

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**BIOMASSA MICROBIANA E DEGRADAÇÃO DE
SERAPILHEIRA EM PASTOS DE TIFTON-85
MANEJADOS COM ÍNDICES DE ÁREA FOLIAR
RESIDUAL**

Gregory de Paula Caputti

Engenheiro Agrônomo

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**BIOMASSA MICROBIANA E DEGRADAÇÃO DE
SERAPILHEIRA EM PASTOS DE TIFTON-85
MANEJADOS COM ÍNDICES DE ÁREA FOLIAR
RESIDUAL**

Gregory de Paula Caputti

Orientadora: Profa. Dra. Ana Cláudia Ruggieri

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
Exigências para a obtenção do título de
Mestre em Zootecnia

Caputti, Gregory de Paula
C255b Biomassa microbiana e degradação de serapilheira em pastos de
Tifton-85 manejados com índice de área foliar residual / Gregory de
Paula Caputti. – – Jaboticabal, 2014
v, 59 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014
Orientadora: Ana Cláudia Ruggieri
Banca examinadora: Liziane de Figueiredo Brito, Paola Pedroso
Vantini
Bibliografia

1. Pastagens. 2. Ciclagem de nutrientes. 3. Fotodegradação. I.
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.084.22:633.3

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

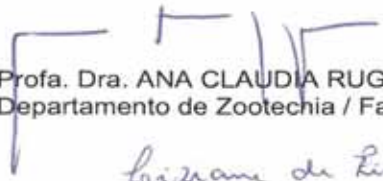
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: BIOMASSA MICROBIANA E DEGRADAÇÃO DA SERAPILHEIRA EM PASTOS DE TIFTON-85 MANEJADOS COM ÍNDICES DE ÁREA FOLIAR RESIDUAL

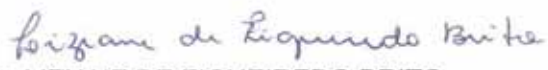
AUTOR: GREGORY DE PAULA CAPUTTI

ORIENTADORA: Profa. Dra. ANA CLAUDIA RUGGIERI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. ANA CLAUDIA RUGGIERI

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. LIZIANE DE FIGUEIREDO BRITO

Pós-Doutoranda / Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. PAOLA PEDROSO VANTINI

Centro Universitário Moura Lacerda / Ribeirão Preto/SP

Data da realização: 24 de fevereiro de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

GREGORY DE PAULA CAPUTTI – nascido em Curitiba Paraná, em setembro de 1988. Coursou de 2003 a 2005 Técnico em Agropecuária no Colégio Técnico Agrícola “José Bonifácio” UNESP – Jaboticabal. Em 2006 ingressou no curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO, em Descalvado - SP, com bolsa integral oferecida pelo programa PROUNI, durante a graduação fez estágios na área de produção animal e pastagens na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Pecuária Sudeste em São Carlos São Paulo, onde realizou a primeira iniciação científica com bolsa do CNPq, graduou-se em Janeiro de 2010. Foi Bolsista de assistência técnica da FAPESP durante o ano de 2010 e 2011 no setor de Forragicultura e Pastagens da UNESP – Jaboticabal - SP, ingressando no curso de mestrado no segundo semestre de 2011, na Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, UNESP, Câmpus de Jaboticabal-SP, na área de Forragicultura e Pastagens.

“Que os vossos esforços desafiem as
impossibilidades, lembrai-vos de que as
grandes coisas do homem foram
conquistadas do que parecia impossível”

Charles Chaplin

OFEREÇO

*A minha família, amigos, professores e protetores espirituais pelo
apoio e incentivo.*

AGRADECIMENTOS

A Deus e meus protetores espirituais por me manterem no caminho do bem.

Aos meus pais Izaías Caputti e Lucineide de Paula Caputti, por terem me educado para ser capaz de receber ensinamentos durante minha vida acadêmica, pelo amor e apoio incondicional.

À Prof^a. Dr^a. Ana Claudia Ruggieri pela oportunidade de realizar um sonho, pela amizade, orientação, confiança e paciência durante a realização desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis pela oportunidade da bolsa de treinamento técnico.

À Prof^a. Dr^a. Patrícia Menezes Santos pela orientação na minha iniciação científica.

Ao Prof. Dr. Euclides Braga Malheiros pelos ensinamentos e auxílio no desenvolvimento desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Newton LaScala Jr e Prof. Dr. Wanderley José de Melo pela contribuição no desenvolvimento desse trabalho.

À todos os Professores que contribuíram para minha formação desde o ensino fundamental até os dias atuais, sem vocês não seria possível o desenvolvimento desse trabalho.

À todos os funcionários da UNESP pelo apoio e auxílio.

Ao meu irmão Adam Lucas de Paula Caputti pelo companheirismo.

À Juliana Darquilla Oliveira pelo incentivo, confiança, companheirismo e amor.

Aos amigos Leandro Galzerano, João Paulo Ramos Costa e Wilton Ladeira da Silva, pelo trabalho árduo, risadas e pelos ensinamentos, sem vocês não teria a formação que tenho hoje.

À Cíntia Loureiro Batistom pela amizade, confiança e sorrisos.

Aos Colegas do Setor de Forragicultura e Pastagem, Abmael, Daniela, Denise, Elisamara, Estela, Fernando, Laís, Liziane, Mariana, Nomaiaci, Paola, Victor.

Aos amigos Edney, Marcelo, Wilton, João, Bruna, Leandro, Eliane, Victor, Fernando e Abmael, pelas muitas discussões científicas às sexta à noite.

Aos amigos do Curso de Mestrado.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

À CAPES pela organização e aprimoramento da Pós-graduação no Brasil

À todos que de forma direta ou indireta contribuíram para minha formação.

Muito Obrigado.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
Considerações iniciais	1
Índice de área foliar e índice de área foliar residual	2
Ciclagem de nutrientes em pastagens	3
REFERÊNCIA.....	6
CAPÍTULO 2 – DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM PASTOS DE <i>Cynodon spp.</i> cv TIFTON 85 MANEJADOS COM ÍNDICES DE ÁREA FOLIAR RESIDUAL PASTEJADOS POR OVINOS	10
RESUMO	10
SUMMARY.....	11
1. INTRODUÇÃO	12
2. MATERIAL E MÉTODOS	14
Descrição da área experimental	14
Análise química do solo.....	15
Tratamentos e delineamento experimental.....	15
Decomposição da serapilheira	16
Massa de forragem	18
Temperatura e umidade do solo	19
Dados climáticos do período experimental	19
Análise estatística	20
3. RESULTADOS.....	21
Índice de área foliar (IAF) e interceptação luminosa (IL)	21
Temperatura e Umidade do solo	24
Decomposição da serapilheira	25
4. DISCUSSÃO.....	30
5. CONCLUSÕES.....	34
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

CAPÍTULO 3. EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO DO SOLO E CONCENTRAÇÃO DE CARBONO E NITROGÊNIO NA BIOMASSA MICROBINA DO SOLO EM PASTOS DE <i>Cynodon</i> spp. cv TIFTON-85 MANEJADOS COM ÍNDICES DE ÁREA FOLIAR RESIDUAL PASTEJADOS POR OVINOS	40
RESUMO	40
SUMMARY.....	41
7. INTRODUÇÃO	42
8. MATERIAL E MÉTODOS	43
Descrição da área experimental	43
Clima do período experimental	44
Análise química do solo.....	44
Tratamentos e delineamento experimental.....	45
Massa de forragem	45
Emissão de dióxido de carbono.....	46
Biomassa microbiana do solo.....	47
Temperatura e umidade do solo	47
Análise estatística	47
9. RESULTADOS.....	48
Massa de forragem.....	48
Emissão de dióxido de carbono.....	49
Temperatura e Umidade do solo	50
Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo	51
10. DISCUSSÃO.....	53
11. CONCLUSÃO.....	56
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

LISTA DE TABELAS

Pagina

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Índice de área foliar (IAF) e índice de área foliar residual (IAFr) de pastos de capim-Tifton-85 submetidos a quatro resíduos pós pastejo nas estações verão, outono e primavera.....	21
Tabela 2. Interceptação de luz (IL) de pastos de capim-Tifton-85 submetidos a quatro resíduos pós pastejo nas estações verão, outono e primavera.....	22
Tabela 3. Massa de forragem total no pré-pastejo de pastos de Tifton 85 manejados sob quatro IAFr durante as épocas de verão, outono e inverno.....	23
Tabela 4. Massa de lamina foliar (MSF), colmo+bainha (MSC) e material morto (MSM) no pós-pastejo de pastos de Tifton 85 manejados sob quatro IAFr durante as épocas de verão, outono e inverno.....	24
Tabela 5. Temperatura e umidade do solo em pastos de <i>Cynodon spp.</i> cv Tifton 85 manejados com índices de área foliar residual, pastejados por ovinos.....	25

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Massa de forragem total no pré-pastejo de pastos de Tifton 85 manejados sob quatro IAFr durante as épocas de verão, outono e inverno.....	48
Tabela 2. Emissão de dióxido de carbono em pastos de <i>Cynodon spp.</i> cv Tifton 85 manejados com índices de área foliar residual, pastejados por ovinos.....	49
Tabela 3. Temperatura do solo em pastos de <i>Cynodon spp.</i> cv Tifton 85 manejados com índices de área foliar residual, pastejados por ovinos.....	50
Tabela 4. Umidade do solo em pastos de <i>Cynodon spp.</i> cv Tifton 85 manejados com índices de área foliar residual, pastejados por ovinos.....	51
Tabela 5. Carbono da biomassa microbiana do solo (mg.kg^{-1} solo) em pastos de <i>Cynodon spp.</i> cv Tifton 85 manejados com índices de área foliar residual, pastejados por ovinos.....	52

Tabela 6. Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (mg.kg^{-1} solo) em pastos de <i>Cynodon spp.</i> cv Tifton 85 manejados com índices de área foliar residual, pastejados por ovinos.....	52
---	----

LISTA DE FIGURAS

Pagina

CAPÍTULO 2

Figura 1. Vista aérea da área experimental.....	14
Figura 2. A – ovinos pastejando; B – visão panorâmica da unidades experimentais; C – aparelho utilizado para obter o IAFr e IL; D – diferença entre pré e pós-pastejo; E – resíduo pós-pastejo.....	16
Figura 3. Saco de serapilheira incubado no pasto.....	17
Figura 4. a – Disco para estimar altura comprimida; b – Área coletada para estimar produção de forragem.....	18
Figura 5. Temperatura máxima (Tmax), mínima (Tmin) e média (Tmed) do ar em graus Celcius, insolação em horas no ano de 2011. Fonte: Estação de Agrometeorologia da Unesp, Campus de Jaboticabal-SP.....	20
Figura 6. Percentagem remanescente de serapilheira em pastos de <i>Cynodon spp.</i> cv. Tifton-85 manejados com índices de área foliar residual.....	26
Figura 7. Nitrogênio remanescente em pastos de <i>Cynodon spp.</i> cv. Tifton-85 manejados com índices de área foliar residual.....	27
Figura 8. Relação carbono:nitrogênio em pastos de <i>Cynodon spp.</i> cv. Tifton-85 manejados com índices de área foliar residual.....	28
Figura 9. Fósforo remanescente em pastos de <i>Cynodon spp.</i> cv. Tifton-85 manejados com índices de área foliar residual.....	29

CAPÍTULO 3

Figura 1. A) Temperatura máxima (Tmax), mínima (Tmin) e média (Tmed) do ar em graus Celcius, insolação em horas. B) Dias com chuva (ND) e precipitação pluviométrica em milímetros (Prec), Excesso de chuva (EXC), déficit de chuva	
---	--

(DEF) no ano de 2011. Fonte: Estação de Agrometeorologia da Unesp, Campus de Jaboticabal-SP.....	44
Figura 2. Coleta da emissão de dióxido de carbono pelo aparelho LI-COR (LI-6400).....	46

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Considerações iniciais

A produção pecuária do Brasil é historicamente conhecida como extensiva, ocupando grandes faixas de terras, com baixos índices zootécnicos (PAULINO et al 2004).

Atualmente a demanda por terras para a agricultura pressiona a pecuária a migrar para novas regiões, ou intensificar a produção para ser competitiva. Esse cenário está conduzindo a abertura de novas fronteiras agrícolas, principalmente ao norte do país, exercendo pressão sobre a Amazônia legal.

O desenvolvimento de novas tecnologias e conhecimentos de manejos das pastagens é de fundamental importância. Contudo, as dificuldades são enormes, pois o Brasil possui dimensões continentais que dificultam a aplicação de técnica ou tecnologia em todas as regiões.

Importantes avanços científicos surgiram nas últimas décadas. Os trabalhos explorando a estrutura do dossel forrageiro e as interações com o pastejo em pastagens de clima tropical possibilitaram melhoras consideráveis na produção pecuária (SBRISIA et al., 2007). Isso demonstra que o manejo da interação clima-solo-planta-animal em pastagens se faz tão importante quanto a introdução de novas espécies e cultivares de gramíneas e leguminosa (DA SILVA E NASCIMENTO JUNIOR, 2007).

Dentre as novas tecnologias destacam-se a utilização da altura como medida de entrada e saída dos animais dos piquetes de pastejo ou ajuste de carga animal, dias de recuperação entre desfolhas, interceptação luminosa, índice de área foliar e índice de área foliar residual.

O monitoramento de todos os métodos citados anteriormente em conjunto define o sucesso do manejo, garantindo maior acurácia na modelagem dos dados, gerando assim, melhores informações e desenvolvendo técnicas de manejo que possam ser utilizadas por todos os produtores nas diversas regiões do país.

O manejo visando melhores índices zootécnicos precisam também apresentar técnicas que empregadas conjuntamente garantam a preservação do meio ambiente, atualmente o consumidor possui um consciência ambiental,

exigindo produtos de alta qualidade e que não representem risco ao clima do planeta.

Índice de área foliar e índice de área foliar residual

O conceito de utilização de índice de área foliar (IAF) foi primeiramente utilizado por Watson (1947), onde esse autor descreveu a relação entre a área de uma das faces da folha com a área de solo que a mesma ocupa. Todavia os primeiros estudos utilizando-se IAF em plantas forrageiras foram idealizados por Broughmam (1958).

Segundo Broughmam (1958) o IAF é dependente de fatores como espécie forrageira, posicionamento do sol, orientação e formatos das folhas para a obtenção da máxima captação da radiação solar.

Broughmam (1956) demonstrou que a máxima taxa de crescimento das pastagens temperadas acontece quando 95% da luz incidente é interceptada. Contudo somente décadas depois, Rhodes (1971) demonstrou que o mesmo princípio se aplicava as gramíneas de clima tropical.

O valor 95% de interceptação luminosa representa um IAF crítico pontual, pois nesse momento as folhas da base do dossel forrageiro passam a ser sombreadas diminuindo a capacidade fotossintética com efeitos negativos para a produtividade e qualidade das gramíneas.

Teoricamente 95% de interceptação luminosa é o momento ideal de interrupção do crescimento das gramíneas pelo pastejo ou colheita, aliando a produção de matéria seca e qualidade da forrageira.

O índice de área foliar residual (IAFr) ao contrario do IAF crítico, define o melhor momento pra interrupção do pastejo ou resíduo após colheita.

A desfolhação intensa e frequente influencia a capacidade de renovação do dossel forrageiro (BROUGHMAM, 1958), uma vez que não possui tecido para realização da fotossíntese. Após desfolha a planta utiliza-se das reservas orgânicas para recuperação inicial reconstituindo seu aparato fotossintético.

