

ERIKA SOCORRO ALVES GRACIANO

**ATIVIDADE MICROBIANA E DECOMPOSIÇÃO DE SERRAPILHEIRA EM
PASTAGENS CONSORCIADAS NA ZONA DA MATA SECA DE
PERNAMBUCO**

RECIFE-PE

2013

ERIKA SOCORRO ALVES GRACIANO

**ATIVIDADE MICROBIANA E DECOMPOSIÇÃO DE SERRAPILHEIRA EM
PASTAGENS CONSORCIADAS NA ZONA DA MATA SECA DE
PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Doutor.

RECIFE-PE

2013

ERIKA SOCORRO ALVES GRACIANO

**ATIVIDADE MICROBIANA E DECOMPOSIÇÃO DE SERRAPILHEIRA EM
PASTAGENS CONSORCIADAS NA ZONA DA MATA SECA DE
PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Doutor.

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Mario de Andrade Lira Júnior - Orientador

Prof. Dr. José Carlos Batista Dubeux Júnior - Co-orientador

Prof^a. Dr^a. Márcia do Vale Barreto Figueiredo - Co-orientadora

RECIFE-PE

2013

Ficha catalográfica

G731a Graciano, Erika Socorro Alves
Atividade microbiana e decomposição de serrapilheira em pastagens consorciadas na zona da mata seca de Pernambuco / Erika Socorro Alves Graciano. – Recife, 2013.
145 f. : il.

Orientador: Mario de Andrade Lira Júnior.
Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2013.
Referências.

1. Microbiologia do solo 2. Decomposição microbiana
3. *Brachiaria decumbens* 4. Leguminosas forrageiras
I. Lira Júnior, Mario de Andrade, orientador II. Título

CDD 631.4

ERIKA SOCORRO ALVES GRACIANO

**ATIVIDADE MICROBIANA E DECOMPOSIÇÃO DE SERRAPILHEIRA EM
PASTAGENS CONSORCIADAS NA ZONA DA MATA SECA DE
PERNAMBUCO**

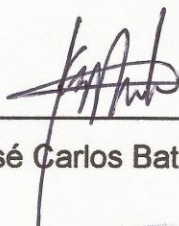
Tese aprovada em 28 de fevereiro de 2013.

Orientador:

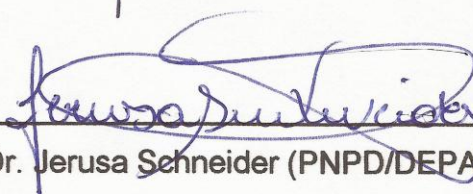


Prof. PhD. Mario de Andrade Lira Júnior (DEPA/UFRPE)


Banca examinadora:



Prof. PhD. José Carlos Batista Dubeux Júnior (DZ/UFRPE)



Dr. Jerusa Schneider (PNPD/DEPA/UFRPE)



Dr. Gláucia Alves e Silva (PNPD/DEPA/UFRPE)



Dr. Maria Luíza Ribeiro Bastos da Silva (IPA)

RECIFE-PE

2013

“O solo não é uma herança que recebemos de nossos pais, mas sim um patrimônio que tomamos emprestado de nossos filhos”.

L. Brown

Aos meus irmãos, Edvaldo Graciano, Fernando Graciano, Eva Graciano, Evana Graciano e Gerusa Silva.

Aos meus sobrinhos, Felipe, Davi, Clisalvi Jr., Everton, Diego, Diogo, Gabriel, Lara, Elany e Ellen.

À minha cunhada, M^a Helena F. Graciano, e aos meus cunhados, Clisalvi L. M. Neto e Tiago H. Costa.

OFEREÇO

Aos meus pais, Francisco S. Graciano (in memoriam) e Erundina A. Graciano, essência da minha existência, que me ensinaram as lições do trabalho, da honestidade e da dignidade com simplicidade e seu verdadeiro amor.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelas oportunidades proporcionadas, por colocar pessoas especiais em minha vida, por permitir momentos tão bons e, principalmente, momentos ruins que favoreceram meu crescimento profissional, por estar sempre ao meu lado e por possibilitar essa maravilhosa conquista em minha vida.

À minha família, em especial a minha mãe e irmãos, por ser minha base, por todo incentivo, compreensão, paciência, por entender minha ausência e sempre apoiar meus objetivos.

Ao Prof. Mario de Andrade Lira Júnior, pela orientação, confiança, apoio, ensinamentos e amizade.

Ao Prof. José Carlos Batista Dubeux Júnior e a Prof^a. Márcia do Vele Barreto Figueiredo, pela co-orientação, ensinamentos e apoio.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco juntamente ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo (PPGCS) pela realização do curso de Doutorado, por todo apoio e recursos recebidos.

À coordenação do PPGCS, pelas contribuições prestadas de forma direta e indireta.

Ao corpo docente do PPGCS, pelos ensinamentos, conhecimentos e experiências transmitidas.

À secretária do PPGCS, Maria do Socorro Santana e Josué Camilo, pela dedicação, paciência e ajuda a todos que fazem parte do PPGCS.

À José Fernando Wanderley Fernandes Lima (Zeca), por toda atenção e apoio.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), pela contribuição e disponibilização de meios para realização dos experimentos e das coletas.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa que viabilizou parte dos estudos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro do trabalho.

Aos Laboratórios de Física, Química, Mineralogia e Biotecnologia do Solo, de Forragicultura e Nutrição Animal pela disponibilização da infraestrutura e equipamentos para realização das análises.

Aos estagiários, Débora M. Soares, Aline M. Arruda, Gustavo A. H. Lima, Manoela M. Pino, Laís M. Guimarães, Millena Í. O. Feitosa, Heverton R. C. Albuquerque, Rodrigo O. Queiroz, Flávio H. O. C. Acioli, M^a Julia D. C. Farias, Gessyka R. Albuquerque, Fabiane e Luana Pessoa, pela inestimável ajuda na condução dos experimentos, coletas e na realização das análises laboratoriais; por estarem sempre dispostos a aprender e, especialmente, pela amizade, convivência e grandes momentos de alegria.

Aos amigos (“irmãos de orientação”), André B. Silva, Altanys S. Calheiros, Clayton Souza, Vanessa D. C. Barros, Gláucia A. Silva, Rayssa P. Vicentin, Paulo G. Silva, Ítalo A. Ferrer, Thiago Prates F. e Lenivânia M. Silva, pelo incentivo, apoio, amizade, convivência e os momentos de alegria.

Aos amigos do PPGCS, Wagner Luis, Marcelo Pininga, Thales Pantaleão, Márcio Fléquisson, Welka Preston, Marise Marques, Maria Almeida, Vinícius Carvalho, Luciana Remígio, Renato Santos, Dário Primo, Patrícia Andrade, Marcus Mendes, Suzana Gomes, Edivan Uchoa, Agenor Jr., João Paulo Silva, Danúbia Ramos, Marilúcia Santos, Wagner Pessoa e Priscila Lima, pela amizade, convivência e momentos agradáveis.

Aos amigos que fiz no Laboratório de Forragem-DZ/UFRPE, Valéria Xavier, Hiran Silva, Filipe Cabral, Carol Lira e Diego Coêlho, pelo apoio e convivência.

A Ricardo Rafael Andrade de Vasconcelos pelo incentivo, pelas palavras de ânimo quando precisei, por me ajudar a levantar quando cai, pela paciência e todo amor recebido durante os dois últimos anos do curso.

À Prof^a. Vilma Marques Ferreira da Universidade Federal de Alagoas e à Prof^a. Rejane J. Mansur Custódio Nogueira da Universidade Federal Rural de Pernambuco, por todo incentivo e amizade.

Às amigas, Kátia Felix, Janaína Cortez, Ellen Valente e Larissa Trigueiros, pela amizade, por estarem ao meu lado mesmo quando meus pensamentos estavam distantes e por toda força recebida, as quais foram minha família em Recife durante o curso.

Aos amigos(as), Sr. Egildo Cavalcanti, Sra. Ivanete, Eric, Sarah e Soraia, por todo apoio e incentivo.

