnover. In :PAUL, E. A.; LADD, J.N. eds. **Soil biochemistry**, 5. New. York: Marcel DECKER, 1981. P.415-471.

MARCHIORI JUNIOR, M. & MELO, W.J. Carbono, carbono da biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoeiro. **R. bras. Ci. Solo**, 23:257-263, 1999.

PFENNING, L., EDUARDO, B. de B., CERRI, C.C. Os métodos de fumigação-incubação e fumigação-extração na estimativa da biomassa microbiana de solo da Amazônia. **R. br. Ci. solo**, Campinas, v.12, n.1, p31-37, 1992

POWLSON, D.S.; BROOKES, P.C. & CHRISTESEN, B.T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. **Soil. Biol. Biochem.**, 19:159-164, 1987

SALINAS GARCIA, J.R., HONS, F.M. & MATOCHA, J.E. Longterm effects of tillage and fertilization on soil organic matter dynamics. *Soil Sci Soc Am. J.*, 61:152-154, 1997.

SIDIRAS, N. & PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **R. bras. Ci. Solo**, 9: 249-254, 1985.

SIQUEIRA, J.O; MOREIRA, F.M. DE S.; GRISI, B.M.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R.S. *Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental*. Brasília : EMBRAPA-SPI, 1994. 142p

SOIL SURVEY STAFF-KOYS to Soil Taxonomy. GTH Edition, USDA, SCS 1994. p306

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C. e JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil. Biochem*, 19 (6):703-707, 1987a.

VARGAS, L.K. & SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO<sub>2</sub> e N mineral de um podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **R. bras. Ci. Solo**, 24:35-42, 2000

VARGAS, L. K. & SCHOLLES, D. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo, estimado por método de fumigação-extração. **R. bras. Ci. Solo**, 22:411-417,1998.

WARDLE, D.A.; HUNGRIA, M. A. Biomassa microbiana do solo e sua importância nos ecossistemas terrestres. In: Araujo, R.S.; Hungria, M. eds. **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília: EMBRAPA – SPL. 1994. P 193-216.