Segundo Galzerano et al., (2013) após a desfolhação, dosséis que mantêm altos IAFr diminuem a capacidade fotossintética, uma vez que as folhas que estavam sombreadas possuem capacidade de absorção menor do

que os tecidos antes exposto diretamente a radiação solar. Ocorre então, um balanço negativo de carbono logo após a desfolhação, já que a respiração se torna maior do que a taxa de fixação pela fotossíntese.

Diversos estudos demonstram o efeito do IAFr na estrutura do dossel forrageiro (SILVA et al., 2013; GALZERANO et al., 2013). Segundo Silva, (2013) menores IAFr em pastagens de Tifton-85 geraram menores quantidades de folhas senescentes e maior renovação de tecidos e controle do alongamento de colmos.

Silva et al., (2013) trabalhando com IAFr como estratégia de interrupção do pastejo em pastagens de Tifton-85 verificaram que maiores IAFr resultam em menor período de recuperação dos pastos, contudo com maior quantidade de material senescente. Por outro lado, baixos IAFr resultam em alta taxa de renovação de tecidos com pouca produção de material senescente, porém com ciclos mais longos de recuperação.

Os IAFr possibilitam diferentes tempos de exposição da serapilheira e do solo a radiação solar, que influenciam de forma positiva ou negativa a decomposição da serapilheira.

A fotodegradação age de forma direta facilitando o ataque de microrganismo, pois possibilita a produção de material facilmente degradados oriundos da lise celular, proporcionando aumento do fluxo de decomposição da matéria orgânica do solo, ou de forma indireta através da mudança na composição de elementos fotoreativos (BRANDT et al., 2009.;FOEREID et al., 2010).

Os efeitos negativos da fotodegradação ocorrem através da diminuição da umidade da serapilheira e do solo, afetando a ação dos decompositores (BELNAP et al., 2008).

Ciclagem de nutrientes em pastagens

A decomposição e ciclagem de nutrientes são responsáveis pelo controle dos grandes ciclos geoquímicos (carbono, nitrogênio e fósforo). A decomposição da serapilheira é um importante processo pelo qual o carbono utilizado durante a fotossíntese retorna para a atmosfera (SINGH & GUPTA, 1977).

Através da ciclagem há a regulação do funcionamento dos ecossistemas, controlando a produção primária e influenciando no estabelecimento e limites para o reservatório de energia, controlando assim a estruturação dos ecossistemas (SWIFT et al., 1979; CHARLEY & RICHARDS, 1983; LAL, 2004).

Segundo Whitmore (1989) os processos de ciclagem dos nutrientes são constantes, adaptando-se aos nichos nutricionais e estabelecimento das biotas de cada região.

A ciclagem de elementos é um processo dinâmico e dependente de todo ecossistema e ao mesmo tempo de cada indivíduo que o compõem (COLE & RAPP, 1981; DELITTI, 1995).

A ciclagem de nutrientes é policíclica dentro do ecossistema pastagem (MONTEIRO & WERNER, 1989), sendo diferente entre ecossistemas tropicais e temperados.

Os ecossistemas tropicais apresentam maior velocidade de desaparecimento dos elementos e a maior parte está concentrada na biomassa. Já para regiões temperadas, o desaparecimento é lento ocorrendo acúmulo dos elementos nos sedimentos e material orgânico sobre o solo (ODUM, 1988).

A quebra das partículas durante a decomposição de materiais orgânicos promove a produção de gás carbônico, e desaparecimento do material vegetal, com consequente imobilização e/ou mineralização dos nutrientes (BERG & McCLAUGHERTY, 2008).

A decomposição de serapilheira e ciclagem de nutrientes em pastagens diferem dos demais ecossistemas, pois os animais em pastejo atuam diretamente no processo (ANDERSON et al., 1998).

As Pastagens tropicais pastejadas por ruminantes possuem taxa de aproveitamento dos nutrientes entre 10% e 40%, sendo a taxa de entrada de nutrientes via decomposição da serapilheira superior a entrada de nutrientes via deposição de urina e fezes (THOMAS, 1992; SMIT & KOOAJMAN, 2001).

A atividade de pastejo exercida durante a coleta da forrageira influencia a dinâmica de decomposição da serapilheira (ANDERSON et al., 1988), visto que ocorre modificação da estrutura (SILVA et al., 2013, GALZERANO et al., 2013) e competitividade nas interações no dossel forrageiro, que afetam a

quantidade e qualidade química da serapilheira (ANDERSON et al 1998; MILCHUNAS & LAUENROTH 1993).

Estudos correlacionando a decomposição da serapilheira em sistemas manejados com intensidade moderada ou leve de pastejo, demonstram que o desaparecimento é mais acelerado em pastejos moderados quando comparados com pastejos mais severos (HAMILTON & FRANK 2001; BARDGETT & WARDLE 2003; DOUBEUX et al 2006), pois a qualidade química da serapilheira é melhor (HOLLAND & DETLING 1990).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, D. M.; FREDERICKSON, E. L.; NACHMAN, P.; ESTELL, R. E.; HAVSTAD, K. M.; MURRAY, L. W. 1998. Laser-induced fluorescence (LIF) spectra of herbaceous and woody pre- and post-digested plant material. **Animal Feed Science and Technology**. v. 70, 315–337, 1998.

BELNAP, J.; PHILLIPS, S. L.; FLINT, S.; MONEY, J.; CALDWELL, M. Global change and biological soil crusts: effects of ultraviolet augmentation under altered precipitation regimes and nitrogen additions. **Global Change Biology**. v. 14, p. 670-686, 2008.

BARDJETT, R. W., WARDLE, D. A.. Herbivore-mediated linkages between aboveground and belowground communities. *Ecology*, v. 84, p. 2258-2268. 2003.

BELNAP, J.; PHILLIPS, S. L.; FLINT, S.; MONEY, J.; CALDWELL, M. Global change and biological soil crusts: effects of ultraviolet augmentation under altered precipitation regimes and nitrogen additions. **Global Change Biology**. v. 14, p. 670-686, 2008.

BERG, B.; McCLAUGHERTY, C. **Plant Litter**: decomposition, humus formation, carbon sequestration. 2nd. Heidelberg: Springer-Verlag, 338 p, 2008.

BRANDT, L. A.; BOHNET, C.; KING, J. Y. Photochemically induced carbon dioxide production as a mechanism for carbon loss from plant litter in arid ecosystems. **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**. v. 114, 2009.

BROUGHAM, R. W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal Agricultural Research**. v. 7, p. 377-387, 1956.

BROUGHAM, R. W. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 1, p. 39-52, 1958.

CHARLEY, J. L.; RICHARDS, B. N. Nutrient allocation in plant communities: Mineral cycling in terrestrial ecosystems. In: LANGE, O. L.; NOBEL, P. S.; OSMOND, C. B.; ZEIGLER, H. (eds.) **Physiological Plant Ecology**. Springer-Verlag. p. 646, 1983.

COLE, W. B. C. Elemental cycling in forest ecosystems. In: REICHLE, D. E. Dynamic properties of forest ecosystems. Cambridge. Cambridge University Press. v. 23, p. 341-410, 1981.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. Revista **Brasileira de Zootecnia**. v. 36, p. 121-138, 2007, suplemento especial.

DELITTI, W. B. C. Estudo de ciclagem de nutrientes: instrumentos para a análise funcional de ecossistemas terrestres. In: ESTEVES, F. A. Estrutura, Funcionamento e Manejo de Ecossistemas Brasileiros. Rio de Janeiro. **Ecologia Brasiliense**. v. 1, p. 469-486, 1995.

DUBEUX, J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E.; INTERRANTE, S. M.; VENDRAMINI, J. M. B; STEWART, R. L. Litter Decomposition and Mineralization in Bahiagrass Pastures Managed at Different Intensities This research was sponsored in part by USDA CSREES Tropical and Subtropical Agricultural Research Program Grant 34135-12348. **Crop Sci**. v. 46, p. 1305-1310, 2006.

FOEREID, B.; BELLARBY, J.; MEIER-AUGENSTEIN, W.; KEMP, H. Does light exposure make plant litter more degradable? **Plant and Soil**. v. 333, p. 275-285, 2010.

GALZERANO, L.; MALHEIROS, E. B.; RAPOSO, E.; MORGADO, E. S.; RUGGIERI, A. C.. Acúmulo e desaparecimento de forragem e variações na estrutura de pastos de capim-xaraés submetidos a intensidades de pastejo em lotação intermitente. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 34, p. 2485-2496, 2013.

HAMILTON, E. W.; FRANK, D. A.. Plant defoliation promotes microbial nitrogen cycling through increased root exudation of carbon. **Ecology** v. 82, p. 2397-2402, 2001.

HOLLAND, E.A., and J.K. DETLING. 1990. Plant response to herbivory and belowground nitrogen cycling. *Ecology* v. 71: p. 1040–1049. 1990

LAL, R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. **Geoderma**. v. 123, p. 1–22, 2004b.

MILCHUNAS, D. G.; LAUENROTH, W. K. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. **Ecological Monographs**. v. 63, p. 327-366, 1993.

MONTEIRO, F.A.; WERNER, J.C. Ciclagem de nutrientes minerais em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, Jaboticabal-SP. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, p.149-192, 1989.

ODUM, E. P. 1988. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Guanabara. 434p.

PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. et al. Suplementação de Bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.93-144.

RHODES, I. The relationship between productivity and some components of canopy structure in ryegrass (*Lolium spp.*) II. Yield, canopy structure and light interception. **Journal of Agriculture Science**, v. 77, p. 283-292, 1971.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Ecofisiologia de plantas forrageiras e o manejo do pastejo. In: 24o SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, p. 1-27. 2007.

SINGH, J. S.; GUPTA, S. R. Plant Decomposition and Soil Respiration in Terrestrial Ecosystems. **Botanical Review**. v. 43, p. 449-528, 1977

SMIT, A.; KOOIJMAN, A. M. Impact of grazing on the input of organic matter and nutrients to the soil in a grass-encroached Scots pine forest. **Forest Ecology and Management**. v. 142, p. 99-107, 2001.

SWIFT, M. F.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. Decomposition in terrestrial ecosystems. Oxford: **Blackwell Scientific Publications**. v. 5, p. 372, 1979.

THOMAS, R. J. The role of legume in the nitrogen cycle of productivity and sustainable pastures. **Grass & Forage Science**, Oxford, v. 47, p. 133-142, 1992.

WATSON, D. J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. t. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**. v. 2, p. 41-76, 1947.

WHITMORE, T. C. Tropical forest nutrients, where do we stand? A tour de horizon. In: PROCTOR, J. (ed). Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems. **Blackwell Sci**. v. 1, p. 1-14, 1989.

CAPÍTULO 2. DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM PASTOS DE *Cynodon spp.* cv TIFTON 85 MANEJADOS COM ÍNDICES DE ÁREA FOLIAR RESIDUAL PASTEJADOS POR OVINOS

Resumo: A ciclagem de nutrientes em pastos no Brasil é responsável pela maior parte dos nutrientes que entram no sistema, uma vez que a exploração tem como características a baixa utilização de insumos. O objetivo desse trabalho foi avaliar a decomposição de serapilheira de *Cynodon spp.* cv Tifton 85 manejado com índices de área foliar residual pastejados por ovinos. A decomposição da serapilheira foi avaliada através de sacos contendo quantidade conhecida de serapilheira durante os seguintes tempos de incubação, 0, 4, 8, 16, 32, 64, 128 e 256 dias. Foram avaliados o desaparecimento de massa seca, o comportamento do nitrogênio, fósforo, carbono, além da relação C:N. Houve uma maior taxa de desaparecimento nos primeiros 64 dias de incubação, seguido por uma fase lenta até o final dos 256 dias de incubação. Houve aumento na concentração do nitrogênio e do fósforo durante o período avaliado

Palavras chaves: Pastagens, matéria orgânica do solo, fotodegradação, ciclagem de nutrientes

CHAPTER 2. DECOMPOSITION OF LITTER IN PASTURES OF *Cynodon spp.* TIFTON 85 MANEJED WITH RESIDUAL LEAF AREA INDEX GRAZED BY SHEEP

Summary : The cycling of nutrients in pastures in Brazil is responsible for most of the nutrients entering the system, since the operating characteristics including low use of inputs. The aim of this study was to evaluate the decomposition of litter *Cynodon spp.* 85 hp Tifton plied with residual leaf area indices grazed by sheep. Were evaluated by the decomposition of bags containing a known amount of litter during the following incubation times 0, 4, 8, 16, 32, 64, 128 and 256 days. The disappearance of dry mass were assessed, the behavior of nitrogen, phosphorus , carbon, addition of C:N. There was a higher rate of disappearance in the first 64 days of incubation followed by a slow phase until the end of the 256 days of incubation. There was an increase in the concentration of nitrogen and phosphorus during the study period.

Key words : Pastures , sheep , soil organic matter , photobleaching ,

1. INTRODUÇÃO

A ciclagem de nutrientes através da decomposição da serapilheira controla os ciclos biogeoquímicos (carbono, nitrogênio e fósforo). A dinâmica de como a ciclagem ocorre, define se o sistema é equilibrado ou aberto, ou seja, com perdas dos nutrientes (LAL, 2004).

A decomposição de serapilheira e ciclagem de nutrientes em pastagens diferencia-se de demais ecossistemas, devendo ser analisada considerando além da relação entre clima-solo-planta, a presença do animal.

Segundo Anderson et al., 1988 a atividade de pastejo exercida durante a coleta da forrageira pode influenciar a dinâmica de decomposição da serapilheira

O técnica de manejo do pastejo adotada induz a modificações na estrutura e competitividade no dossel forrageiro (SILVA et al., 2013; GALZERANO et al., 2013), podendo afetar a quantidade de serapilheira produzida, e sua da qualidade química (ANDERSON et al, 1988; MILCHUNAS E LAUENROTH, 1993).

Atualmente as técnicas de manejo dos pastos são compostas pela utilização em conjunto de vários métodos que visam além de estimativas de produção, a máxima qualidade química da forrageira, objetivando aliar praticidade nas estimativas de produção com a acurácia na escolha do melhor momento fisiológico para a colheita por corte ou pastejo.

Watson (1947) descreveu a relação entre a área de uma das faces da folha com a área de solo que a mesma recobria, surgindo assim o índice de área foliar (IAF).

Brown e Blaser (1968) demonstraram que entender as relações entre o índice de are foliar e tempo de recuperação do dossel forrageiro após o pastejo se faz necessário para o melhor compreensão do manejo das pastagens.

O índice de área foliar residual compreende a relação entre a área de uma das faces da folha com a área de solo que a mesma recobre após a colheita da forrageira por pastejo ou corte.

Korte et al. (1982) e Parsons et al. (1988ab) demonstraram que quando o dossel forrageiro apresentava a capacidade de interceptar 95% da radiação solar incidente, era o momento ideal para utilizar de forma satisfatória a forrageira, interrompendo o crescimento dos pastos, aliando produção de matéria seca e qualidade química da forrageira.

Nos últimos anos trabalhos aliando esses três princípios de manejo (IAF, IAFr e interceptação luminosa (IL) estão sendo realizados, com a finalidade de obter a máxima produtividade das forrageiras tropicais (SILVA et al., 2013; GALZERANO et al., 2013).

Silva et al., (2013) trabalharam com Tifton-85, e comentaram que baixos IAFr acarretam em períodos maiores de recuperação o que gera perdas de produtividade. No entanto segundo os autores IAFr altos acarretam em perdas de forragem através da senescência por aumento dos processos respiratórios.

A serapilheira por definição compreende todo material orgânico que se encontra sobre a superfície do solo não ligado a planta de origem já em algum estágio de decomposição (GOLLEY, F. B., 1983).