Aos amigos (as), Ademar, Allyne Pontes, Sibeli Carvalho, Leila Cruz, Claudiana Moura, Clíssia Barboza e Hailson Ferreira, pelo incentivo, apoio e amizades.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Erika Socorro Alves Graciano, filha de Francisco Soares Graciano e Erundina Alves Graciano, brasileira, natural de Caruaru-PE, nasceu no dia 04 de agosto de 1983. cursou o ensino médio na Escola Estadual de Caruaru, concluindo no ano de 2000. Em 2002 ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal de Alagoas - UFAL, em Maceió-AL. No primeiro ano do curso de Agronomia despertou interesse e gosto pela ciência participando de projeto de pesquisa como estagiária voluntária; em 2003 prestou seleção para monitoria da disciplina de Fisiologia Vegetal sendo selecionada, atuando por dois semestres como monitora da disciplina, e em 2004 ingressou na iniciação científica por quatro semestres. Em 2007 obteve o diploma de Engenheira Agrônoma e ingressou no Mestrado em Botânica na Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, onde atuou na área de Biotecnologia e Fisiologia vegetal. Em 2009 obteve o título Mestre em Botânica e ingressou no Doutorado em Agronomia- Ciência do Solo na Universidade Federal Rural de Pernambuco e passou a atuar na área de concentração de Química, Fertilidade e Microbiologia do solo com linha de pesquisa em ciclagem de nutrientes.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xvi
RESUMO GERAL	xviii
GENERAL ABSTRACT	xx
INTRODUÇÃO GERAL.....	22
SITUAÇÃO GERAL DAS PASTAGENS	24
RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS	27
EFEITO DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS EM CONSÓRCIO COM GRAMÍNEAS NA RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS	29
BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO	32
CICLAGEM DE NITROGÊNIO EM SISTEMA DE PASTAGEM.....	35
REFERÊNCIAS	42
CAPÍTULO I	60
BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO EM PASTAGEM DEGRADADA DE BRAQUIÁRIA APÓS IMPLANTAÇÃO DE LEGUMINOSAS HERBÁCEAS	61
RESUMO	61
ABSTRACT	62
INTRODUÇÃO.....	62
MATERIAL E MÉTODOS.....	64
RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
CONCLUSÃO	75
AGRADECIMENTOS	75
REFERÊNCIAS	76
CAPÍTULO II	82
BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO EM PASTAGEM DEGRADADA DE BRAQUIÁRIA APÓS IMPLANTAÇÃO DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS E ARBÓREAS	83
RESUMO	83
ABSTRACT	84
INTRODUÇÃO.....	84
MATERIAL E MÉTODOS.....	86

RESULTADOS E DISCUSSÃO	91
CONCLUSÕES	97
AGRADECIMENTOS	97
REFERÊNCIAS	98
CAPÍTULO III	103
DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NITROGÊNIO DE SERRAPILHERIA DE BRAQUIÁRIA E GLIRICIDIA.....	103
DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NITROGÊNIO DE SERRAPILHERIA DE BRAQUIÁRIA E GLIRICIDIA.....	104
RESUMO	104
ABSTRACT	105
INTRODUÇÃO	105
MATERIAL E MÉTODOS.....	107
RESULTADOS E DISCUSSÃO	110
CONCLUSÃO	117
AGRADECIMENTOS	117
REFERÊNCIAS	118
CAPÍTULO IV.....	123
DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NITROGÊNIO DE SERRAPILHEIRA DE BRAQUIÁRIA E SABIÁ.....	123
DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NITROGÊNIO DE SERRAPILHEIRA DE BRAQUIÁRIA E SABIÁ.....	124
RESUMO	124
ABSTRACT	125
INTRODUÇÃO	125
MATERIAL E MÉTODOS.....	127
RESULTADOS E DISCUSSÃO	131
CONCLUSÃO	137
AGRADECIMENTOS	138
REFERÊNCIAS	138
CONSIDERAÇÕES FINAIS	145

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1. Mapa de localização da área experimental no Instituto Agrônômico de Pernambuco-IPA, em Itambé-PE..... 64
- Figura 2. Representação da parcela experimental e distribuição dos transectos e pontos de coleta de solo para avaliação do efeito da introdução de quatro leguminosas herbáceas em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* sobre a biomassa e atividade microbiana do solo..... 67
- Figura 3. Precipitação mensal da estação experimental do IPA-Itambé, do período de início do experimento até o final das coletas de solo para avaliação da biomassa e atividade microbiana. Fonte: ITEP, 2012..... 68
- Figura 4. Carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS)^(1,2) de pastagens de braquiária consorciada com leguminosas forrageiras em diferentes distâncias das faixas de leguminosas (A), na época seca e chuvosa (B) da região da Zona da Mata do Estado de Pernambuco. ¹Barras seguidas de letras iguais em cada figura não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 10%. ²Dados transformados em raiz quadrada (\sqrt{x})..... 71
- Figura 5. Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (N-BMS)^(1,2) de diferentes pastagens de braquiária consorciada com leguminosas forrageiras (A)⁽³⁾, em diferentes distâncias das faixas de leguminosas (B), na época seca e chuvosa (C) da região da Zona da Mata do Estado de Pernambuco. 1. Barras seguidas de letras iguais em cada figura não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 10%. 2. Dados transformados por \log_{10} . 3. BR+AR: braquiária + amendoim forrageiro, BR+CA: braquiária + calopogônio, BR+CL: braquiária + cunhã, BR+ST: braquiária + estilosantes campo grande..... 73

CAPÍTULO II

- Figura 1. Mapa de localização da área experimental no Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA, em Itambé-PE..... 86
- Figura 2. Representação das parcelas experimentais e distribuição dos pontos de coleta de solo nos transectos, para avaliação do efeito da introdução de leguminosas arbustivas-arbóreas em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* sobre a biomassa e atividade microbiana do solo..... 89
- Figura 3. Precipitação mensal da estação experimental do IPA-Itambé, no período experimental para avaliação da biomassa e atividade microbiana do solo em pastagem degradada de *B. decumbens* após implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas. Fonte: ITEP (2012)..... 90
- Figura 4. Carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) de pastagens de braquiária consorciada com leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras em diferentes épocas de seca e chuva da região da Zona da Mata do Estado de Pernambuco, no ano de 2010 e 2011. Barras seguidas de letras iguais em cada figura não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 10%..... 92
- Figura 5. Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (N-BMS) de pastagens de braquiária consorciada com leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras em diferentes épocas de seca e chuva da Zona da Mata do Estado de Pernambuco, no ano de 2010 e 2011. Dados transformados por $x^{0,3}$. Barras seguidas de letras iguais em cada figura não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 10%..... 93
- Figura 6. Relação Carbono:Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (C:N-BMS) de pastagens de braquiária consorciada com leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras em diferentes épocas de seca e chuva da região da Zona da Mata do Estado de Pernambuco, em 2010 e 2011. Dados transformados por \log_{10} . Barras seguidas de letras iguais em cada

figura não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 10%..... 94

Figura 7. Coeficiente metabólico (qCO_2) de pastagens de braquiária consorciadas com diferentes leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras (A) e em diferentes épocas seca e chuvosa em 2010 e 2011 da região da Zona da Mata do Estado de Pernambuco. Dados transformados por \log_{10} . Barras seguidas de letras iguais em cada figura não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 10%..... 97

CAPÍTULO III

Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal em Recife-PE no ano de 2010 e 2011 (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura, 2013)..... 107

Figura 2. Porcentagem de biomassa remanescente de braquiária, gliricídia e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE..... 112

Figura 3. Porcentagem de nitrogênio remanescente de biomassa de braquiária, gliricídia e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE..... 113

Figura 4. Teor de lignina da biomassa de braquiária, gliricídia e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE..... 114

Figura 5. Relação Carbono:Nitrogênio (C:N) de biomassa de braquiária, gliricídia e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE..... 116

Figura 6. Relação Lignina:Nitrogênio (L:N) de biomassa de braquiária, gliricídia e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE..... 117

CAPÍTULO IV

Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal em Recife-PE no ano de 2011 (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura, 2013)..... 128

Figura 2. Porcentagem de matéria orgânica (MO) remanescente de braquiária, sabiá e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE.....	132
Figura 3. Porcentagem de nitrogênio remanescente de biomassa de braquiária, sabiá e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE.....	133
Figura 4. Teor de lignina de biomassa de braquiária, sabiá e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE.....	134
Figura 5. Relação Carbono:Nitrogênio (C:N) de biomassa de braquiária, sabiá e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE.....	136
Figura 6. Relação Lignina:Nitrogênio (L:N) de biomassa de braquiária, sabiá e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE.....	137

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Caracterização química do solo, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, da área experimental antes da implantação das espécies leguminosas herbáceas em áreas de pastagem de braquiária degradada, localizada no município de Itambé-PE..... 65

Tabela 2. Estirpes recomendadas pelo Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pelo Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia (CNPAb) para as leguminosas herbáceas forrageiras utilizadas no estudo..... 66

Tabela 3. Relação Carbono : Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (C:N-BMS) de pastagens de braquiária consorciada com diferentes leguminosas herbáceas forrageiras na época seca e chuvosa da região da Zona da Mata do Estado de Pernambuco..... 74

Tabela 4. Respiração basal do solo (RBS) e coeficiente metabólico (qCO_2) das pastagens de braquiária consorciada com leguminosas herbáceas forrageiras em diferentes distância das faixas de leguminosas, na época seca e chuvosa da região da Zona da Mata do Estado de Pernambuco..... 75

CAPÍTULO II

Tabela 1. Caracterização química do solo, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, da área experimental antes da implantação das espécies leguminosas arbustivas e arbóreas em áreas de pastagem de braquiária degradada, localizada no município de Itambé-PE..... 87

Tabela 2. Estirpes utilizadas para inoculação de leguminosas arbustivo e arbóreas, com base na recomendação oficial de estirpes para produção de inoculantes (Sda-MAPA, 2006)..... 88

Tabela 3. Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (N-BMS) de pastagens de braquiária consorciada com leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras em diferentes distâncias da faixa de leguminosa, na Zona da Mata do Estado de Pernambuco.....	93
--	----

Tabela 4. Respiração basal do solo (RBS) de pastagens de braquiária consorciada com leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras em diferentes distâncias das faixas de leguminosas na Zona da Mata do Estado de Pernambuco.....	95
---	----

Tabela 5. Respiração basal do solo (RBS) de pastagens de braquiária consorciada com leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras em diferentes épocas de avaliação em dois anos e diferentes distâncias das faixas de leguminosas, na Zona da Mata do Estado de Pernambuco.....	96
--	----

CAPÍTULO III

Tabela 1. Características químicas da biomassa de <i>Brachiaria decumbens</i> e <i>Gliricidia sepium</i> dos tratamentos avaliados.....	109
---	-----

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Características química da biomassa (folhas e pecíolos) de <i>Brachiaria decumbens</i> e <i>Mimosa caesalpinifolia</i> dos tratamentos avaliados.....	129
---	-----

GRACIANO, Erika Socorro Alves, Doutora em Agronomia – Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Fevereiro de 2013. **ATIVIDADE MICROBIANA E DECOMPOSIÇÃO DE SERRAPILHEIRA EM PASTAGENS CONSORCIADAS NA ZONA DA MATA SECA DE PERNAMBUCO.** Orientador: Mario de Andrade Lira Júnior. Co-orientadores: José Carlos Batista Dubeux Júnior e Márcia do Vale Barreto Figueiredo.

RESUMO GERAL

As pastagens são um dos principais sistemas produtivos do Brasil. Sua degradação é um dos maiores problemas da pecuária e afeta diretamente a sustentabilidade do sistema produtivo. Um dos principais fatores de degradação das pastagens é a redução da fertilidade do solo, em razão da perda de nutrientes principalmente de N. Assim o aumento dos níveis de fertilidade do solo é uma alternativa para recuperar pastagens degradadas e a recomendação de pastagens consorciadas, de gramíneas e leguminosas forrageiras, é uma opção para aumentar a disponibilidade de N, pela fixação biológica de nitrogênio atmosférico e a deposição de serrapilheira de melhor qualidade. Assim, este trabalho avaliou a introdução de diferentes leguminosas herbáceas, arbustivas e arbóreas forrageiras em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* e seu efeito sobre a atividade microbiana do solo e a decomposição de biomassa vegetal na disponibilização de nitrogênio no solo. A atividade microbiana do solo foi avaliada por amostragens em dois experimentos de campo, implantados em julho de 2008, sendo um experimento com leguminosas herbáceas e outro com arbustivas e arbóreas. O experimento com herbáceas avaliou amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krap & Greg cv. Amarillo), cunhã (*Clitoria ternatea* L.), calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.) e Estilosantes Campo Grande, além de braquiária adubada e não adubada com nitrogênio, e foram realizadas coletas de amostras de solo aos 0-10 cm de profundidade em março e setembro de 2010. As amostras de solo foram coletadas em três transectos alternando pontos cobertos por gramíneas e leguminosas. Já o experimento com leguminosas arbustivo-arbóreas estudou sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), leucena (*Leucaena leucocephala*), mororó

(*Bauhinia cheilantha*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*), além de braquiária adubada e não adubada com nitrogênio. Neste foram realizadas, em março e setembro de 2010 e 2011, coletas de amostras de solo aos 0-10 cm, também em três transectos alternando pontos cobertos por gramíneas e leguminosas. Nos dois experimentos foram determinados os teores de carbono da biomassa microbiana (C-BMS), nitrogênio da biomassa microbiana (N-BMS); da respiração basal do solo (RBS); do coeficiente metabólico (qCO_2) e a relação entre o carbono e nitrogênio da biomassa microbiana (C:N BMS). Para avaliar a decomposição de biomassa de braquiária, gliricídia e sabiá foram desenvolvidos dois experimentos ao longo de 256 dias cada. Nos dois experimentos foram estudadas misturas com 25, 50 e 75 % de sabiá ou gliricídia com braquiária, e braquiária, adubada ou não, e a leguminosa pura. Nas amostras foram determinados a matéria seca e orgânica, carbono orgânico total, nitrogênio total, lignina e foram calculadas as relações C:N e Lignina:N. A implantação de leguminosas herbáceas consorciadas com braquiária pode levar a redução da biomassa e atividade microbiana perceptível mesmo após dois anos da implantação, o que torna necessário a avaliação de outros métodos de implantação. Nas pastagens consorciadas com leguminosas arbustivas e arbóreas o C-BMS e N-BMS são influenciados pelas épocas de seca e chuva. A implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas em pastagem de braquiária pode reduzir a atividade microbiana nas faixas de leguminosa e de gramíneas mais próximas a leguminosa (2,5 m) perceptível mesmo após três anos da implantação. O uso de gliricídia e sabiá em consórcio com braquiária em sistema de pastagem apresenta influência positiva na decomposição da serrapilheira, e pode aumentar a disponibilidade de N.

GENERAL ABSTRACT

Pastures are one of the main production systems in Brazil. Their degradation is one of the main problems in cattle raising and directly affects sustainability. One of the main causes of pasture degradation is soil fertility reduction due to nutrient loss, mainly N. So, increases in soil fertility are one alternative to recover degraded pastures and the recommendation of mixed legumes and grasses pastures is an option to increase N availability. This is due to legume biological nitrogen fixation and deposition of higher quality litter. So, this work aimed to evaluate the introduction of different herbaceous and shrub-tree forage legumes in a degraded *Brachiaria decumbens* pasture and their effect on soil microbial activity and litter decomposition and nitrogen availability in soil. Soil microbial activity was evaluated by samplings in two field experiments, established in July 2008, being one with herbaceous and the other with shrub-tree legumes. The herbaceous legumes experiment evaluated *Arachis pintoii*, *Clitoria ternatea*, *Calopogonium mucunoides* and “Estilosantes campo grande”, as well as pure grass fertilized or not with nitrogen, and samples were collected at 0-10 cm depth in March and September 2010. These were collected in three transects alternating grass and legume covered points. The shrub-tree legume experiment evaluated *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Bauhinia cheilantha* e *Gliricidia sepium*, as well as pure grass, fertilized or not with nitrogen. Samples were collected in March and September 2010 and 2011, at 0-10 cm depth, also in three transects alternating grass and legume covered points. For both experiments microbial biomass carbon, microbial biomass nitrogen, soil basal respiration, metabolic coefficient and relationship between carbon and nitrogen microbial biomass were determined. Two experiments were conducted to evaluate signal grass, gliricidia and “sabiá” biomass decompositions over 256 days each. In both experiments mixes with 25, 50 and 75 % of gliricidia or “sabiá”, as well as pure legume and fertilized or not pure grass were evaluated. In each experiment dry and organic matter, total organic carbon, total nitrogen, and lignin were determined and C:N ratios and lignin:N were calculated at each sampling date. The establishment of herbaceous legumes may reduce soil microbial biomass and activity even after two years, indicating that other establishment methods should be studied. In shrub-tree

legumes-grass mixed pastures, microbial biomass C and N were affected by sampling season, and their establishment may reduce soil microbial activity in the legume covered points and the closer grass-covered points, even after three years of establishment. *Gliricidia sepium* and *Mimosa caesalpinifolia* mixed with signal grass increased litter decomposition, and may increase N availability.