Diferentes IAFr possibilitam variações nos tempos de exposição da serapilheira e do solo a radiação solar, podendo gerar consequências positivas ou negativas durante a decomposição e ciclagem da serapilheira, sendo os efeitos controlados pelo tempo de exposição do material a radiação solar. (BRANDT et al., 2009.; FOEREID et al., 2010; BELNAP et al., 2008).

King et al., (2012) demonstram a variação dos resultados proporcionados pela fotodegradação, encontrando efeitos positivos e negativos em diversos ecossistemas, não sendo bem definidas as variáveis que resultam em acréscimos ou decréscimo na decomposição ocasionado pela fotodegradação.

Estudos correlacionando a decomposição da serapilheira em pastagens manejadas com intensidades moderada ou leve de pastejo demonstram que a degradação pode ser mais acelerada quando comparada com pastejos mais severos (BARDGETT E WARDLE, 2003; DOUBEUX et al., 2006), pois a qualidade química da serapilheira que entra no sistema são diferentes (HOLLAND E DETLING, 1990).

O objetivo desse estudo é entender a dinâmica de decomposição da serapilheira em pastos de Tifton-85 manejados com índices de área foliar residual pastejados por ovinos, uma vez que a utilização de índices de área foliar residual proporcionam mudanças na estrutura e composição do dossel forrageiro o que pode influenciar a forma como a matéria orgânica é ciclada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área experimental

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, no Setor de Forragicultura e Pastagem do Departamento de Zootecnia, localizado a 21°15'22" de latitude Sul, e de 48°18'58" de longitude Oeste, e altitude média acima do mar de 595 m.

A área experimental compreendeu 4500 m² divididos em 32 piquetes (unidades experimentais). A espécie estudada foi *Cynodon spp*, cultivar Tifton-85, área foi implantada em 1998.

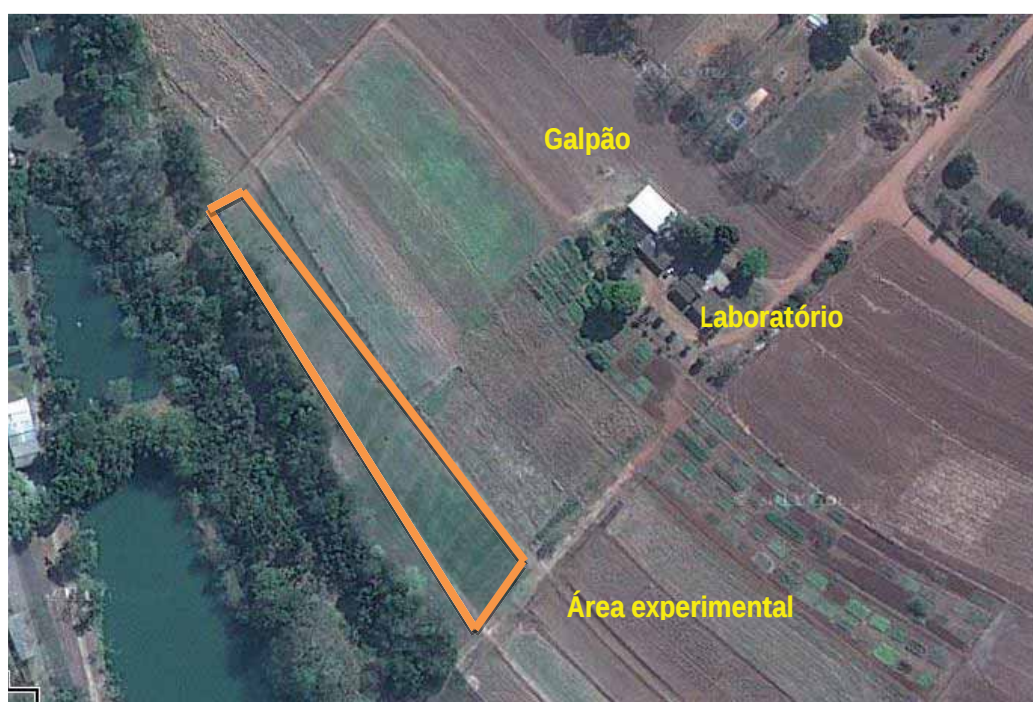


Figura 1. Vista aérea da área experimental.

O período experimental foi de fevereiro a dezembro de 2011. O clima do local é classificado como Aw segundo a classificação de Köppen.

O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, típico textura argilosa, horizonte A moderado, caulínítico hipoférico com relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006).

Análise química do solo

Foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0,2 m, com auxílio de trado holandês, antes do início do experimento, representando a área total. As amostras foram secas ao ar, identificadas e enviadas para o laboratório de solos da FCAV/UNESP – Jaboticabal.

O solo da área apresentou as seguintes características, pH (CaCl₂) = 5,2; Matéria orgânica (g/dm³) = 27; Fósforo resina (mg/dm³) = 14; Potássio (mmol_c/dm³) = 5,1; Cálcio (mmol_c/dm³) = 38; Magnésio (mmol_c/dm³) = 11; H+Al (mmol_c/dm³) = 34.

Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos compostos por índices de área foliar residual (IAFr) 0,8; 1,4; 2,0 e 2,6 e três repetições, compreendendo um total de doze unidades experimentais.

O IAFr foi estimado em todas as unidades experimentais com auxílio do aparelho analisador de dossel – AccuPAR Model LP – 80 PAR/LAI (Decagon devices®).

As estimativas dos IAFr e da interceptação luminosa (IL), foram obtidas por 20 leituras em cada unidade experimental. As leituras eram realizadas periodicamente durante a estadia dos animais nas unidades experimentais.

A imposição dos IAFr e manutenção dos mesmos foi realizada por ovinos, machos, não castrados, sem raça definida (SRD) com idade média inicial de 90 dias.

O período de recuperação dos pastos foi definido pela capacidade do dossel interceptar 95% da luz incidente.



Figura 2. A – ovinos pastejando; B – visão panorâmica da unidades experimentais; C – aparelho utilizado para obter o IAFr e IL; D – diferença entre pré e pós-pastejo; E – resíduo pós-pastejo.

Decomposição da serapilheira

Foram analisadas as taxas de decomposição da serapilheira utilizando a técnica de sacos de serapilheira. Os tempos de incubação foram de 0, 4, 8, 16, 32, 64, 128 e 256 dias (DOUBEUX et al., 2006).

A serapilheira foi coletada após três meses de imposição dos tratamentos, para cada unidade experimental separadamente. No laboratório as amostras referentes a cada tratamento foram misturadas e expostas ao ar por 24 horas.

Os sacos de serapilheira foram confeccionados com tela de nylon com poros de 15 μ m e dimensões de 25 x 15 cm, secos em estufa de circulação de ar forçada por 24 horas a 55 °C, pesados e identificados com tinta para tecidos.

Foram pesados 15g de serapilheira para cada saco, os mesmos foram lacrados e novamente pesados.

O delineamento experimental proposto foi de blocos casualizados, com 4 tratamentos e três repetições, totalizando 96 amostras.

O local de incubação foi limpo manualmente, posicionando toda a superfície dos sacos de serapilheira em contato com o solo. A serapilheira do local retirada para alocação dos sacos foi recolocada sobre os mesmos.



Figura 3. Saco de serapilheira incubado no pasto

Após cada tempo de incubação os sacos de serapilheira foram recolhidos, limpos com o auxílio de uma escova e colocados em estufa de circulação de ar forçada a 55° C, por 72 horas, pesados e armazenados em câmara seca.

As amostras de serapilheira foram retiradas do interior dos sacos no momento de processamento das mesmas, sendo então os sacos vazios pesados, com a finalidade de descontar acréscimos por contaminantes (principalmente partículas de solo).

As amostras de serapilheira foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de malha de um milímetro.

Foram avaliadas a matéria orgânica e matéria mineral seguindo metodologia descrita AOAC (1990).

O fósforo (P) após digestão nítrica-perclórica por espectrofotometria segundo SARRUGE E HAAG (1974).

Nitrogênio (N) e carbono (C) segundo metodologia de combustão a seco descrita por NELSON E SOMMERS, (1986) no aparelho LECO®.

Lignina (Lig) por digestão em ácido sulfúrico segundo VAN SOEST (1963).

Massa de forragem

A massa de forragem foi estimada antes e após cada evento de pastejo, através da técnica de dupla amostragem proposta por Pedreira et al., (1999), que consiste da associação de mediadas diretas (corte de forragem) e indiretas (disco ascendente) (Figura 4 A e B).



Figura 4. a – Disco para estimar altura comprimida; b – Área coletada para estimar produção de forragem

No pré-pastejo foram coletados 6 pontos de $0,25\text{m}^2$ que representavam a amplitude da altura dos pastos, a forragem foi coletada rente ao solo, e posteriormente secas em estufa de circulação de ar a 55° por 72 horas.

Com o prato ascendente foram realizadas 30 medidas de maneira aleatória em cada piquete. Para cada IAFr foi gerada uma equação de calibração, conforme Liu et al., (2011).

Das alturas médias coletadas retirava-se um subamostra para separação dos componentes morfológicos (colmo+bainha, lamina foliar e material morto), que após separadas eram levados a estufa de circulação de ar a 55° por 72 horas.

Temperatura e umidade do solo

A temperatura ($^{\circ}\text{C}$) foi mensurada com o auxílio de termômetro digital com haste de 15 cm.

A umidade do solo (%) foi mensurada com o aparelho TDR HydroSense Campbell Scientific® com haste de 12 cm.

Foram realizadas seis leituras por unidade experimental, sendo que cada unidade experimental representou um IAFr.

As leituras foram realizadas semanalmente na estação chuvosa do ano e a cada quinze dias no período seco do ano.

Dados climáticos no período experimental

As variáveis climáticas foram coletadas por estação meteorológica automática instalada a aproximadamente 1000 metros da área experimental.

Os dados de temperatura máxima (T_{max}), temperatura média ($T_{\text{méd}}$), temperatura mínima (T_{min}) do ar encontram-se na Figura 5A. Os dados de número de dias com chuva (ND), precipitação pluviométrica em milímetros (Prec), excesso de chuva (EXC) e déficit de chuvas durante o ano de 2011 encontra-se na Figura 5B.

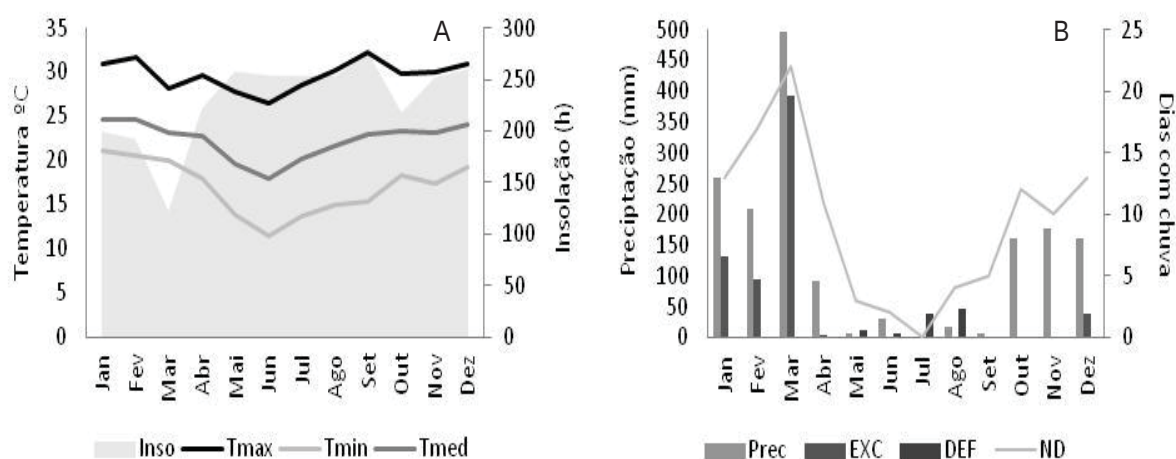


Figura 5. A) Temperatura máxima (T_{max}), mínima (T_{min}) e média ($T_{\text{méd}}$) do ar em graus Celcius, insolação em horas. B) Dias com chuva (ND) e precipitação pluviométrica em milímetros (Prec), Excesso de chuva (EXC), déficit de chuva (DEF) no ano de 2011. Fonte: Estação de Agrometeorologia da Unesp, Campus de Jaboticabal-SP.

Analises estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando modelos mistos do SAS (2008) (Statistical Analysis System), versão 9.2, estimando-se a estrutura de covariância que melhor se ajustou aos dados.

Nas comparações entre os oito níveis de Tempo e os quatro índice de área foliar residual (IAFr) utilizou-se contrastes ortogonais polinomiais (1º, 2º, e 3º Grau (LITTEL et al. 2006).

Nas comparações de médias utilizou-se teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comportamento de desaparecimento foi modelado utilizando-se o modelo exponencial duplo proposto por Weider & Lang (1982).

$$Y = Ae^{-k_1 t} + (1-A)e^{-k_2 t}$$

Onde, Y= massa remanescente no tempo t, A= fração facilmente decomposta, (1 – A)= fração recalcitrante, K₁ e K₂= constate de decaimento, e= erro associado.

A taxa relativa de decomposição foi calculada para cada tempo utilizando a seguinte fórmula:

$$K = \frac{-K_1 Ae^{-k_1 t} - K_2 (1-A)e^{-k_2 t}}{Ae^{-k_1 t} + (1-A)e^{-k_2 t}}$$

Onde, k= Taxa relativa de decomposição no tempo t, A= fração facilmente decomposta, (1 – A) =fração recalcitrante, K₁ e K₂= constate de decaimento, e= erro associado.

3. RESULTADOS

Índice de área foliar (IAF), interceptação luminosa (IL) e massa de forragem

Os índices de área foliar (IAF) tiveram comportamento quadrático ($P < 0.05$), nas estações avaliadas (Tabela 1).

Tabela 1. Índice de área foliar (IAF) e índice de área foliar residual (IAFr) de pastos de capim-Tifton-85 submetidos a quatro resíduos pós pastejo nas estações verão, outono e primavera.

Época	IAF Pré-pastejo				p(1). para contraste
	IAFr 0,8	IAFr 1,4	IAFr 2,0	IAFr 2,6	
Verão	4,00	4,33	4,95	4,62	Q
Outono	4,00	3,99	4,28	4,17	Q
Inverno	4,19	4,03	4,52	4,59	Q
p(1). para contraste	ns	ns	ns	ns	
Média	4.05	4.12	4.59	4.46	
Época	IL(kg ha ⁻¹) Pós-pastejo				p(1). para contraste
	IAFr 0,8	IAFr 1,4	IAFr 2,0	IAFr 2,6	
Verão	0,84	1,44	1,98	2,58	L
Outono	0,82	1,40	2,00	2,58	L
Inverno	0,86	1,44	2,02	2,61	L
p(1). para contraste	ns	ns	ns	ns	
Média	0,84	1,43	2,00	2,59	

⁽¹⁾ Probabilidade associada ao teste F, para contrastes; L= efeito linear; Q= efeito quadrático, ns= não significativo.

A IL no pós-pastejo teve comportamento linear no IAFr 0,8 e quadrático nos IAFr 1,4, 2,0, 2,6 (Tabela 2).

A IL no pós-pastejo conduziu a diferentes tempos de recuperação e crescimento do pasto, com isso a exposição da serapilheira a radiação solar durante o período de rebrotação foram diferentes entre os IAFr.