INTRODUÇÃO GERAL

O sistema agropecuário sustentável é aquele que satisfaz as necessidades humanas, promove melhoria da qualidade ambiental e dos recursos naturais, e permite à utilização eficiente dos recursos não renováveis, viabilidade econômica e melhoria da qualidade de vida (Schiere et al., 2002). Um dos principais pontos para manter um sistema agropecuário sustentável é considerar a aptidão agroecológica do ambiente.

A aptidão agroecológica brasileira mostra uma fração reduzida de áreas com boa aptidão para a agricultura. Quando se analisa a utilização das terras no país (IBGE, 1998), observa-se uma grande proporção sendo ocupada por pastagens naturais (30%), florestas e bosques (22%) e pastagens cultivadas (18%).

A área total de pastagens nativas e cultivadas no Brasil gira em torno de 200 milhões de ha (Costa et al., 2010), sendo a base da alimentação animal para a produção de carne, leite e outros produtos. Além disto, devido ao baixo custo de produção, a pecuária brasileira é fortemente competitiva, sendo um dos principais sistemas produtivos do país (Ministério da Agricultura, 2013). No entanto, um dos seus maiores problemas é a degradação que afeta diretamente a sustentabilidade do sistema produtivo. Atualmente há milhões de hectares de pastagens degradadas e suas principais causas são a redução da fertilidade do solo, principalmente devido perdas de N (Boddey et al., 2004) à imobilização de N por microrganismos mediante a alta relação C:N da serrapilheira das gramíneas (Urquiaga et al., 1998); e ao manejo inadequado (Lira et al., 2006).

Disponibilidade limitada e ciclagem ineficiente de N são apontadas como fatores-chave que afetam o declínio da produtividade das pastagens (Dubeux Jr. et al., 2004). A recomendação para o estabelecimento de pastagens consorciadas de gramíneas com leguminosas forrageiras, representa uma alternativa para a disponibilização de N, tendo em vista que este método é parcialmente baseado no princípio de que as leguminosas melhoram a fertilidade do solo e a sustentabilidade da pastagem por meio da fixação biológica de nitrogênio atmosférico e a deposição de serrapilheira de melhor qualidade. Entretanto, até recentemente muitas das possíveis combinações de

leguminosas e gramíneas em pastagens não foram estudadas (Barcellos et al., 2008) para recuperação de áreas degradadas.

Existem, no entanto, resultados interessantes de sucesso que encorajam um esforço renovado em um número limitado de espécies promissoras. Exemplos de sucesso incluem os relatados no Acre, onde as leguminosas *Arachis pintoi* e *Pueraria phaseoloides* foram introduzidas e mantidas em pastagens de exploração comercial, persistindo por mais de uma década (Valentim & Andrade, 2005a; Valentim & Andrade, 2005b). Entretanto, é necessário avaliar essas leguminosas em outros locais do país. Outras espécies também têm sido apontadas como promissoras para consorciação com gramíneas tropicais, como é o caso do *Calopogonium mucunoides* (Hare et al., 1999) e algumas espécies do gênero *Stylosanthes* (McDonald et al., 2003; Hare et al., 2004; Njarui & Wandera, 2004; Fernandes et al., 2005; Aroeira et al., 2005; Mapiye et al., 2006).

Além do uso de leguminosas herbáceas, existe a possibilidade de uso de espécies arbustivo-arbóreas, em um sistema silvipastoril. Nesse sistema, ocorre a combinação intencional de árvores, pastagem e gado numa mesma área ao mesmo tempo e manejados de forma integrada, com o objetivo de incrementar a produtividade por unidade de área. Benefícios dos sistemas silvipastoris incluem melhoria do ambiente para os animais, aumento da produtividade por área, diversificação da renda da propriedade e redução do risco. Um requisito fundamental para o sucesso de sistemas silvipastoris sustentáveis é a escolha acertada das espécies componentes do sistema. Leguminosas arbustivas como leucena (*Leucaena leucocephala*), sabiá (*Mimosa ceasalpiniifolia*), gliricídia (*Gliricidia sepium*) e diversas espécies do gênero *Sesbania* são usualmente apontadas como opções para sistemas silvipastoris (Vieira et al., 2005; Moreira et al., 2006; Dias et al., 2007; Mundus et al., 2008).

A deposição de biomassa vegetal senescente (serrapilheira) é um importante caminho biológico de transferência de nutrientes da vegetação para o solo (Sanches et al., 2009), principalmente em sistemas com entrada reduzida de fertilizantes inorgânicos (Liu et al., 2011) como os sistemas de pastagens no Brasil. Os nutrientes presentes na serrapilheira podem estimular o crescimento da população microbiana do solo e sua atividade possibilitando uma maior ciclagem e disponibilidade de nutrientes, que podem se acumular

nos horizontes orgânicos ou incorporados ao solo mineral e serem assim reaproveitados pela vegetação (Pezzatto & Wisniewski, 2006) para seu crescimento e desenvolvimento, favorecendo a produtividade e sustentabilidade das pastagens.

A quantificação dos microrganismos do solo e de sua atividade, bem como as taxas de decomposição e mineralização de nutrientes da serrapilheira são importantes em estudos de recuperação de pastagens degradadas e indispensáveis à escolha de técnicas de manejo que favoreçam a sustentabilidade das pastagens. No entanto, estas características são pouco documentadas.

Situação geral das pastagens

As pastagens constituem um dos principais sistemas produtivos do mundo, ocupando cerca de 70% das áreas agricultáveis (Dubeux Jr et al., 2011), e são de considerável importância em muitas regiões de clima temperado e tropical (Braga, 2010). No Brasil, aproximadamente 200 milhões de hectares, sob diferentes situações de clima e solo, são cobertos por pastagens nativas e cultivadas (Silva et al., 2010b; Costa et al., 2010; Kaschuk et al., 2010), principalmente com gramíneas do gênero *Brachiaria*, decorrente de sua maior tolerância às condições de solos ácidos e de baixa fertilidade, aliada ao seu valor forrageiro, sendo que as espécies de maior importância são a *B. decumbens*, *B. brizantha*, *B. ruziziensis* e *B. humidicola* (Sobrinho et al., 2005).

A expansão das áreas de pastagens cultivadas no Brasil tem sido resultado da necessidade de aumentar a produtividade da pecuária, a partir da década de 60 (Souza, 1984), em virtude do aumento da demanda por produtos de origem animal, principalmente carne e leite.

As pastagens são de grande importância para a produção animal, sendo responsáveis por 90% da dieta dos ruminantes (Euclides et al., 2010) e tornarem a pecuária brasileira muito competitiva pelo seu baixo custo (Santos et al., 2009). Hoje o Brasil tem o maior rebanho bovino comercial do mundo, cerca de 213 milhões de cabeças (IBGE, 2011), e 88% da carne bovina brasileira é produzida exclusivamente em pastos (Almeida et al., 2002).

A exploração das pastagens no Brasil, normalmente, tem sido realizada em sistema de exploração do potencial de produção do solo, sem ou com pequena adição de fertilizantes. Nos primeiros anos após o estabelecimento, a produtividade das pastagens é alta, pela incorporação de grande quantidade de nutriente da vegetação nativa queimada (Townsend et al., 2010). Entretanto, após cinco a seis anos de utilização das pastagens, ocorre uma gradativa redução da produtividade, havendo surgimento de ervas daninhas e áreas de solo descoberto (Boddey et al., 2004), promovendo reflexos altamente significativos e negativos no desempenho zootécnico dos rebanhos (Townsend et al., 2010) e ao meio ambiente devido ao processo de degradação. Com o avanço do processo de degradação, muitas das áreas descobertas são usualmente abandonadas, levando à abertura de novas áreas de vegetação nativa para serem ocupadas por pastagens cultivadas (Wilsey et al., 2002).

A remoção da vegetação nativa para introdução de pastagem altera a composição de espécies vegetais, a matéria orgânica, os nutrientes, a estrutura e a comunidade microbiana, que são essenciais para garantir a qualidade do solo (Alves et al., 2011). O uso intensivo das áreas de pastagem pode causar e acelerar os processos de degradação ambiental em ecossistemas frágeis. Além disto, a implantação de pastagens em áreas com vegetação nativa libera quantidades expressivas de CO₂, contribuindo para o efeito estufa (D'Andréa et al., 2004). Tal situação contesta o sistema de produção agropecuário sustentável, que por definição é aquele que satisfaz necessidades humanas, melhora da qualidade ambiental e dos recursos naturais, com utilização eficiente dos recursos não renováveis, viabilidade econômica e melhoria da qualidade da vida (Vanlauwe et al., 2001; Schiere et al., 2002), sendo, assim, de grande importância o conhecimento das áreas de pastagens degradadas.

A degradação de pastagem por definição é o processo de perda de vigor, de produtividade, e da capacidade de recuperação natural de uma dada pastagem, tornando-a incapaz de sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelos animais, assim como, o de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e espécies invasoras, culminando com a degradação avançada dos recursos naturais (Zanine et al., 2005; Silva et al., 2004).

A degradação das pastagens é um dos maiores problemas ambientais enfrentados pela pecuária brasileira, sendo um tema bastante relevante na literatura (Oliveira et al., 2003; Ydoyaga et al., 2006; Costa et al., 2006; Dias-

Filho et al., 2008; Dias-Filho, 2011a) por afetar diretamente produtividade e, principalmente, a sustentabilidade do sistema produtivo. Estima-se que dos 200 milhões de hectares de pastagens no país, cerca de 20% são degradadas (Costa et al., 2010).

No Brasil, esse processo tem sido reportado como causa importante de prejuízos econômicos e ambientais, sendo frequente nas áreas de fronteira agrícola do País (Dias-Filho, 2011b). O entendimento do processo de degradação representa elemento importante para evitar situações de quebra da sustentabilidade da produção (Macedo, 1999).

As pastagens implantadas no Estado de Pernambuco também têm apresentado acentuado declínio na produtividade (Ydoyaga et al., 2006), com o processo de degradação. Esta situação pode comprometer a sustentabilidade da pecuária da região. Considerando apenas a fase de recria e engorda, a produção animal em pastagem degradada pode ser seis vezes inferior ao de uma recuperada ou em bom estado (Figueiredo et al., 2008).

Segundo Dias-Filho (2011b), o processo de degradação da pastagem é complexo e envolve causas e consequências que levam à gradativa diminuição da capacidade de suporte da pastagem, culminando com a degradação propriamente dita. Esse autor, ainda relata que o entendimento dos processos de degradação e a identificação das causas são fundamentais para o sucesso de programas de recuperação ou de manutenção da produtividade de pastagens ainda produtivas.

Segundo Pimenta et al. (2010), durante a degradação e com a diminuição da cobertura vegetal das pastagens, ocorre um significativo aumento na competitividade pelas plantas invasoras que, geralmente, apresentam mais eficiência no uso dos escassos recursos do solo. Além disso, ocorrem perdas de nutrientes por lixiviação, como efeito de atividades agrícolas em solos naturalmente pobres ou sujeitos a baixos teores de matéria orgânica, além de perdas de ordem física, como erosão e compactação de solo.

As indicações do processo de degradação das pastagens incluem declínio da produtividade, aumento da presença de plantas invasoras e redução no número de plantas novas originadas de ressemeadura natural (Silva et al., 2004).

Os principais fatores que levam à degradação das pastagens são o declínio da fertilidade do solo e ao manejo inadequado das plantas forrageiras

(Costa et al., 2010; Bonfim-Silva et al., 2007), em razão da perda de nutrientes pela exportação no produto animal, por erosão, lixiviação e volatilização, e pela fixação em argila e matéria orgânica (Peron e Evangelista, 2004), agravada pela não reposição dos nutrientes (Pimenta et al., 2010). Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) tem se destacado como o mais importante nutriente em pastagens (Dupas et al., 2010), por ser constituinte das proteínas e participar diretamente no processo fotossintético e por fazer parte da molécula de clorofila (Andrade et al., 2000). Sua deficiência tem sido apontada como um dos fatores-chave que afeta as pastagens (Dubeux Jr et al., 2004).

Quando o solo não é capaz de suprir as necessidades nutricionais das plantas forrageiras, há um comprometimento da capacidade fotossintética da parte aérea da planta, de tal forma, que a mesma não consegue suprir as suas necessidades. Neste estágio, é observada uma drástica queda de produção, surgimento de plantas invasoras de baixa palatabilidade e o desenvolvimento de componentes da fauna do solo que se alimentam de matéria orgânica depositada (Braz et al., 2004).

A recuperação das áreas de pastagens degradadas tem papel crucial na produção animal, sem a abertura de novas áreas de pastagens, contribuindo para o aumento da produtividade e a preservação ambiental (Dias-Filho, 2011b).

Recuperação de pastagens degradadas

A recuperação das pastagens degradadas no Brasil deve ser considerada a grande fronteira agrícola a ser explorada e é de fundamental importância em termos econômico, técnico e, principalmente, ambiental. O Brasil tem como desafio a recuperação das áreas de pastagens degradadas (Ministério da Agricultura, 2009), podendo liberar mais de 20 milhões de hectares (Oliveira, 2010) para aumentar a produção agrícola com sustentabilidade.

Estima-se que para cada hectare de pastagem recuperada, pelo menos 2 hectares de áreas com vegetação nativa (florestas, cerrado, caatinga, etc) deixariam de ser desmatadas. Além disso, o aumento da produtividade

permitiria que parte das áreas sob pastagem fosse convertidas para outros fins 'agrícolas, florestais ou de preservação (Dias-Filho, 2011b).

Para recuperação de pastagens degradadas, o manejo adequado das forragens juntamente à melhoria da fertilidade do solo são fundamentais (Oliveira et al., 2003) para promover uma nova dinâmica ecológica no sistema solo-planta-animal (Reis et al., 1999), já que o manejo da fertilidade do solo em áreas de pastagens degradadas deve ser diferente do realizado em áreas recém implantadas ou manejadas intensivamente há muitos anos (Oliveira et al., 2005).

As estratégias utilizadas para a recuperação da capacidade produtiva da pastagem buscam deter o processo de degradação com base nas causas a ela associadas. Deste modo, a reconstituição da fertilidade do solo (Costa et al., 2010) é uma alternativa (Bonfim-Silva et al. 2007).

Várias são as vantagens da recuperação de pastagens por meio da recomposição e da manutenção da fertilidade do solo, dentre elas está a perenidade do sistema, baixo custo operacional, por suprimir ao máximo o uso de implementos agrícolas, rapidez no retorno à utilização da pastagem, em algumas ocasiões de 30 a 40 dias após o início dos trabalhos, viabilidade econômica e preservação do agroecossistema (Oliveira, 2005).

Alguns trabalhos têm avaliado o efeito de fertilizantes químicos para recuperação das pastagens degradadas apresentando bons resultados (Cabral et al., 2012; Ileri et al., 2010; Pellegrini et al., 2010; Costa et al., 2010; Townsend et al., 2010; Ydoyaga et al., 2006; Oliveira et al., 2005). Porém, os custos dos fertilizantes químicos em relação aos preços dos produtos pecuários vêm causando preocupações nos últimos anos (Santos, 2010; Carvalho & Pires, 2008).

Assim, outras técnicas têm sido indicadas para recuperação da fertilidade do solo em pastos degradados, entre elas se destaca o uso de leguminosas forrageiras associadas às gramíneas. Esta técnica vem sendo recomendada como alternativa mais viável e econômica no fornecimento de nitrogênio ao sistema (Carvalho & Pires, 2008; Costa et al., 2004), melhorando, assim, a fertilidade do solo e a sustentabilidade da pastagem por meio da fixação biológica de N_2 (FBN) e deposição de serrapilheira com maior quantidade de nutrientes.