Foram necessários em média 26, 25, 19 e 16 dias para que o IAFr 0,8, 1,4, 2,0 e 2,6 atingisse 95% de IL no verão e 60, 65, 72 e 54 para que o IAFr 0,8, 1,4, 2,0 e 2,6 atingisse 95% de IL no inverno.

No verão a diferença de recuperação entre os IAFr são de seis dias, todavia no inverno daquele ano a diferença máxima foi de 28 dias entre os IAFr 2,6 e 2,0.

As condições ambientais as quais a serapilheira foram expostas, estão separadas em duas épocas bem distintas, nos primeiros 60 dias onde a temperatura e umidade eram elevadas com grande volume de precipitação. Contudo durante o maior período de tempo da incubação foi marcada por temperaturas amenas e baixa umidade.

Tabela 2. Interceptação de luz (IL) de pastos de capim-Tifton-85 submetidos a quatro resíduos pós pastejo nas estações verão, outono e primavera.

Época	IL Pré-pastejo				p(1). para contraste
	IAFr 0,8	IAFr 1,4	IAFR 2,0	IAFr 2,6	
Verão	94,57	94,51	94,58	94,73	ns
Outono	94,81	95,66	95,83	96,06	ns
Inverno	93,75	93,82	94,50	94,34	ns
p(1). para contraste	ns	ns	ns	ns	
Média	94,37	94,66	94,97	95,04	
Época	IL(kg ha ⁻¹) Pós-pastejo				p(1). para contraste
	IAFr 0,8	IAFr 1,4	IAFR 2,0	IAFr 2,6	
Verão	48,81	64,62	73,70	82,00	L
Outono	53,50	67,40	78,28	84,60	L
Inverno	54,00	64,20	76,00	79,00	L
p(1). para contraste	L	Q	Q	Q	
Média	51,52	65,27	75,87	82,06	

⁽¹⁾ Probabilidade associada ao teste F, para contrastes; L= efeito linear; Q= efeito quadrático, ns= não significativo.

Em média, a maior massa de forragem foi verificada no IAFr 2,6 seguida do IAFr 2,0, 0,8 e 1,4, sendo a os valores médios de 7238, 6366, 5504 e 4811 kg ha⁻¹ respectivamente (Tabela 3).

Entre as estações no pré pastejo a massa de forragem apresentou comportamento linear nos IAFr 0,8,1,4, e 2,6 ($P < 0.05$) (Tabela 3). Não foi verificado efeito significativo no IAFr 2,0 ($P > 0.05$). No pós pastejo, o comportamento foi linear nos IAFr 1,4, 2,0 e 2,6 ($P < 0.05$), Não foi verificado efeito significativo no IAFr 0,8 ($P > 0.05$) (Tabela 3).

Tabela 3. Massa de forragem total no pré-pastejo de pastos de Tifton 85 manejados sob quatro IAFr durante as épocas de verão, outono e inverno.

Época	MST (kg ha ⁻¹) Pré-pastejo				p(1). para contraste	Média
	IAFr 0,8	IAFr 1,4	IAFr 2,0	IAFr 2,6		
Verão	7694	6999	6410	7756	Q*	7215
Outono	6505	6467	6602	7160	ns	6684
Inverno	5312	4811	6087	6798	Q*	5752
p(1). para contraste	L*	L*	ns	L*		
Média	6504	6093	6366	7238		
Época	MST (kg ha ⁻¹) Pós-pastejo				p(1). para contraste	Média
	IAFr 0,8	IAFr 1,4	IAFr 2,0	IAFr 2,6		
Verão	3326	4416	5311	5732	L*	4696
Outono	3381	4110	4747	5325	L*	4390
Inverno	3059	3442	4291	5149	L*	3985
p(1). para contraste	ns	L*	L	L		
Média	3322	3989	4783	5402		

Probabilidade associada ao teste F, para contrastes; L= efeito linear; Q= efeito quadrático, C= efeito cúbico, ns= não significativo.

A MSF no pós-pastejo não demonstrou efeito significativo ($P \geq 0,05$) para o IAFr 2,6, para o IAFr 0,8 o comportamento foi quadrático ($P < 0,05$) e nos IAFr 1,4 e 2,0 o comportamento observado foi linear ($P < 0,05$) entre as estações do ano (Tabela 2). Entre os IAFr o comportamento foi linear ($P < 0,05$) no verão e outono, não demonstrando efeito significativo ($P \geq 0,05$) no inverno. Igualmente a MSC demonstrou comportamento linear ($P < 0,05$) entre as estações do ano e os IAFr (Tabela 4).

A MSM comportou-se de forma linear no verão e inverno ($P \geq 0,05$), e de forma quadrática no outono ($P \geq 0,05$) entre os IAFr. Sendo que na média entre os IAFr o comportamento foi linear ($P \geq 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4. Massa de lamina foliar (MSF), colmo+bainha (MSC) e material morto (MSM) no pós-pastejo de pastos de Tifton 85 manejados sob quatro IAFr durante as épocas de verão, outono e inverno.

	MSF (kg ha ⁻¹)				p ⁽¹⁾ . para contraste	Média
	IAFr 0,8	IAFr 1,4	IAFR 2,0	IAFr 2,6		
Verão	364	455	713	620	L*	538
Outono	160	246	254	343	L*	253
Inverno	201	212	211	418	ns	260
p ⁽¹⁾ . para contraste	Q*	L	L*	ns		
Média	242	304	393	460		
	MSC (kg ha ⁻¹)				p(1). ara contraste	Média
	IAFr 0,8	IAFr 1,4	IAFR 2,0	IAFr 2,6		
Verão	1924	2341	2879	2618		2441
Outono	1632	2138	2655	2187		2153
Inverno	1133	1634	2001	2767		1884
p ⁽¹⁾ . para contraste						L*
Média	1563	2038	2512	2524	L*	
	MSM (kg ha ⁻¹)				p ⁽¹⁾ . para contraste	Média
	IAFr 0,8	IAFr 1,4	IAFR 2,0	IAFr 2,6		
Verão	1066	1323	1716	1847	L	1448
Outono	1065	1387	1870	1524	Q	1461
Inverno	899	969	1366	2058	L	1323
p ⁽¹⁾ . para contraste						ns
Média	1010	1226	1651	1810	L*	

⁽¹⁾ Probabilidade associada ao teste F, para contrastes; L= efeito linear; Q= efeito quadrático, ns= não significativo.

Temperatura e Umidade do solo

A serapilheira foi incubada no início de março, mês com temperatura média de 25 °C e umidade a cima de 50% permitindo que os processos de decomposição não sofressem limitações ambientais. Nesse mês ocorreu precipitação total igual a 500 mm durante 20 dias, bem a cima do que esperado para o período.

O período de transição das águas e secas (abril, maio), manteve temperatura a cima de 20 °C e umidade superior a 35%.

O IAFr 0,8 demonstrou maior concentração media de umidade no solo (Usolomed) na primavera, não diferindo do outono (P<0.05) e a menor concentração no inverno outono (P<0.05) (Tabela 3). Para temperatura média do solo (TsoloMed) não houve diferença entre primavera e outono diferindo no inverno (P<0.05) (Tabela 3).

Os IAFr 1,4, 2,0 e 2,6 apresentaram maior UsoloMed e Tsolomed no outono, seguido da primavera e inverno ($P<0.05$).

Não houve diferença para Usolomed entre os IAFr no outono, inverno e primavera ($P<0.05$) (Tabela 3).

Houve diferença significativa para TsoloMed entre os IAFr na primavera, onde o IAFr 0,8 apresentou maior temperatura que os demais IAFr ($P<0.05$), não houve diferença significativa entre os IAFr para o outono e inverno ($P<0.05$) (Tabela 3).

Tabela 5. Temperatura e umidade do solo em pastos de *Cynodon spp.* cv Tifton 85 manejados com índices de área foliar residual, pastejados por ovinos.

Outono				Inverno 2011			Primavera		
Temperatura do solo °C									
	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max
IAFr 0,8	21,87Aa	16,50	26,20	17,74Ba	12,70	20,50	23,42Aa	20,20	26,80
IAFr 1,4	21,39Aa	16,50	25,80	17,33Ba	12,20	20,40	22,99Aa	19,70	25,50
IAFr 2,0	21,08Aa	15,30	27,60	17,44Ba	12,20	20,10	22,90Aa	19,10	25,70
IAFr 2,6	21,72Aa	17,00	25,80	17,57Ba	14,00	19,80	22,97Aa	19,80	25,60
Umidade pluviométrica do solo %									
IAFr 0,8	31,47Aa	4,00	58,00	16,64Ba	5,00	30,00	31,44Aa	13,00	51,00
IAFr 1,4	32,85Aa	9,00	60,00	16,21Ca	7,00	28,00	28,97Ba	12,00	42,00
IAFr 2,0	32,04Aa	7,00	55,00	17,40Ba	5,00	31,00	32,38Aa	18,00	46,00
IAFr 2,6	32,23Aa	10,00	60,00	17,90Ba	9,00	34,00	30,65Aa	14,00	46,00

Índice de área foliar residual (IAFr). Emissão de dióxido de carbono (ECO₂). Temperatura média, mínima e máxima do solo (TsoloMed), (TsoloMin) e (TsoloMax). Precipitação total (PPTotal). Letras maiúsculas iguais não diferem entre si na linha. Letras minúsculas iguais não diferem entre si na coluna.

Decomposição da serapilheira

A decomposição da serapilheira foi modelada de acordo com Weider e Lang (1982), utilizando-se o modelo exponencial duplo negativo, que descreve dois momentos distintos na decomposição da serapilheira.

Na fase inicial o modelo considera a decomposição rápida do material composta pela fração lábil que é facilmente degradada. A segunda parte do modelo é

capaz de explicar a fase platô da curva de decomposição, fase onde a degradação é lenta, pois os materiais remanescentes são compostos por substâncias mais recalcitrantes.

Na Figura 6 consta a equação entre a massa remanescente e os tempos de incubação, além do resultado estimado pelo modelo.

Os primeiros 90 dias de incubação foram propícios para a decomposição, corroborando com os resultados, uma vez que a maior porcentagem de desaparecimento ocorreu nos seis primeiros tempos de incubação, ou seja, em 64 dias de incubação (Figura 6).

Com a mudança nas características climáticas nota-se que ocorre diminuição na decomposição da serapilheira, proporcionando redução na velocidade de decomposição, com isso a decomposição pode ser descrita por uma fase platô na curva de massa remanescente (Figura 6).

A taxa de decomposição (k) foi maior nos IAFr 2,0 e 0,8, sendo de $0,0410$ e $0,0364 \text{ g.g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ respectivamente, na fase inicial de decomposição. Os IAFr 1,4 e 2,6 apresentaram taxa de decomposição inicial de $0,0253$ e $0,0207 \text{ g.g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ respectivamente.

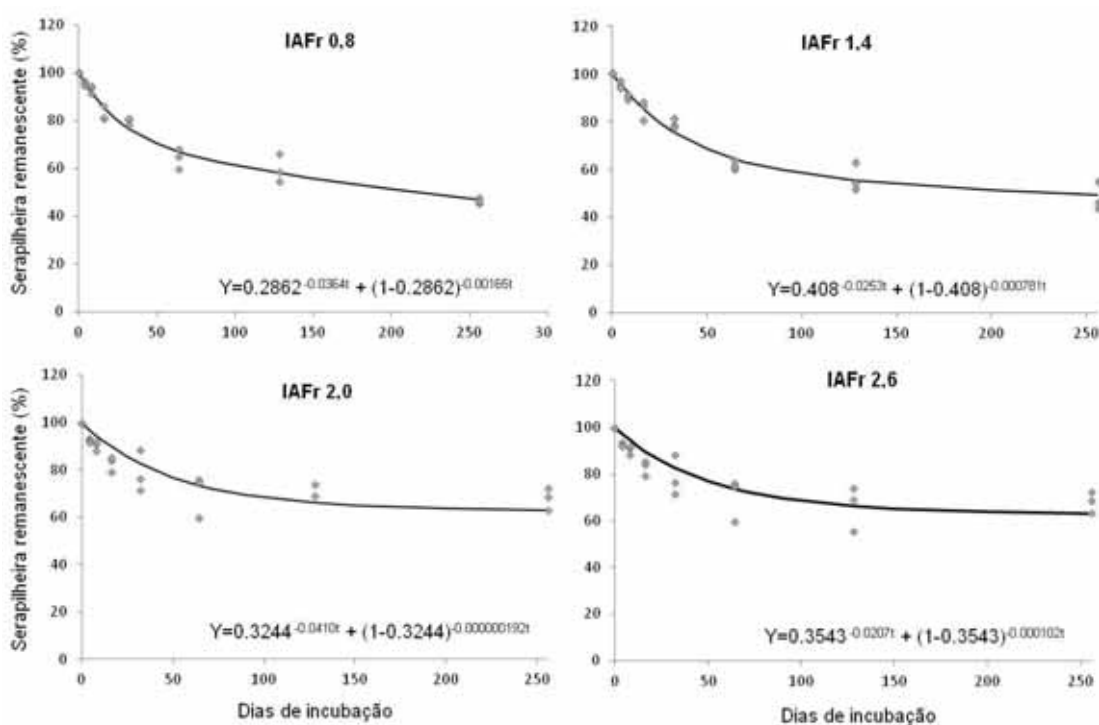


Figura 6. Percentagem remanescente de serapilheira em pastos de *Cynodon spp.* cv. Tifton-85 manejados com índices de área foliar residual.

Em todos os IAFr o ponto de transição entre a fase de maior e menor decomposição ocorreu aos 64 dias de incubação.

Os IAFr 0,8 e 1,4 após 256 dias de incubação apresentaram decomposição superior a 40%, sendo a taxa de decomposição para a fase platô da curva de 0,00165 e 0,000781 $\text{g.g}^{-1} \text{dia}^{-1}$, respectivamente.

Os IAFr 2,0 e 2,6 após 256 dias de incubação apresentaram desaparecimento inferior a 40%, já que a taxa de decomposição estimada para o platô da curva de decomposição foi de 0,000000192 e 0,000102 $\text{g.g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ respectivamente.

Houve diferença entre os tempos de incubação, IAFr e interação entre IAFr e tempo de incubação ($P < 0,05$) para as variáveis analisadas.

Houve acúmulo de nitrogênio entre os dias 0 e 128 de incubação em todos os IAFr (Figura 7).