Efeito de leguminosas forrageiras em consórcio com gramíneas na recuperação de pastagens degradadas

Dos pontos de vista econômico e ecológico, as leguminosas apresentam um papel de destaque no fornecimento de N ao sistema de pastagem, devido à sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico em simbiose com bactérias de diversos gêneros, conhecidas como rizóbios (Scheffer-Basso et al., 2001; Miranda et al., 2003), reduzindo, assim, os custos com o uso de fertilizantes nitrogenados. Em relação à sustentabilidade, a adição de N pela fixação biológica nas pastagens também colabora para redução do uso de energia não renovável empregada no processo de fabricação dos fertilizantes nitrogenados, por utilizar energia produzida a partir da atividade fotossintética da leguminosa. Em geral, cerca de 75% do N presente na biomassa das leguminosas é oriundo da FBN (Barcellos et al., 2008), podendo esse valor variar com a espécie. Formentini et al. (2008), relatam que a FBN pode contribuir com valores entre 250 e 350 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N para o calopogônio (*Calopogonium mucunoides*); de 100 a 280 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N em siratro (*Macroptilium atropurpureum*, DC, cv. siratro); de 80 e 120 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N em amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov e W.C. Gregory); e aproximadamente 180 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N estilosantes campo grande (composto entre *Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala*).

O N fixado biologicamente pelas leguminosas pode ser transferido para as gramíneas após sua liberação. Isso foi constatado por Dias et al. (2007), avaliando o efeito na transferência de N proveniente de três leguminosas arbóreas para o capim *Survenola*. Os autores relatam que as leguminosas arbóreas, por meio da FBN, podem incrementar significativamente a disponibilidade de N para a gramínea já que transferiram 22,0; 16,7 e 8,2 kg ha⁻¹ de N da *Enterolobium contortisiliquum*, *Dalber gianigra* e *Peltophorum dubium*, respectivamente.

A transferência de N pode ocorrer na superfície do solo ou abaixo, de forma direta ou indireta para as plantas mais próximas. Na superfície do solo a transferência de N da leguminosa para a gramínea ocorre pela lixiviação de compostos nitrogenados do dossel da planta com a água das chuvas, por perdas via foliar de amônia, após o processo de decomposição da biomassa senescente da leguminosa depositada no solo e pela excreta animal. Abaixo da

superfície do solo a transferência pode ocorrer por excreção do N na rizosfera da leguminosa, pela decomposição de raízes e nódulos, pela conexão por micorrizas nas raízes das gramíneas com as raízes das leguminosas ou pela ação da fauna do solo sobre as raízes e nódulos da leguminosa (Barcellos et al., 2008). Essas transferências favorecem o crescimento e desenvolvimento das gramíneas, possibilitando maior produção de forragem e de melhor qualidade.

Em diferentes regiões do Brasil, as leguminosas forrageiras vêm sendo utilizadas na pecuária, tanto plantadas exclusivamente como consorciadas com gramíneas, visando a maior produção de forragem e aumento no teor protéico (Varela & Gurgel, 2001; Melo et al., 2009; Oliveira et al., 2009; Paris et al., 2009; Pádua et al., 2004; Silva et al., 2010c; Teixeira et al., 2010).

O aumento da produtividade animal das pastagens consorciadas com leguminosas é reportado em vários trabalhos (Euclides et al., 1998; Barbero et al., 2010). Esse benefício tem sido relatado como efeito direto da leguminosa, por melhorar e diversificar a dieta animal, por aumentar a disponibilidade da forragem de melhor valor nutritivo com o aporte de nitrogênio, por meio de sua reciclagem e transferência para a gramínea consorciada, que contribui para aumentar a produtividade animal (Carvalho & Pires, 2008).

Além de favorecer a produção animal, o uso de leguminosas também contribui para a melhoria da qualidade do solo, por meio de maior deposição de biomassa senescente no solo com melhor qualidade, que possibilita o aumento da matéria orgânica do solo (MOS) (Xavier et al., 2011), a qual apresenta relação estreita com as propriedades químicas, físicas e biológica do solo (Ciotta et al., 2003).

Nas propriedades químicas do solo, a adição de MO com uso de leguminosas favorece a disponibilidade de nutrientes, a capacidade de troca catiônica (CTC), a complexação de elementos tóxicos e a disponibilidade de micronutrientes. Na disponibilidade de nutriente no solo, a MOS morta, conhecida como substâncias húmicas ou húmus, é composta de C, O, N, H, S e P em diferentes proporções. Geralmente, 95% ou mais do N e S e entre 20 a 75% do P da camada superficial do solo estão na MOS (Araújo et al., 2008).

A contribuição da MOS para a CTC do solo reside nas cargas negativas geradas da dissociação do H dos grupos carboxílicos (COOH) e fenólicos (R-fenol-OH), formando COO^- e R-fenol-O^- , respectivamente (Dick et al., 2009). As

cargas geradas pela MOS podem colaborar com 20 a 90% da CTC das camadas superficiais dos solos minerais (Silva e Mendonça, 2007). Além disso, a MOS apresenta grupos funcionais, principalmente carboxílicos, capazes de complexar elementos tóxicos como Al^{3+} e metais pesados (Cd, Pb, Cr, Ni, etc.) (Dick et al., 2009), que também favorecem a disponibilização de micronutrientes, devido à complexação dos mesmos em forma de quelatos.

A MOS também tem papel fundamental na formação e estabilidade dos agregados, por meio das associações da MOS com minerais de argila e/ou óxidos de Fe e Al. Na formação e estabilização dos agregados, ocorrem concomitantemente várias formas de ligação, onde as moléculas húmicas apresentam quantidades de radicais orgânicos que interagem de forma distintas com a superfície do mineral, formando assim os microagregados que, em seguida, contribuirão para a formação dos macroagregados, melhorando a estrutura do solo. Essa agregação tem efeito sobre a distribuição e o tamanho dos poros do solo, e isso tem efeito na aeração, na capacidade de retenção e infiltração da água no solo (Silva & Mendonça, 2007; Araújo et al., 2008), proporcionando melhores condições físicas do solo.

Por sua vez, as propriedades biológicas do solo são dependentes da MOS (Pragana et al., 2012) como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microrganismos do solo que apresentam papel fundamental em muitos processos do solo. Um maior aporte de MOS estimula o desenvolvimento de microrganismos, que são os principais responsáveis pelo processo de decomposição dos resíduos orgânicos, pela ciclagem de nutrientes, pela FBN e pelo fluxo de energia dentro do solo (Araújo et al., 2008).

Os microrganismos do solo apresentam importante papel, principalmente, nos ciclos do carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre, atuando simultaneamente nestes ciclos como compartimento de reserva e como catalisador da mineralização destes nutrientes pela decomposição da matéria orgânica. Sua atividade sofre alteração pela qualidade e quantidade de material vegetal depositado no solo (Souza et al., 2010) e pode ser utilizada como indicador de qualidade do solo.

Assim, o uso de leguminosas em consórcio com gramíneas em pastagens pode promover muitos benefícios a todo o sistema solo-planta-animal, favorecendo a recuperação de áreas de pastagens degradadas. Tais benefícios estão relatados como o acréscimo de nitrogênio com menor custo

econômico e sustentável, aumento do crescimento das plantas, maior disponibilidade da forrageira de melhor qualidade, aumento da produção animal, aumento da MOS e melhores condições das propriedades biológicas, físicas e químicas do solo. Todos esses benefícios têm sido levados em consideração para o uso e recomendação das leguminosas forrageiras em pastagens consorciadas, de tal modo que as leguminosas forrageiras podem ser uma alternativa viável na recuperação de áreas degradadas de pastagens.

Biomassa microbiana do solo

A biomassa microbiana do solo é definida como a fração viva da matéria orgânica do solo (Reis Jr. e Mendes, 2007; Carneiro et al., 2008), excluindo as raízes das plantas, meso e macrofauna (Kummer et al., 2008). É composta por todos os organismos menores que $5.10^{-3} \mu\text{m}^3$ (Gama-Rodrigues, 1999), representada por bactérias, fungos e protozoários, que atuam na intemperização das rochas, formação e manutenção da estrutura do solo, e no processo de decomposição dos resíduos vegetais, na ciclagem de nutrientes e na sustentabilidade do solo (Moreira & Siqueira, 2006).

No processo de decomposição de resíduos vegetais, a biomassa microbiana funciona como um catalisador na mineralização de nutrientes (Mercante et al., 2008), sendo um dos principais determinadores do processo, do acúmulo de matéria orgânica e das transformações envolvendo os nutrientes minerais (Reis Jr. & Mendes, 2007; Toda et al., 2010).

Os resíduos vegetais, ao caírem sobre a superfície do solo são submetidos aos processos microbianos que oxidam e liberam nutrientes essenciais à nutrição da biota do solo e das plantas (Luizão et al., 1999). Nesse processo, a biomassa microbiana apresenta uma grande importância nos ciclos do nitrogênio, fósforo, enxofre e, principalmente, do carbono, onde se destaca como o compartimento central do C no solo (Moraes et al., 2007), funcionando como compartimento de reserva ou dreno, de acordo com a composição dos resíduos vegetais e das condições edafoclimáticas do ecossistema (Mercante et al., 2008). Os solos que mantêm um alto conteúdo de biomassa microbiana são capazes não somente de estocar, mas também de reciclar mais nutrientes (Toda et al., 2010).

A biomassa microbiana é muito influenciada pelos fatores que afetam a densidade e a atividade dos organismos do solo e, em especial, pela disponibilidade de C e nutrientes (N, P e S), umidade do solo, aeração, pH, teor de argila e textura do solo (Moreira & Siqueira, 2006). Alterações na comunidade e atividade microbiana influenciam diretamente nos processos biológicos e bioquímicos do solo, na produtividade agrícola e, conseqüentemente, na sustentabilidade dos agroecossistemas, atuando como indicador de degradação dos solos (Mercante et al., 2008).

A biomassa microbiana também é um indicador biológico sensível às mudanças no solo (Moreira & Siqueira, 2006), causadas por práticas de manejo (Roscoe et al., 2006), sendo usada como indicador da qualidade ambiental e da sustentabilidade de agroecossistemas (Monteiro & Gama-Rodrigues, 2004), constituindo, assim, uma importante ferramenta no monitoramento de alterações ambientais decorrente do uso agropecuário, no planejamento e na avaliação das práticas de manejo, tendo em vista a sustentabilidade (Carneiro et al., 2008).

O uso de espécies gramínea e leguminosa consorciadas resulta em ambiente distinto ao sistema de pastagem convencional, com reflexo na comunidade microbiana do solo e, conseqüentemente, na sua biomassa, a qual pode ser alterada com maior ou menor intensidade dependendo do sistema instalado (Marchiori Jr. & Melo, 2000).

Para Vargas e Scholles (2000), a avaliação e o conhecimento da biomassa microbiana tornam-se de grande importância para um manejo adequado do solo, visando à conservação e a produtividade. Em sistemas de pastagens a biomassa microbiana oferece informações importantes para melhor entendimento da ciclagem de nutrientes e da influência da atividade microbiana no processo de decomposição e mineralização dos resíduos vegetais (Monteiro & Gama-Rodrigues, 2004).

De acordo com Moreira & Siqueira (2006) quantificação da biomassa estima o potencial microbiano de um determinado solo e sua capacidade de transformação; quantificar substâncias relacionadas às quantidades de elementos essenciais e relacionar essas características com a qualidade do solo e produtividade agroecológica.

A quantificação da biomassa microbiana do solo pode ser realizada por alguns métodos que contemplam diferentes abordagens, tais como: estimativas

indiretas da contagem de número de organismos e conversão para biovolume; determinação de constituintes microbianos específicos (macromoléculas, ATP); taxa de respiração em resposta a adição de fonte de C; fluxo de CO₂ em amostras submetidas à fumigação e reinfestação, e quantidades de C extraído de amostras fumigadas ou irradiadas (Moreira & Siquiera, 2006).

Mesmo que as possibilidades metodológicas existentes, para avaliação da biomassa microbiana do solo, sejam várias e com diferentes abordagens, ainda não são técnicas de fácil manipulação (Cardoso, 2004). É importante relatar, também, que todos os métodos de estimativa da biomassa microbiana do solo quando avaliados de forma isolada não fornecem indicações sobre os níveis de atividade das comunidades microbianas, ou seja, pode existir no solo alta quantidade de biomassa inativa, o que justifica a importância dos parâmetros de atividade microbiana na avaliação do estado metabólico atual e potencial dos microrganismos (Alves et al., 2011).

Alguns estudos têm sido realizados para avaliar o efeito de diferentes manejos sobre os microrganismos do solo (Oliveira et al., 2001; Lourente et al., 2011; Alves et al., 2011). Lourente et al. (2011) avaliando o efeito de diferentes uso e manejo do solo sobre os atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo, constataram que a substituição da vegetação nativa por sistemas de cultivos pode causar importantes alterações nos atributos químicos do solo a partir do primeiro ano de implantação o novo sistema. Também, Alves et al. (2011) avaliando a influencia de diferentes sistemas de manejo, a população microbiana e sua atividade, relataram que os sistemas de manejos influenciam a atividade metabólica dos microrganismos presentes no solo, exceto para o sistema integrado lavoura pecuária, onde a atividade microbiana foi constante em diferentes épocas de avaliação. Comparando a eficiência dos métodos fumigação-incubação e fumigação-extração em solos de cerrado incorporados ao processo agrícola e em solos sob vegetação nativa, Oliveira et al. (2001) encontraram os maiores teores de carbono da biomassa microbiana do solo em pastagens consorciada de gramínea e legumina do que as áreas de culturas anuais.

O monitoramento da biomassa e atividade microbiana pode representar um avanço na busca de práticas sustentáveis nos sistemas de produção que objetivam a recuperação de áreas degradadas, pois permite determinar possíveis

mudanças na ciclagem de nutriente e produtividade do sistema (Schmidt et al., 2013).

Ciclagem de nitrogênio em sistema de pastagem

A ciclagem de N em pastagens cultivada é um processo dinâmico e complexo, e é considerada um dos processos mais importantes para a sustentabilidade das pastagens, sobretudo por ser o elemento mais limitante à produção (Dubeux Jr. et al., 2004) e o principal fator desencadeador do processo de degradação das áreas de pastagens (Viana et al., 2011; Reis Jr. et al., 2004).

A ciclagem de N na pastagem cultivada em região tropical, utilizando sistema extensivo (sem uso de fertilizantes nitrogenados), é representada pelas conexões entre os compartimentos solo, planta e animal e as vias de transferência, entrada e saída do N.

O solo representa um importante compartimento de N das pastagens, exercendo papel fundamental na reserva desse nutriente, tanto na forma inorgânica, quanto na forma orgânica. Aproximadamente 98% do N total do solo (Alfaia, 2006), está na matéria orgânica em diferentes moléculas e com vários graus de recalcitrância (Cantarella, 2007), e a menor parte encontra-se em formas inorgânicas compostas por amônio, nitrato e nitrito (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-) (Alfaia, 2006). Outra menor proporção no solo pode ocorrer na forma de N_2 e outros gases NO_x (Cantarella, 2007).

A atmosfera apresenta formas de N combinado como amônio (NH_4^+) proveniente de queimas industriais, atividades vulcânicas e de incêndios, e nitrato (NO_3^-) procedente da oxidação de N_2 pelo O_2 ou pelo ozônio (O_3) na presença de descargas elétricas ou de radiação ultravioleta (Cordeiro, 2008). A via de entrada de N no solo pela deposição atmosférica ocorre por meio de chuva, onde as formas combinadas de N da atmosfera são arrastadas pela água (Souza & Fernandes, 2006) conhecida por deposição úmida, principalmente, de NO_3^- e NH_4^+ , e/ou poeira (Cantarella, 2007), proveniente de áreas sob processos de erosão, através de poluente pertos de áreas industriais, ou nitrato formado pelo efeito de raios em tempestades, conhecida por deposição seca, principalmente, de N_2O e NH_3 .

As quantidades de N acrescentadas por este processo normalmente não excedem 10 kg.ha^{-1} de N. Por exemplo, em diferentes regiões de São Paulo, Malavolta (1976) quantificou aportes de apenas 10 a $15 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N. Araújo (2011) caracterizando a deposição atmosférica total de N inorgânico ($\text{NID} = \text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$) e orgânico (NOD) no trecho inferior do Rio Cachoeira, região Sul da Bahia, relatou fluxo de deposição médio geral de $1,3 \text{ mol.ha}^{-1} \text{ .semana}^{-1}$ de NO_3^- , $2,7 \text{ mol.ha}^{-1} \text{ .semana}^{-1}$ de NH_4^+ e $3,69 \text{ mol.ha}^{-1} \text{ .semana}^{-1}$ de NOD. Esse aporte, por si só, é insuficiente para atender a demanda do sistema de produção, mas serve para balancear as perdas por desnitrificação em sistemas de pastagem extensiva.