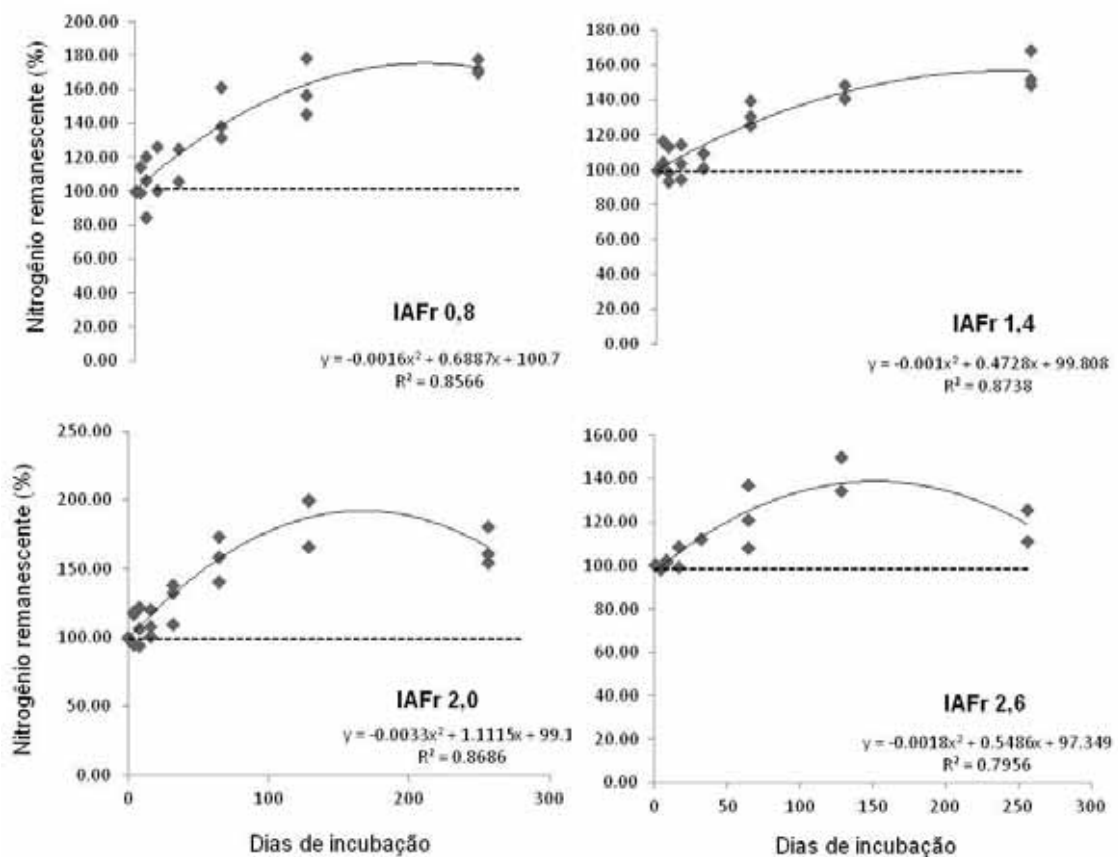


Figura 7. Percentagem de nitrogênio remanescente em pastos de *Cynodon* spp. cv. Tifton-85 manejados com índices de área foliar residual.

Verificou-se decréscimo no conteúdo de nitrogênio entre os dias 128 e 256 para os IAFr 2,0 e 2,6, enquanto que nos IAFr 0,8 e 1,4 o acúmulo ocorreu até o dia 256 de incubação (Figura 7).

Os valores médios iniciais foram de 13,25, 13,33, 11,78 e 13,92, e finais de 21,88, 19,78, 19,36 e 15,97 para os IAFr 0,8, 1,4, 2,0 e 2,6 respectivamente

Acredita-se que o acúmulo de nitrogênio encontrado nesse estudo se deve às características do material coletado e incubado, já que era desconhecido o tipo de material (se folha ou colmo) e o tempo que o mesmo encontrava-se sobre o solo sofrendo os efeitos da decomposição.

Foi encontrado baixa relação C:N, e a tendência da regressão corrobora com a tendência encontrada na regressão da massa remanescente da serapilheira desse estudo.

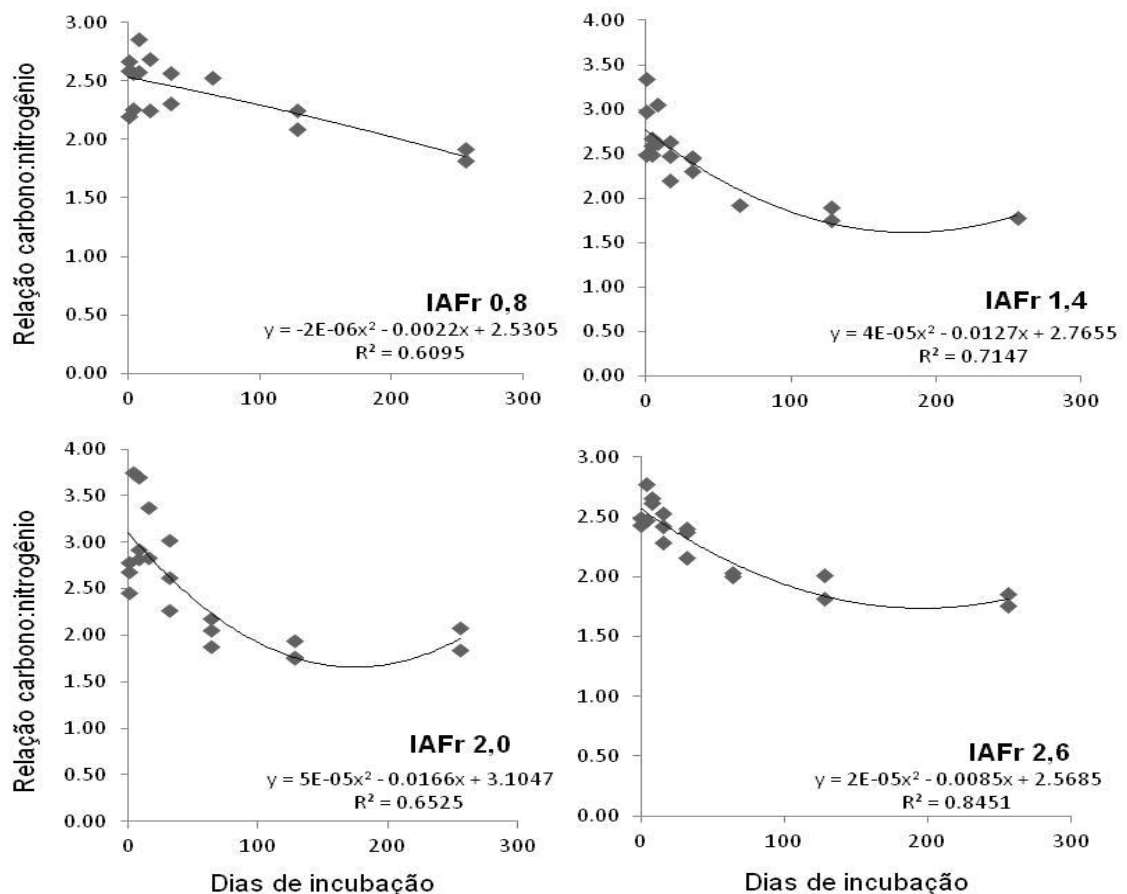


Figura 8. Relação carbono:nitrogênio em pastos de *Cynodon spp.* cv. Tifton-85 manejados com índices de área foliar residual.

Inicialmente a ocorreu diminuição na relação C:N até o dia 64 para todos os IAFr. Do dia 64 ao dia 256 houve respostas diferentes entres os IAFr (Figura 8).

O IAFr 0,8 manteve a queda na relação até o dia 256, já o IAFr 1,4 manteve-se constante entre o dia 64 e 256, para o IAFr 2,0 e 2,6 ocorreu um aumento na relação C:N entre o dia 128 e 256 de incubação (Figura 8).

O aumento na relação C:N no IAFr 2,0 e 2,6 ocorreu devido à diminuição na quantidade de N entre o dia 128 e 256 (Figura 8).

A baixa relação C:N encontrada se deve a alta concentração de N, todavia o mesmo não estava disponível para ser utilizado, uma vez que houve acumulo ao longo do tempo de incubação (Figura 8)

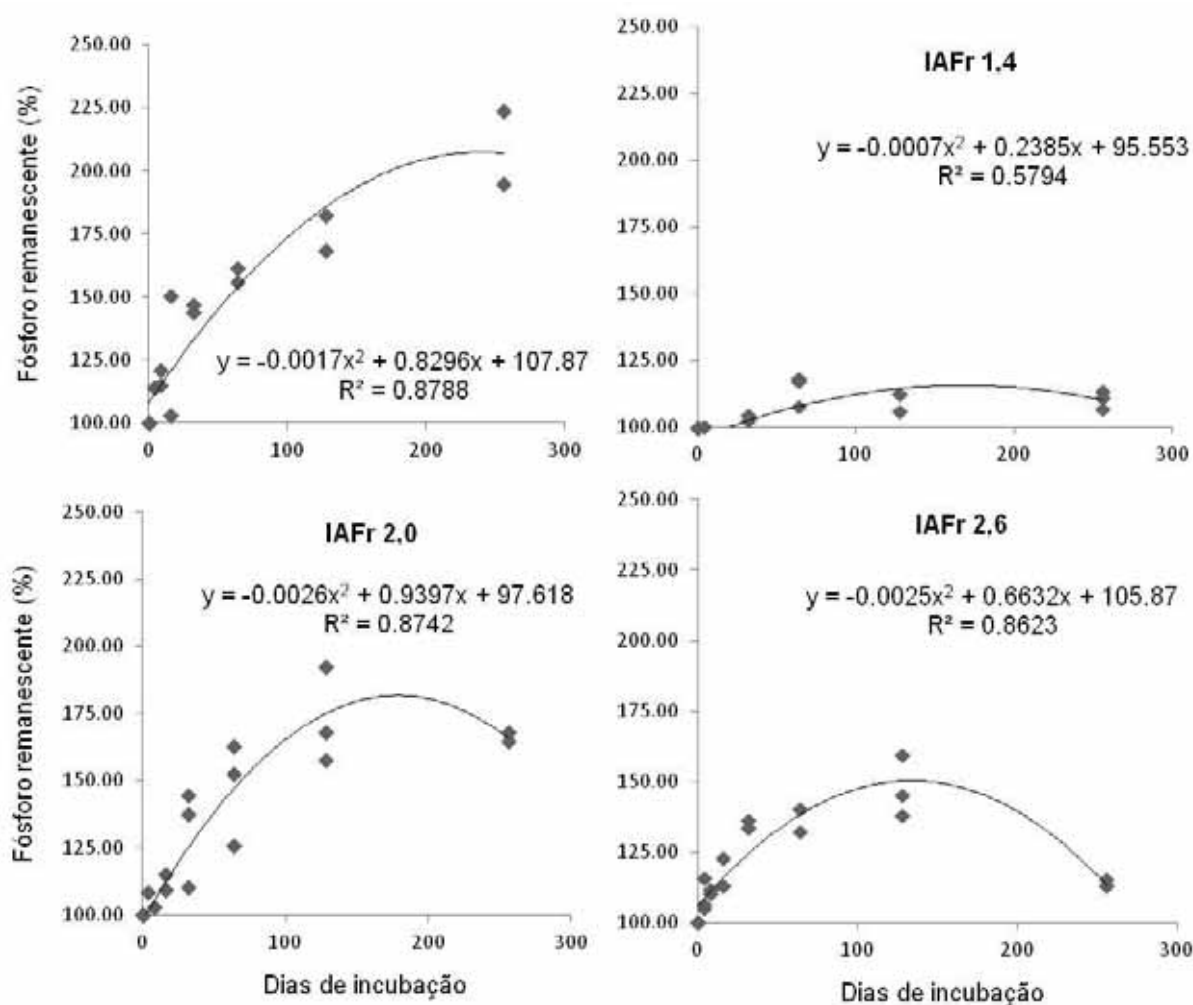


Figura 9. Fósforo remanescente em pastos de *Cynodon spp.* cv. Tifton-85 manejados com índices de área foliar residual.

A variação na concentração de lignina se deve a variação de componentes do material incubado, uma vez que o mesmo foi coletado aleatoriamente e não houve seleção do material antes da incubação.

O comportamento do fósforo como os demais resultados demonstra acúmulo do elemento ao longo dos tempos de incubação (Figura 9).

A área onde o estudo foi instalado por ser manejada para alta produtividade há muitos anos, apresenta elevada concentração de P no solo (14 mg.dm^{-3}), o que indica que o P não foi limitante para o desenvolvimento da cultura, com tudo a imobilização do P na serapilheira durante o período de incubação indica que o elemento pode ter afetado negativamente a decomposição.

4. DISCUSSÃO

A estimativa do IAF por métodos indiretos fornece um resultado confiável, contudo deve-se considerar que a radiação interceptada é resultado da barreira imposta pelas folhas, colmos e material senescente. Quanto maior o IAFr, obtém-se maiores resíduos de colmo e material morto (SILVA et al., 2013; GALZERANO et al., 2013), que contribuem para a interceptação luminosa (IL) sem terem participação efetiva para a fotossíntese.

As gramíneas apresentam plasticidade fenotípica, o que lhes permitem adaptação às condições momentâneas que estão submetidas. Adaptações como mudança no ângulo das folhas, maior número de perfilhos, mudanças nas dimensões do limbo foliar, etc., (SILVA et al., 2013; GALZERANO et al., 2013), conduzindo a mudanças na estrutura do dossel forrageiro, com isso quantidades menores de massa de forragem são obtidas utilizando-se o mesmo critério de interrupção da rebrota entre as estações (95% IL, nessa situação).

O IAFr 2,6 por não apresentar diferença no resíduo de folhas, indica que a cobertura remanescente foi constante ao longo do período de incubação, proporcionando proteção da serapilheira a ação direta da radiação solar.

A taxa de decomposição encontrada após o dia 64 de incubação definiu a maior decomposição total nos IAFr 0,8 e 1,4. A fase de decomposição representada pelo platô da curva coincidiu com a estação seca do ano, onde temperaturas amenas aliadas a baixa umidade diminuem a atuação dos decompositores.

Outra variável que pode ter influenciado a taxa de decomposição, é a ação da fotodegradação, uma vez que a recuperação do dossel forrageiro foi lento, permitindo a exposição da serapilheira à radiação solar por um período tempo prolongado afetando negativamente a decomposição.

Segundo King et al., (2012), o tempo de exposição da serapilheira a radiação solar afeta de forma positiva ou negativa a decomposição da serapilheira. Para Brandt et al., (2010), a fotodegradação conduz a diferenças na decomposição quando não há outros agentes modificadores do ambiente que favoreçam a decomposição da serapilheira.

Por não haver diferença significativa entre MSF no pós-pastejo para os IAFr no inverno (Tabela 2), infere-se que a serapilheira produzida nesse período seja influenciada pela composição de colmos e material morto, e esses se comportaram de forma linear entre os IAFr.

O colmo de gramíneas tropicais é altamente lignificado devido às características de crescimento (JUNG E VOGEL, 1992), o que influencia de forma negativa a decomposição da serapilheira, já que apenas alguns fungos e bactérias associadas a eles são capazes de degradarem materiais lignificados (KIRK E CULLEN, 1998).

A quantidade de material morto esta diretamente associado à renovação da serapilheira, como observado na Tabela 2, o MSM é proporcional ao IAFr, ou seja, baixos IAFr geram a entrada de quantidade menor de material orgânico para a formação da serapilheira. Ao produzir menores quantidades efetivas de material morto, IAFr baixos induzem os animais a serem mais eficientes na coleta da forrageira, com isso os animais consomem o material morto, que é pouco digestível, diminuindo a entrada no sistema como serapilheira.

Em pastejos menos eficientes há o acúmulo de folhas remanescentes na base do dossel forrageiro. Diante disso, esperava-se que a decomposição fosse maior nos IAFr 2,0 e 2,6, uma vez que a entrada e as características químicas do material que originaria a serapilheira deveriam ser superiores, quando comparados aos IAFr 0,8 e 1,4.

Uma vez que a temperatura e umidade do solo não diferiram entre os IAFr, outros condutores da decomposição atuaram, gerando as diferenças encontradas na decomposição, com isso composição química pode definir as diferenças locais de decomposição (GAMA-RODRIGUES et al., 2007)

Segundo Coleman e Crossley (1996) durante a decomposição da serapilheira os microrganismos imobilizam nitrogênio, o que conduz ao aumento na concentração do mesmo, corroborando com o encontrado nesse estudo, além da adição por precipitações e deposição de novos materiais orgânicos e fontes contaminantes como os animais em pastejo (VUONO et al., 1989). Segundo Alfaia (2006) 98% do N total do solo, está contido matéria orgânica, sob diferentes moléculas, com variados graus de recalcitrância (CANTARELLA, 2005).

Silva et al., (2010) estudaram a decomposição de folhas senescente de *Brachiaria* e observaram desaparecimento de nitrogênio ao longo dos tempos de incubação, porem o material estudado por esses autores era composto por material orgânico coletado na planta de origem. Sabe-se que a fração lábil composta por açúcares solúveis e aminoácidos livres são facilmente decompostos, o que pode ter conduzido aos valores obtidos.

Segundo Berg e Staaf (1980); Talbot e Treseder (2012) baixa quantidade de nitrogênio na serapilheira limita a degradação do carbono.

A relação carbono:nitrogênio é utilizada com um indicador da qualidade do material orgânico. Segundo Dubeux Jr et al., (2006) a relação C:N decresce a medida que as frações mais solúveis de carbono são degradadas.

Diferente do encontrado nesse estudo, Silva et al., (2010) encontraram aumento na concentração da lignina em *Brachiaria* em cultivo solteiro ou quando consorciada com leguminosas, todavia houve uma pré seleção do material orgânico incubado. A inconstância no conteúdo de lignina encontrado se deve ao material orgânico incubado ser composto por serapilheira em diferentes estádios de decomposição.

Costa et al., (2005) encontraram acumulo máximo de fósforo aos 286 dias de decomposição em *Eucalyptus grandis*, sem que houvesse liberação líquida de P até o momento final de incubação, justificando que o P foi o nutriente limitante para a decomposição da serapilheira, corroborando com os dados encontrados.

Oliveira e carvalho (2009) encontraram flutuação na concentração de N e P ao longo de 210 dias de incubação para *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arbórea*, contudo houve aumento na concentração no final do período de incubação, indicando que não houve liberação dos nutrientes para o meio.

Freire et al., (2010) observaram acúmulo de N e P em *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth, para o N o aumento ocorreu nos primeiros 32 em folhas e 64 dias para ramos, mantendo-se até 256 dias de incubação.

5. CONCLUSÃO

A adoção do manejo com índices de área foliar residual não modificam a dinâmica de decomposição da serapilheira em pastos de Tifton 85, no primeiro ano de utilização de índice de área foliar residual como ferramenta de manejo em pastos de Tifton-85.

Apesar de ocorrer mudanças na composição do dossel forrageiro, do tempo de recuperação entre pastejos e quantidade de serapilheira produzida, estas mudanças não afetaram a decomposição.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFAIA, S. S.; SANTOS, A. M. D. dos; SARRAZIN, M. Mineralização do nitrogênio proveniente de leguminosas arbóreas em solo de várzea da Amazônia Central. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. **Resumos expandidos...** Manaus: SBCS. p. 574-575, 1996.

ANDERSON, D. M., FREDRICKSON, E. L., NACHMAN, P., ESTELL, R. E., HAVSTAD, K. M. and MURRAY, L. W.. Laser-induced fluorescence (LIF) spectra of herbaceous and woody pre- and post-digested plant material. **Animal Feed Science and Technology**, v. 70, p. 315-337, 1998.

AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington: AOAC, 1990.

BARDJETT, R. W., WARDLE, D. A.. Herbivore-mediated linkages between aboveground and belowground communities. **Ecology**, v. 84, p. 2258-2268. 2003.

BELNAP, J.; PHILLIPS, S. L.; FLINT, S.; MONEY, J; CALDWELL, M. Global change and biological soil crusts: effects of ultraviolet augmentation under altered precipitation regimes and nitrogen additions. **Global Change Biology**. v. 14, p. 670-686, 2008.

BERG, B., and STAFF, H.. Decomposition and chemical changes in Scots Pine needle litter. II. Influence of chemical composition, in Persson, T. (ed.) Structure and Function of Northern Coniferous Forests: An Ecosystem Study, **Ecol. Bull.** (Stockholm), v. 32, p. 375-390, 1980.

BRANDT, L. A.; BOHNET, C.; KING, J. Y. Photochemically induced carbon dioxide production as a mechanism for carbon loss from plant litter in arid ecosystems. **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**. v. 114, 2009.

BRANDT, L. A.; KING, J. Y.; HOBBIE, S. E.; MILCHUNAS, D. G; SINSABAUGH, R. L. The Role of Photodegradation in Surface Litter Decomposition Across a Grassland Ecosystem Precipitation Gradient. **Ecosystems**. v. 13, p. 765-781, 2010.

BROWN, R. H.; BLASER, R. E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**. v.38, n. 1, p. 1-9, 1968.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, COSTA, G. S.; GAMA-RODRIGUES, A. C. and CUNHA, G. M.. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamentos de *Eucalyptus grandis* no norte fluminense. **Rev. Árvore**, v.29, n.4, pp. 563-570, 2005.

COLEMAM, D. C. AND CROSSLEY, D. A.. Fundamentals of Soil Ecology. **Academic Press**, London, 1996.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E.; VENDRAMINI, J. M. B R.L. Litter decomposition and mineralization in bahiagrass pastures managed at different intensities. **Crop Science**. v. 46, p.1305-1310, 2006.

DUBEUX, J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E.; INTERRANTE, S. M.; VENDRAMINI, J. M. B; STEWART, R. L. Litter Decomposition and Mineralization in Bahiagrass Pastures Managed at Different Intensities This research was sponsored in part by USDA CSREES Tropical and Subtropical Agricultural Research Program Grant 34135-12348. **Crop Sci**. v. 46, p. 1305-1310, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 2006. 306p.

FOEREID, B.; BELLARBY, J.; MEIER-AUGENSTEIN, W.; KEMP, H. Does light exposure make plant litter more degradable? **Plant and Soil**. v. 333, p. 275-285, 2010.

FREIRE, J. L.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, M. V. F. & FREITAS, E. V. Deposição e composição química de serrapilheira em um bosque de sabiá. **R. Bras. Zootec.**, v.39, p.1650-1658, 2010.

GALZERANO, L.; MALHEIROS, E. B.; RAPOSO, E.; MORGADO, E. S.; RUGGIERI, A. C.. Acúmulo e desaparecimento de forragem e variações na estrutura de pastos de

capim-xaraés submetidos a intensidades de pastejo em lotação intermitente. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 34, p. 2485-2496, 2013.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F. & COMERFORD, N.B. Biomass and nutrient cycling in pure and mixed stands of native tree species in Southeastern Bahia, Brazil. *R. Bras. Ci. Solo*, 31:287-298, 2007

GOLLEY, F. B. Nutrient cycling and nutrient conservation. In: Tropical forest ecosystems: structure and function. Amsterdam: Elsevier, p. 137-156, 1983.

HOLLAND, E. A., and DETLING, J. K.. Plant response to herbivory and belowground nitrogen cycling. **Ecology**, v. 71: p. 1040–1049. 1990

KING, J., BRANDT, L. and ADAIR, E. C. (2012). Shedding light on plant litter decomposition: advances, implications and new directions in understanding the role of photodegradation. **Biogeochemistry**, v. 111, p. 57-81, 2012.

KIRK, T. K.; CULLEN, D.. In: Environmentally **Friendly Technologies for the Pulp and Paper Industry**; Young, R.; Akhtar, M., eds.; John Wiley & Sons: New York, 1998, cap. 9

KORTE, C.J.; WATKIN, B.R.; HARRIS, W. Use of residual leaf area index and light interception as criteria for spring-grazing management of a ryegrass-dominant pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.25, p.309-319, 1982.

JUNG, H.G., VOGEL, K.P. 1986. Influence of lignin on digestibility of forage cell wall material. **J. Anim. Sci.**, v.62: p.1703, 1986.

LAL, R.. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. **Geoderma**, v.123, p. 1-22. 2004.

LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D.; SCHABENBERGER, O. **Sas for Mixed Models**. 2ed. SAS Institute Inc. 813p. 2006.

MILCHUNAS, D. G.; LAUENROTH, W. K. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. **Ecological Monographs**. v. 63, p. 327-366, 1993.

NELSON, D.W. & SOMMERS, L.E. Total carbon, organic carbon e organic matter. In: PAGE, A.L., MILLER, R.H. & KEENEY, D.R., eds. **Methods of soil analysis - Chemical and Microbiological Properties. Part 2.** Madison, American Society of America, p.539-579, 1986

OLIVEIRA, P.C. et al. Fósforo, nitrogênio, lignina, Alternativas de recuperação celulose e polifenóis em amostras de serrapilheira foliar de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arbores* no Nordeste do Estado do Pará. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.3, p.20-28. 2009.

PARSONS, A. J. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: JONES, M. B.; LAZEMBY, A. **The grass crop: the physiological basis of production.** London: Ed. Chapman and Hall, United Kingdon, p. 129-177, 1988a.

PARSONS, A. J.; JOHNSON, I. R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**, v. 43, p. 49-59, 1988b.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Análise química em plantas. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 56p, 1974.

SAS Institute. 2008. SAS/STAT 9.2 **User's Guide**. SAS Institute Inc, Cary, NC.

SILVA, H. M. S. ; DUBEUX JUNIOR, J. C. B. ; SANTOS, M. V. F ; LIRA, M. A.; MELLO, A. C. L de ; LIRA J. R. , Litter decomposition of *Brachiaria decumbens* Stapf. and *Calopogonium mucunoides* Desv. in the rumen and in the field: a comparative analysis. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 87, p. 151-158, 2010.

SILVA, W. L. ; GALZERANO, L. ; REIS, R. A. ; RUGGIERI, A.C. ; RUGGIERI, A.C. . Structural characteristics and forage mass of Tifton 85 pastures managed under three post-grazing residual leaf areas. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 42, p. 238-245, 2013.

STEINFELD, H., GERBER, P., WASSENAAR, T., CASTEL, V., ROSALES, M., DE HANN, C.. Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options. Rome: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**; 2006.

STRUFFALDI-DE VUONO, Y., DOMINGOS, M. & LOPES, M.I.M.S.. Decomposição da serapilheira e liberação de nutrientes na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, v. 16, p. 179-193, 1989.

TALBOT, J. M., and TRESEDER, K. K... Interactions among lignin, cellulose, and nitrogen drive litter chemistry–decay relationships. **Ecology**, v. 93, p. 345–354, 2012.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous foods. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. **Journal of the Association of the Official Analytical Chemists**, v.46, p.829-835, 1963.

WATSON, D. J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. t. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**. v. 2, p. 41-76, 1947.

WIDER, R. K. and LANG, G. E.. A Critique of the Analytical Methods Used in Examining Decomposition Data Obtained From Litter Bags. **Ecology**, v. 63, p.1636-1642, 1982

WRIGHT, I. A., JONES, J. R., DAVIES, D. A., DAVIDSON, G. R. and VALE, J. E.. The effect of sward surface height on the response to mixed grazing by cattle and sheep. **Animal Science**, v. 82, p. 271-276, 2006.

CAPÍTULO 3. EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO E CARBONO E NITROGÊNIO DA BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO EM PASTOS DE *Cynodon spp.* cv Tifton-85 MANEJADOS COM ÍNDICES DE ÁREA FOLIAR RESIDUAL PASTEJADOS POR OVINOS.

Resumo: A exploração extensiva das pastagens gera danos ao meio ambiente, através da emissão de gases de efeito estufa, contudo pastos bem manejados são drenos de gases de efeito estufa. O objetivo desse estudo é avaliar o efeito que o manejo com índices de área foliar residual em pastos de *Cynodon spp.* cv Tifton-85 pastejados por ovinos proporciona na emissão de dióxido de carbono e na biomassa microbiana do solo. Foi avaliada a emissão de dióxido de carbono em quatro índices de área foliar residual (0,8, 1,4, 2,0 e 2,6) durante o outono, inverno e primavera de 2011 e verão de 2012, através de leituras quinzenais. Para a avaliação do carbono e nitrogênio da biomassa foram coletadas amostras de solo na profundidade de 10 cm. As emissões de dióxido de carbono indicam influência do clima da região, não demonstrando sofrer alterações devido aos índices de área foliar residual. Para a concentração de carbono e nitrogênio da biomassa microbiana encontrou-se diferenças entre as estações do ano, além de diferenças entre os índices de área foliar residual.

Palavras chaves: gases de efeito estufa, matéria orgânica do solo, pastagens

CHAPTER 3. EMISSION OF CARBON DIOXIDE AND CARBON AND NITROGEN IN SOIL MICROBIAL BIOMASS IN PASTURES OF *Cynodon spp.* cv TIFTON-85 MANEGED WITH RESIDUAL LEAFT AREA INDEX GRAZED BY SHEEP

Abstract: In the current scenario of the Brazilian cattle industry, many criticisms and economic embargoes marked the last years since the extensive exploration generates damage to the environment through the emission of greenhouse gases, however well managed pastures since they are great source of mitigation greenhouse gases effect due to perennial crop characteristics, has the ability to trap carbon in soil. The objective of this study is to evaluate the management of indices when using residual leaf area index in pasture *Cynodon spp.* cv Tifton-85 provides grazed by sheep in the emission of carbon dioxide and soil microbial biomass. The emission of carbon dioxide into four levels of residual leaf area (0.8 , 1.4 , 2.0 and 2.6) during the fall , winter and spring of 2011 and summer of 2012 was assessed through biweekly readings. For the evaluation of biomass carbon and nitrogen soil samples were collected at a depth of 10 cm. Emissions of carbon dioxide indicate influences of regional climate, showing no change due to residual leaf area index. For the concentration of carbon and microbial biomass nitrogen was found differences between the seasons, in addition to differences between the rates of residual leaf area index.

Keywords: greenhouse gases, organic matter in the soil, pastures, sheep

7. INTRODUÇÃO

Com 75% da área agricultável composta por pastagens (IBGE, 2006), estima-se que o Brasil possui 210 milhões de hectares de pastagens, destes 120 milhões são compostos por pastagens cultivadas (PAULINO E TEIXEIRA, 2009).

Segundo Cerri et al., (2009), o desmatamento e queima dos resíduos vegetais para a implantação de áreas de pastagens são atualmente as maiores fontes emissoras de gases de efeitos estufa (GEE) do Brasil. No mundo as emissões de GEE oriundos da pecuária é maior do que todo o sistema de transporte (FAO, 2006).

Com o objetivo de melhorar a capacidade produtiva de maneira sustentável novas técnicas de manejo estão sendo proposta, visando aliar produtividade e sustentabilidades do sistema de produção, pois sabe-se que pastagens desde que bem manejadas são fonte de dreno de carbono (BOODDEY et al., 2010).

A utilização do índice de área foliar residual (IAFr) para determinar o momento ideal de interrupção do pastejo tem demonstrado que a escolha pode refletir de maneira positiva ou negativa na produtividade do pasto. Estudos demonstraram que o IAFr modifica a estrutura do dossel, o perfilhamento, relação entre os componentes folhas, colmo e material morto, além de acúmulo de resíduo entre os ciclos de pastejo (GALZERANO et al., 2013; SILVA et al., 2013).

Silva et al., (2013) trabalharam com *Cynodon spp.* cv Tifton-85 pastejado por ovinos, e concluíram que baixos IAFr proporcionam um numero maior de perfilhos mais leves, enquanto que altos IAFr proporcionaram menor numero de perfilhos, porem houve maior produção de material morto. O que permite que questionamentos sobre a forma como a serapilheira produzida é decomposta.

Para avaliar o efeito do manejo e as condições ambientais Bayer e Mielniczuk (2008), sugerem que as características físicas, químicas e biológicas devem ser consideradas para demonstrar a qualidade do solo. As características físicas precisam de um período de tempo maior para serem

modificadas, enquanto que as características químicas biológicas refletem rapidamente os efeitos do manejo.

Dentre as técnicas utilizadas, a determinação do carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo (C-BMS e N-BMS) tem se mostrado um bom indicador das condições do solo, uma vez que o aumento da BMS esta ligada ao aumento da matéria orgânica do solo (REZENDE et al., 2004).

Garcia e Nahas (2007) encontraram diminuição da BMS, atividade respiratória e enzimática em pastagens de *Cynodon spp.* cv Tifton-85 pastejadas por ovinos quando em alta lotação (50 ovinos.ha⁻¹).

Do mesmo modo Souza et al., (2009) encontraram diminuição do C-BMS, N-BMS e P-BMS em pastagens de inverno de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam) com o aumento da intensidade de pastejo.

Com o objetivo de conhecer o efeito que o manejo com IAFr em pastos de Tifton-85, pastejado por ovinos sobre a qualidade biológica do solo foi realizado esse estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área experimental

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, no Setor de Forragicultura e Pastagem do Departamento de Zootecnia, localizado a 21°15'22" de latitude Sul, e de 48°18'58" de longitude Oeste, e altitude média acima do mar de 595 m.

A área experimental compreendeu 4500 m² divididos em 32 piquetes (unidades experimentais). A espécie estudada foi *Cynodon spp*, cultivar Tifton-85, implantada em 1998.

O período experimental foi de fevereiro a dezembro de 2011. O clima do local é classificado como Aw segundo a classificação de Köppen.

O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, típico textura argilosa, horizonte A moderado, caulínítico hipoférrico com relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006).

Clima do período experimental

As variáveis climáticas foram coletadas por estação meteorológica automática instalada a aproximadamente 1000 metros da área experimental.

Os dados de temperatura máxima (Tmax), temperatura média (Tmed), temperatura mínima (Tmin) do ar encontram-se na Figura 1.

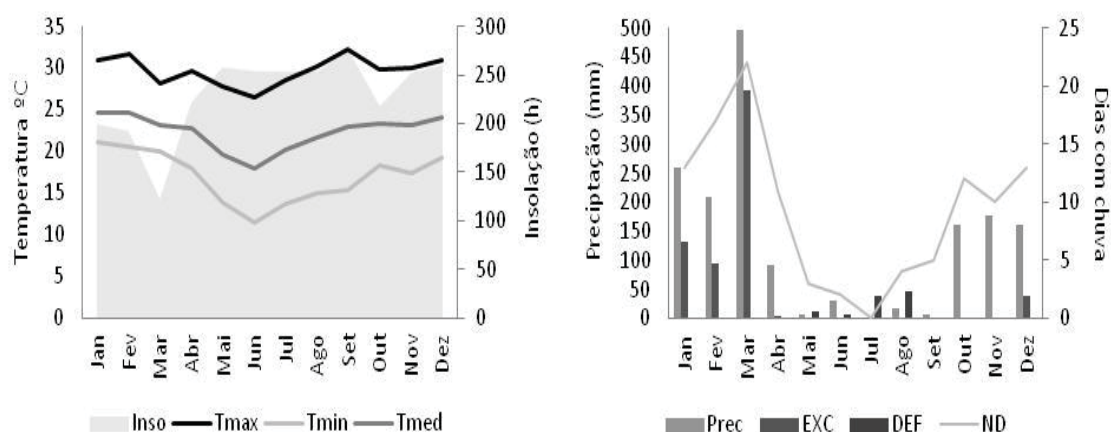


Figura 1. A) Temperatura máxima (Tmax), mínima (Tmin) e média (Tmed) do ar em graus Celcius, insolação em horas. B) Dias com chuva (ND) e precipitação pluviométrica em milímetros (Prec), Excesso de chuva (EXC), déficit de chuva (DEF) no ano de 2011. Fonte: Estação de Agrometeorologia da Unesp, Campus de Jaboticabal-SP.

Análise química do solo

Foram coletadas amostras de solo antes do início do experimento representando a área total, através de uma amostra composta coletada na profundidade de 0,2 m, com auxílio de trado holandês. As amostras foram secas ao ar, e enviadas ao laboratório de solos da FCAV/UNESP – Jaboticabal para serem analisadas.

O solo da área apresentou as seguintes características, pH (CaCl₂) = 5,2; Matéria orgânica (g/dm³) = 27; Fósforo resina (mg/dm³) = 14; Potássio (mmol_c/dm³) = 5,1; Cálcio (mmol_c/dm³) = 38; Magnésio (mmol_c/dm³) = 11; H⁺+Al (mmol_c/dm³) = 34.

Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos compostos por índices de área foliar residual (IAFr) 0,8; 1,4; 2,0 e 2,6 e três repetições, compreendendo um total de doze unidades experimentais.

O IAFr foi estimado em todas as unidades experimentais com auxílio do aparelho analisador de dossel – AccuPAR Model LP – 80 PAR/LAI (Decagon devices®).

As estimativas dos IAFr e da interceptação luminosa (IL), foram obtidas por 20 leituras em cada unidade experimental. As leituras eram realizadas periodicamente durante a estadia dos animais nas unidades experimentais.

A imposição dos IAFr e manutenção dos mesmos foi realizada por ovinos, machos, não castrados, sem raça definida (SRD) com idade média inicial de 90 dias.

O manejo aplicado à área seguiu as recomendações para condução de pastejos intermitentes segundo Allem (2011), sendo que as unidades experimentais eram pastejadas por períodos inferiores a sete dias.

O período de recuperação dos pastos foi definido pela capacidade do dossel interceptar 95% da luz incidente.

Massa de forragem

A massa de forragem foi estimada antes e após cada evento de pastejo, através da técnica de dupla amostragem proposta por Pedreira et al., (1999), que consiste da associação de mediadas diretas (corte de forragem) e indiretas (disco ascendente).

No pré-pastejo foram coletados 6 pontos de $0,25\text{m}^2$ que representavam a amplitude da altura dos pastos, a forragem foi coletada rente ao solo, e posteriormente secas em estufa de circulação de ar a 55° por 72 horas.

Com o prato ascendente foram realizadas 30 medidas de maneira aleatória em cada piquete. Para cada IAFr foi gerada uma equação de calibração, conforme Liu et al., (2011).

Das alturas médias coletadas retirava-se um subamostra para separação dos componentes morfológicos (colmo+bainha, lamina foliar e material morto), que após separadas eram levados a estufa de circulação de ar a 55° por 72 horas.

Emissão de dióxido de carbono

A emissão de dióxido de carbono foi realizada durante o outono, inverno e primavera de 2011, quinzenalmente.

A emissão de dióxido de carbono (CO₂) do solo foi registrada utilizando câmara de fluxo fabricada pela companhia LI-COR (Figura 2).

O sistema LI-COR monitora a concentração de CO₂ no interior da câmara, esta é operada próxima à concentração de CO₂ da atmosfera na área experimental.



Figura 2. Coleta da emissão de dióxido de carbono pelo aparelho LI-COR

Biomassa microbiana do solo

Foram coletadas amostras de solo para determinação do carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) e nitrogênio da biomassa microbiana do solo (N-BMS).

As amostras foram coletadas no momento em que os animais entravam nas unidades experimentais, ou seja, quando o dossel forrageiro interceptava 95% da luz incidente.

As amostras foram compostas por seis coletas de solo na profundidade de 0,1 m, por unidade experimental.

Após coletada, as amostras foram armazenadas em câmara refrigerada a 4°C até o momento de processamento.

O C-BMS e N-BMS foram estimados por irradiação-extração, seguido de leitura por espectrofotometria segundo metodologia descrita por Ferreira et al., 1999.

Temperatura e umidade do solo

A temperatura (°C) foi mensurada com o auxílio de termômetro digital com haste de 15 cm.

A umidade volumétrica do solo (%) foi mensurada com o aparelho TDR HydroSense Campbell Scientific® com haste de 12 cm.

Foram realizadas seis leituras por unidade experimental, sendo que cada unidade experimental representou um IAFr. As leituras foram realizadas a cada 15 dias.

Análise estatística

A análise foi realizada utilizando modelos mistos do SAS (2008) (Statistical Analysis System), versão 9.2. Para massa de forragem realizou-se regressão polinomial utilizando SAS 9.2 (Littel et al., 2007) para analisar as demais variáveis utilizou-se teste de médias ajustado por Tukey com 5% de probabilidade.

8. RESULTADOS

Massa de Forragem

Os resultados de massa de forragem total no pré e pós pastejo do período experimental encontra-se na Tabela 1. Em média a massa de forragem foi maior no IAFr 2,6 seguido pelo IAFr 2,0, 0,8 e 1,4,

A massa de forragem pré e pós pastejo foi maior no verão, seguido do outono e inverno. Dentro da mesma estação do ano no pré pastejo o comportamento foi quadrático ($P < 0.05$) no verão e inverno, não apresentando efeito significativo no outono ($P > 0.05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Massa de forragem total no pré-pastejo de pastos de Tifton-85 manejados sob quatro IAFr durante as épocas de verão, outono e inverno.

Época	MST (kg ha ⁻¹) Pré-pastejo				p ⁽¹⁾ . para contraste	Média
	IAFr 0,8	IAFr 1,4	IAFr 2,0	IAFr 2,6		
Verão	7694	6999	6410	7756	Q*	7215
Outono	6505	6467	6602	7160	ns	6684
Inverno	5312	4811	6087	6798	Q*	5752
p ⁽¹⁾ . para contraste	L*	L*	ns	L*		
Média	6504	6093	6366	7238		

Época	MST (kg ha ⁻¹) Pós-pastejo				p ⁽¹⁾ . para contraste	Média
	IAFr 0,8	IAFr 1,4	IAFr 2,0	IAFr 2,6		
Verão	3326	4416	5311	5732	L*	4696
Outono	3381	4110	4747	5325	L*	4390
Inverno	3059	3442	4291	5149	L*	3985
p ⁽¹⁾ . para contraste	ns	L*	L	L		
Média	3322	3989	4783	5402		

(1) Probabilidade associada ao teste F, para contrastes; L= efeito linear; Q= efeito quadrático, C= efeito cúbico, ns= não significativo.

Entre as estações no pré pastejo o comportamento foi linear para os IAFr 0,8,1,4, e 2,6 ($P < 0.05$). Não foi verificado efeito significativo no IAFr 2,0 ($P > 0.05$). No pós pastejo o comportamento foi linear nos IAFr 1,4, 2,0 e 2,6 ($P < 0.05$), não houve efeito significativo no IAFr 0,8 ($P > 0.05$) (Tabela 1).

Emissão de dióxido de carbono

O resultado das emissões de dióxido de carbono (ECO2) durante o Outono, inverno e primavera de 2011 e verão de 2012 estão apresentados na Tabela 2.

Não houve diferença na ECO2 entre os IAFr ($P>0.05$) dentro da mesma estação do ano. Observa-se diferença na ECO2 entre as estações ($P<0,05$).

As maiores taxas de ECO2 ocorreram na primavera e verão ($P<0,05$), seguida por outono e inverno (Tabela 2).

Na primavera as emissões variaram de 1,68 a 8,97 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, no verão 2,55 a 8,74 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, no outono 2,5 a 8,9 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, e no inverno 1,82 a 8,42 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Tabela 2)

A precipitação pluviométrica foi maior no outono seguida do verão primavera e inverno (Tabela 2).

Tabela 2. Emissão de dióxido de carbono em pastos de *Cynodon spp.* cv Tifton-85 manejados com índices de área foliar residual, pastejados por ovinos.

		Outono	2011 Inverno	Primavera	2011/2012 Verão
IAFr 0,8	ECO2Med	4.71Ba	3.56Ca	6.06Aa	6.11Aa
	ECO2Min	2.70	1.82	2.36	3.85
	ECO2Max	7.70	8.42	8.97	8.74
IAFr 1,4	ECO2Med	4.77Ba	4.02Ba	6.21Aa	6.12Aa
	ECO2Min	2.50	2.10	1.68	3.90
	ECO2Max	6.70	6.77	8.80	8.72
IAFr 2,0	ECO2Med	4.947Ba	3.87Ca	6.16Aa	5.92Aa
	ECO2Min	2.50	2.00	3.44	3.44
	ECO2Max	8.90	6.99	8.87	8.67
IAFr 2,6	ECO2Med	4.70Ba	4.10Ba	5.80Aa	5.89Aa
	ECO2Min	2.60	2.24	3.17	2.55
	ECO2Max	8.90	7.79	8.75	8.57
PPtotal		595	48	344	498

Índice de área foliar residual (IAFr). Emissão de dióxido de carbono (ECO2). Precipitação total (PPtotal). Letras maiúsculas iguais não diferem entre si nas linhas ($P<0.05$). Letras minúsculas iguais não diferem entre si nas colunas ($P<0.05$)

Temperatura e Umidade do solo

A temperatura não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) entre os IAFr na mesma estação do ano. Houve diferença significativa para os IAFr entre as estações do ano ($P<0,05$).

A temperatura do solo foi maior no verão, não diferindo na primavera e outono, e o menor valor foi observado no inverno ($P<0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3. Temperatura do solo em pastos de *Cynodon spp.* cv Tifton-85 manejados com índices de área foliar residual, pastejados por ovinos.

		2011			2011/2012
		Outono	Inverno	Primavera	Verão
IAFr 0,8	TsoloMed	21.87Ba	17.74Ca	23.42Ba	25.10Aa
	TsoloMin	16.50	12.70	20.20	23.50
	TsoloMax	26.20	20.50	26.80	28.30
IAFr 1,4	TsoloMed	21.39Ba	17.33Ca	22.99Ba	24.73Aa
	TsoloMin	16.50	12.20	19.70	22.80
	TsoloMax	25.80	20.40	25.50	26.00
IAFr 2,0	TsoloMed	21.08Ba	17.44Ca	22.90Ba	24.60Aa
	TsoloMin	15.30	12.20	19.10	24.00
	TsoloMax	27.60	20.10	25.70	25.70
IAFr 2,6	TsoloMed	21.72Ba	17.57Ca	22.97Ba	24.46Aa
	TsoloMin	17.00	14.00	19.80	23.40
	TsoloMax	25.80	19.80	25.60	26.00

Temperatura média, mínima e máxima do solo (TsoloMed), (TsoloMin) e (TsoloMax). Letras maiúsculas iguais não diferem entre si nas linhas ($P<0,05$). Letras minúsculas iguais não diferem entre si nas colunas ($P<0,05$).

A umidade do solo não foi significativamente diferente entre os IAFr na mesma estação do ano. Houve diferença significativa entre as estações do ano ($P<0,05$) (Tabela 4).

No verão observou-se maior umidade no solo em todos os IAFr e o inverno a menor ($P<0,05$).

Os IAFr 0,8, 2,0 e 2,6 não diferiram entre si na primavera e o outono, quanto à umidade do solo, já uma menor porcentagem de umidade foi observada no inverno.

O IAFr 1,4 apresentou diferenças entre todas as estações do ano, sendo que a umidade no outono foi maior do que na primavera (Tabela 4).

Tabela 4. Umidade do solo em pastos de *Cynodon spp.* cv Tifton-85 manejados com índices de área foliar residual, pastejados por ovinos.

		2011			2011/2012
		Outono	Inverno	Primavera	Verão
IAFr 0,8	UsoloMed	31.47 Ba	16.64 Ca	31.44 Ba	38.59 Aa
	UsoloMin	4.00	5.00	13.00	12.00
	UsoloMax	58.00	30.00	51.00	58.00
IAFr 1,4	UsoloMed	32.85 Ba	16.21 Da	28.97Ca	39.07 Aa
	UsoloMin	9.00	7.00	12.00	13.00
	UsoloMax	60.00	28.00	42.00	61.00
IAFr 2,0	UsoloMed	32.04 Ba	17.40 Ca	32.38 Ba	39.26 Aa
	UsoloMin	7.00	5.00	18.00	11.00
	UsoloMax	55.00	31.00	46.00	57.00
IAFr 2,6	UsoloMed	32.23 Ba	17.90 Ca	30.65 Ba	39.85 Aa
	UsoloMin	10.00	9.00	14.00	15.00
	UsoloMax	60.00	34.00	46.00	58.00

Índice de área foliar residual (IAFr). Umidade média, mínima e máxima do solo (UsoloMed), (UsoloMin) e (UsoloMax). Letras maiúsculas iguais não diferem entre si nas linhas ($P<0.05$). Letras minúsculas iguais não diferem entre si nas colunas ($P<0.05$)

Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo

O carbono da biomassa microbiana do solo (CBMS) apresentou diferenças significativas entre os IAFr ($P<0,05$) e entre as estações do ano (EA) ($P<0,05$).

Nos IAFr 0,8, 1,4 e 2,6 a maior concentração de CBMsolo ocorreu no outono, seguido do inverno e primavera para todos os IAFr ($P<0,05$).

No IAFr 2,0 as maiores concentrações ocorreram no outono e inverno não diferindo entre si ($P<0,05$) e menor concentração na primavera.

Entre os IAFr no outono as maiores concentrações ocorreram nos IAFr 0,8 e 1,4 não diferindo entre si ($P<0,05$), seguido pelo IAFr 2,6, a menor concentração ocorreu no IAFr 2,0.

No Inverno não houve diferença entre os IAFr ($P<0,05$).

Na primavera a maior concentração de CBMsolo ocorreu no IAFr 2,0 ($P<0,05$) seguido pelos demais IAFr que não diferiram entre si.

Tabela 5. Carbono da biomassa microbiana do solo (mg.kg^{-1} solo) em pastos de *Cynodon spp.* cv Tifton-85 manejados com índices de área foliar residual, pastejados por ovinos.

		Outono	Inverno	Primavera
IAFr 0,8	CBMSMed	686.66 Aa	556.00 Ba	363.33 Cb
	CBMSMin	634.00	477.00	328.00
	CBMSMax	765.00	618.00	422.00
IAFr 1,4	CBMSMed	652.00 Aa	518.33 Ba	361.33 Cb
	CBMSMin	606.00	400.00	278.00
	CBMSMax	742.00	655.00	485.00
IAFr 2,0	CBMSMed	433.66 Ac	474.00 Aa	403.33 Ba
	CBMSMin	348.00	372.00	250.00
	CBMSMax	517.00	572.00	503.00
IAFr 2,6	CBMSMed	543.33 Ab	408.00 Ba	316.00 Cb
	CBMSMin	399.00	374.00	287.00
	CBMSMax	706.00	435.00	334.00

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si nas linhas ($P < 0.05$) pelo teste de Tukey. Letras minúsculas iguais não diferem entre si na coluna, pelo teste de Tukey.

Entre as estações do ano nos IAFr 0,8 e 1,4 a maior concentração de NBMSolo ocorreu no outono, seguido do inverno e primavera ($P < 0,05$).

Tabela 6. Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (mg.kg^{-1} solo) em pastos de *Cynodon spp.* cv Tifton-85 manejados com índices de área foliar residual, pastejados por ovinos.

		Outono	Inverno	Primavera
IAFr 0,8	NBMSMed	168.66 Aa	133.33 Bb	75.66 Cc
	NBMSMin	160.00	126.00	52.00
	NBMSMax	175.00	144.00	102.00
IAFr 1,4	NBMSMed	153.33 Aa	133.00 Bb	72.66 Cc
	NBMSMin	145.00	126.00	59.00
	NBMSMax	159.00	141.00	86.00
IAFr 2,0	NBMSMed	153.66 Aa	114.66 Bb	149.00 Aa
	NBMSMin	150.00	106.00	79.00
	NBMSMax	161.00	122.00	197.00
IAFr 2,6	NBMSMed	161.33 Aa	168.33 Aa	109.00 Bb
	NBMSMin	146.00	163.00	103.00
	NBMSMax	171.00	178.00	112.00

*Letras maiúsculas iguais não diferem entre si nas estações para os mesmo IAFr ($P < 0.05$) pelo teste de Tukey. Letras minúsculas iguais não diferem entre si dentro da mesma estação pelo teste de Tukey.

O IAFr 2,0 não apresentou diferença na concentração de NBMsolo ($P>0,05$) no outono, mas na primavera houve a maior concentração de NBMsolo, seguido do inverno.

No IAFr 2,6 não houve diferença significativa entre o outono e primavera, que apresentaram as maiores concentrações de NBMsolo, a menor concentração foi observada na primavera.

Entre os IAFr no outono não houve diferença significativa para a concentração de NBMsolo ($P<0,05$).

No inverno o IAFr 2,6 obteve a maior concentração do NBMsolo ($P<0,05$) os IAFr 0,8, 1,4, 2,0 não diferiram entre si.

No outono a maior concentração de NBMsolo ocorreu no IAFr 2,6, seguido pelo IAFr 2,0, os IAFr 0,8 e 1,4 obtiveram a menor concentração de NBMsolo não diferindo entre si ($P<0,05$).

9. DISCUSSÃO

As diferenças no pasto de Tifyon-85 decorrentes da utilização dos IAFr não foram suficientes para afetar a ECO₂ quando analisado dentro da mesma estação do ano, as diferenças encontradas foram entre as estações.

As ECO₂ são proporcionadas pela respiração das raízes, decomposição da serapilheira e respiração dos microrganismos presentes no solo, como não houve diferenças significativas nas emissões entre os IAFr na mesma estação do ano, infere-se que a utilização do manejo do pasto com IAFr não alterou os fatores que modificam a ECO₂ durante o ano avaliado.

A permanência na utilização do IAFr no manejo de pastos podem alterar a dinâmica de como os nutrientes são ciclados a cima e a baixo do solo, uma vez que Galzerano et al., (2013) e Silva et al., (2013) encontraram mudanças nos componentes morfológicos dos capim Mombaça e TiftoN-85 quando utilizaram IAFr como ferramenta de manejo dos pastos.

As variações climáticas são responsáveis por influenciar a ECO₂, com isso, a compreensão de como o manejo de desfolha pode interferir nas ECO₂ ainda permanece incerto e de difícil predição (Gavrichkova et al. (2010) uma vez que a variação sazonal ou mesmo momentânea altera a ECO₂.

As mudanças que ocorreram na temperatura e umidade do solo entre os IAFr, não foram suficientes para modificar a dinâmica da ECO₂.

Segundo Harper et. al., (2005) a ECO₂ em pastagens naturais sofre alterações com o volume precipitado e a distribuição durante as estações do ano, os autores observaram aumento da emissão com o aumento da umidade e temperatura do solo, sendo esses dois fatores responsáveis por explicar até 64% na variação ocorrida na ECO₂.

As maiores ECO₂ ocorreram na primavera e verão o volume de precipitação média foi de 421 mm, apesar de Luo & Zhou, (2006) relataram que a ECO₂ aumenta após a ocorrência de chuvas, devido à ocupação dos espaços porosos do solo pela água, o que ocasiona a saída dos gases, os resultados encontrados nesse estudo sugerem uma diminuição na emissão nos períodos de maiores precipitação.

No outono houve média de precipitação pluviométrica de 595 mm, durante 24 dias, proporcionando saturação nos poros do solo afetando a ECO₂.

Outro fator que deve ser considerado para justificar as maiores taxas de ECO₂ na primavera é a recuperação das gramíneas e da fauna do solo após um período de estacionalidade, ocasionado pelo déficit hídrico e temperaturas amenas.

No inverno verificou-se as menores taxas de ECO₂ devido a temperaturas do solo baixas e baixo volume de precipitação, o que afeta de forma negativa os microrganismos do solo e praticamente paralisa o crescimento das gramíneas.

Com as primeiras chuvas na primavera, houve rápida recuperação dos microrganismos e crescimento da forrageira, aumentando os processos que participam das ECO₂. Hall et. al., (2005) demonstraram que a variabilidade de sazonal influencia diretamente o crescimento das plantas e decomposição do material orgânico, o que ocasiona aumento da ECO₂, mesmo com os estoques de carbono do solo sendo estáveis.

O carbono da Biomassa microbiana do solo diferente do que encontrado por Fall et. al., (2012) se manteve constante entre o outono e inverno e houve decréscimo na primavera.

Trabalhos como de Ford et. al., (2007) comentam que há decréscimo no CBMS nas estações secas do ano devido a ausência das condições hídricas

ideais e redução nos substratos carbonáceos para a multiplicação dos microrganismos do solo.

Após períodos de escassez hídrica a biomassa microbiana tende a utilizar a matéria orgânica acumulada promovendo maior atividade durante o período chuvoso (Piao et. al., 2000), todavia, a diminuição do CBMsolo e NBMsolo na primavera justifica-se pela recuperação da atividade microbiana, que utiliza o substrato existente para a multiplicação e reestabelecimento das atividades.

Os valores mais elevados dos teores de CBMsolo implicam maior imobilização temporária de nutrientes e, conseqüentemente, em menores perdas de nutrientes no sistema solo-planta (MERCANTE et al., 2004), justificando os maiores teores no inverno, e menores na primavera vista a recuperação do pasto.

Debosz et al., (1999), determinaram a extensão das variações temporais num período de dois anos em algumas variáveis microbiológicas, entre elas o CBMsolo, houve variação entre as estações, as quais poderiam ser associadas com fatores ambientais e crescimento das culturas e não devido a diferenças pelo estímulo da matéria orgânica.

Segundo Alves et al., (2008), uma pastagem produtiva com alta taxa de reciclagem de raízes, fornecer carbono ao solo tendo condições de aumentar o conteúdo de C, ou pelo menos manter os níveis observados em áreas de vegetação nativa.

A redução do NBMS no inverno e primavera para os IAFr 0,8 e 1,4 corrobora com os resultados encontrados por Garcia e Nahas (2007) e Ghani et al.,(2003), que encontraram diminuição na atividade da biomassa microbiana com o aumento da carga animal.

A imobilização pela biomassa microbiana é temporária, na medida em que ocorre a morte dos microrganismos, há a mineralização destes pelo restante da biomassa, liberando os nutrientes imobilizados. No período de escassez de chuva (inverno) e estacionalidade de produção da forragem pode ocorrer a imobilização do NBMsolo justificando assim as maiores concentrações nesse período seguida de liberação na primavera visto as condições ambientais e crescimento da forrageira.

10. CONCLUSÃO

O manejo de resíduo pós-pastejo utilizando diferentes Índices de área foliar residual em pastos de *Cynodon spp.* cv Tifton-85 propiciam semelhantes emissões. No entanto, essas emissões são variáveis em função da sazonalidade regional.

Pastos de Tifton-85 quando manejados com Índices de área foliar residual têm a quantidade de carbono e nitrogênio da biomassa microbiana alterados.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. de O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. **rev. atual**. Porto Alegre: Metrópole, p.7-18. 2008

BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; CONCEIÇÃO, P. C.; ZANATTA, J. A.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; DIECKOW, J.; SANTOS, H.P. dos; DENARDIN, J. E.; AITA, C.; GIACOMINI, S.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Carbon accumulation at depth in Ferralsols under zero-till subtropical agriculture. **Global Change Biology**, v.16, p.784-795, 2010.

CENSO AGROPECUÁRIO IBGE (2006). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>>

CERRI, C. C.; MAIA, S. M. F.; GALDOS, M. V.; CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; BERNOUX, M. Brazilian greenhouse gas emissions: the importance of agriculture and livestock. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 6, p. 831-843, 2009.

DEBOSZ, K., RASMUSSEN, P. H.; PEDERSEN, A. R. Temporal variations in microbial biomass C and cellulolytic enzyme activity in arable soils: effects of organic matter input. **Applied Soil Ecology**, v.13, p.209-218, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 306p. 2006.

FALL, D.; DIOUF, D.; ZOUBEIROU, A. M.; BAKHOUM, N.; FAYE, A.; SALL, S. N. Effect of distance and depth on microbial biomass and mineral nitrogen content under Acacia Senegal (L.) Willd. Trees. *Journal of Environmental Management*, v. 95, p.S260-S264, 2012.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Challenges and opportunities for carbon sequestration in grassland systems: **A technical report on grassland management and climate change mitigation**. Compiled by Richard T. Conant. Integrated Crop Management v. 9, 2010.

FORD, J. D., KOOKSTON, W. R., ADAMS, M. A. AND GRIERSON, P. F.. Role of soil dryin in nitrogen mineralization and microbial mommunity function in semiarid grassland of northwest Australia. **Soil Biol. Biochem.** v.39, p.1557-1569, 2007.

GALZERANO, L.; MALHEIROS, E. B.; RAPOSO, E.; MORGADO, E. S.; RUGGIERI, A. C.. Acúmulo e desaparecimento de forragem e variações na estrutura de pastos de capim-xaraés submetidos a intensidades de pastejo em lotação intermitente. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 34, p. 2485-2496, 2013.

GARCIA, M. R. L. and Nahas, E.. Biomassa e atividades microbianas em solo sob pastagem com diferentes lotações de ovinos. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.31, p.269-276. 2007.

GAVRICHKOVA, O.; MOSCATELLI, M. C.; KUZYAKOV, Y.; GREGO, S.; VALENTINI, R. Influence of defoliation on CO₂ efflux from soil and microbial activity in a Mediterranean grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.136, p.87–96, 2010.

GHANI, A.; DEXTER, M. & PERROTT, K.W. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. **Soil Biol. Biochem.**, v.35, p.1231-1243, 2003.

HARPER, C. W., BLAIR, J. M., FAY, P. A., KNAPP, A. K., and CARLISLE, J. D.: Increased rainfall variability and reduced rainfall amount decreases soil CO₂ flux in a grassland ecosystem, **Glob. Change Biol.**, v.11, p.322–334, 2005.

LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D.; SCHABENBERGER, O. Sas for Mixed Models. 2ed. **SAS Institute Inc.** 813p. 2006.

LUO, Y. Q. and ZHOU, X.: Soil Respiration and the Environment, **Academic Press**, Burlington, VA, 320p., 2006.

PAULINO, V. T. & TEIXEIRA, E.M.L.. SUSTENTABILIDADE DE PASTAGENS – MANEJO ADEQUADO COMO MEDIDA REDUTORA DA EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA CPG- **Produção animal sustentável, Ecologia de Pastagens**, IZ, APTA/SAA, 2009.

PIAO, H. C.; HONG, Y. T.; YUAN, Z. Y. Seasonal changes of microbial biomass carbon related to climatic factors in soil from Karst areas of southwest China. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.30, n.4, p.294-297, 2000.

REZENDE, L.A.; ASSIS, L.C. & NAHAS, E. Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization in two soils amended with distillery yeast. **Biores. Technol.**, v.94, p.159-167, 2004.

SILVA, W. L. ; GALZERANO, L. ; REIS, R. A. ; RUGGIERI, A.C. ; RUGGIERI, A.C. . Structural characteristics and forage mass of Tifton- 85 pastures managed under three post-grazing residual leaf areas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 42, p. 238-245, 2013.

SOUZA, E.D. de; COSTA, S.E.V.G. de A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C. de F.; ANDRIGUETI, M.; CAO, E. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p. 1829-1836, 2009.