A via de entrada de N por meio da fixação biológica de nitrogênio (FBN) no sistema de pastagem é realizada por microorganismos de vida livre e associados a espécie vegetal (Moreira et al., 2010) que estão presente no solo, os quais possuem maquinário enzimático necessário para reduzir o N diatômico (N_2) a amônia (Cordeiro, 2008). A disponibilidade no solo do NH_4^+ biologicamente fixado ocorre após a morte das células microbianas e a lise dos constituintes orgânicos celulares (Reis et al., 2006) pelo processo de mineralização.

Em algumas áreas de pastagens sem aplicação de fertilizantes nitrogenados, a FBN tem mantido níveis razoáveis de produtividade (Moreira et al., 2010). Braz et al. (2004) relatam que a FBN associada a *Brachiaria* pode significar uma fonte de 20 e $40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ N. Silva et al. (2010), avaliando a FBN em pastagem com diferentes intensidades de corte na Zona da Mata de Pernambuco, constataram contribuição da FBN por bactérias diazotróficas em torno de 10 a 42% em pastagens formadas de *Brachiaria humidicola* Rendle, *B. decumbens* Stapf. e *Pennisetum purpureum* Schum. Esses autores deixam bastante evidente a contribuição da FBN no solo.

Os resíduos orgânicos depositados sobre o solo representam a principal via de entrada de N na forma orgânica no solo de sistema de pastagem. Essa fração é composta de resíduos de origem animal e, principalmente, de resíduos vegetais em diferentes estádios de decomposição (Pegoraro et al., 2011; Selle, 2007), concentrado nas camadas superficiais do solo (0 a 20 cm) e se refere à deposição das excretas dos animais (urina e fezes) e dos resíduos vegetais (Townsend, 2011). Mott & Popenoe (1977) relatam que até 90% dos nutrientes, inclusive N, pode entrar no solo através das excreções animais. A maior parte

de nitrogênio presente na urina encontra-se na forma de uréia (70 a 90%) que é rapidamente hidrolizada pela enzima urease, formando logo de início amônio (Haynes & Willian, 1993), por essa razão é considerada uma fonte de N prontamente disponível no solo (Wilkinson & Lowrey, 1973) e o restante consiste em aminoácidos e peptídios.

A entrada de N por resíduos animal é bastante heterogênea na pastagem (Euclides et al., 2007), devido as fezes e urinas serem distribuídas desuniformemente. Esse retorno é influenciado pela taxa de lotação animal, pela forma de pastejo, área de descanso, pelo animal (espécie, raça, sexo), quantidade e frequência de excreção, sistema de manejo da pastagem, localização das aguadas, topografia do terreno e pelas sombras (Rodrigues et al., 2008). Os animais depositam suas fezes mais nas áreas onde ruminam durante o dia ou onde passam a noite, enquanto a urina é excretada mais nas áreas onde pastejam durante o dia (Rodrigues et al., 2008). Dependendo do manejo adotado, cerca de 1 a 46% da área é coberta por fezes, mas a concentração de N na região sob as deposições de fezes e urina é alta, podendo atingir em torno de $1.000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N (Cantarella, 2007).

A deposição de resíduos vegetais (serrapilheira) no compartimento solo apresenta papel relevante na reciclagem e conservação desse nutriente no sistema. Atualmente, assume-se que o resíduo vegetal depositado sobre o solo é a principal via responsável pela incorporação de N nas pastagens tropicais (Schunke, 2001). Em pastagens, quantidade significativa de resíduos vegetais são depositados no solo, como constatado por Cecato et al., (2001), avaliando a acumulação de resíduo orgânico (denominado de liteira) em área de pastagem de Capim-tanzânia manejada em diferentes alturas sob pastejo com lotação contínua e carga variável, observaram grande acúmulo de serrapilheira, com média de $2.179 \text{ kg} \cdot \text{ha}$ de matéria seca. Esse resíduo pode passar por ação dos microrganismos do solo, pelo processo de mineralização, transformando o N contido nos compostos orgânicos em formas inorgânicas disponíveis no solo (Correia & Andrade, 2008). Schunke et al. (2000) avaliando o crescimento e a qualidade de *B. decumbens* em resposta à ciclagem do N da palha dessa gramínea pura, em solo LVA, submetidos a três cargas animal (0,6; 1 e 1,4 UA/ha), quantificaram a palha e o N depositados sobre o solo, constataram que os tratamentos com braquiária pura depositaram 5.860 e $4.980 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de palha e 69 e $45 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N, respectivamente.

As saídas de N do compartimento solo no sistema de pastagem cultivada podem ocorrer por volatilização, lixiviação, erosão, escoamento superficial e absorção pelo sistema radicular das plantas. A saída de N do solo por volatilização ocorre pelo processo de desnitrificação e pela formação de amônia a partir de amônio. A desnitrificação consiste na redução bioquímica de formas oxidadas de N (NO_3^- e NO_2^-) a formas gasosas (N_2 , N_2O e NO) (Victoria et al., 1992). Essas formas de N gasosas são volatilizadas para atmosfera deixando, assim, o compartimento solo. A saída de N por desnitrificação em pastagem é alta devido ao alto nível de carbono rapidamente oxidável na superfície do solo e alta concentração de NO_3^- presente no solo sob o local de deposição das fezes e urina. A perda de NH_3 por volatilização varia de 4 a 46% do N contido nas fezes e urina (Haynes & Williams, 1993), sendo a maior parte pela urina, porque a uréia é facilmente hidrolisada à amônia (Schunke, 2001).

A saída de N por lixiviação ocorre quando esse nutriente é carregado pelo movimento da água ao longo do perfil do solo, principalmente, na forma de nitrato (NO_3^-), devido a baixa interação química desse ânion com os minerais do solo. Essa baixa interação do NO_3^- com os minerais do solo ocorre por conta da predominância de cargas negativas no solo, ou pelo menos nas camadas superficiais do solo (Cantarella, 2007), o que faz com que a sua adsorção eletrostática seja insignificante (Sagoi et al., 2003), estando sujeito o NO_3^- à lixiviação (Primavesi et al., 2006) para camadas mais profundas do solo, podendo atingir o lençol freático. A estimativa de saída de N por lixiviação varia de 8 a 20 $\text{kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$. Haynes & Williams (1993) relatam perdas de N por lixiviação em pastagens pastejadas intensamente sem utilização de fertilizantes nitrogenados de 88 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$.

A saída de N por erosão e por escoamento superficial é realizada por um processo físico de desagregação e transporte de partículas do solo, levando junto as formas de N orgânica e inorgânica presente. A desagregação das partículas do solo é provocada, principalmente, pelo impacto das gotas de chuva diretamente sobre a superfície do solo, promovendo a quebra dos agregados. Por sua vez, o transporte das partículas e do N ocorre quando o solo apresenta saturado ou quando a capacidade de infiltração de água no solo é inferior à velocidade de precipitação, ocasionando o escoamento superficial do excesso de água, em áreas com declive. Esse processo é dependente de

vários fatores, dentre eles pode ser destacado a cobertura vegetal e a declividade da área (Inácio et al., 2007). A saída de N por essas duas vias em pastagens bem manejadas é pequena e frequentemente não ultrapassa 5 kg.ha⁻¹ de N (Costa et al., 2006).

Outra via de saída de N do solo ocorre por meio da absorção do sistema radicular das plantas. Neste processo as formas de N inorgânicas disponíveis, NH₄⁺ e NO₃⁻, presentes na solução do solo são absorvidas pelas raízes das plantas através de transportadores específicos (Reis et al., 2006), por mecanismos ativos e passivos (com e sem gasto de energia), sendo posteriormente translocados para a parte aérea das plantas, fazendo parte de compostos orgânicos onde permanecerá retido por um período de tempo variável.

No compartimento planta, o N está presente, em grande parte, na forma orgânica, fazendo parte das estruturas dos compostos orgânicos como aminoácidos, proteínas e ácido nucleico, e na forma inorgânica (NH₄⁺ e NO₃⁻), em menor parte, que são utilizados para a composição dos compostos orgânicos. A via de entrada de N na planta ocorre pela absorção de NH₄⁺ e NO₃⁻ disponíveis no solo, para suprir sua demanda fisiológica da planta por esse nutriente, processo esse denominado de biodisponibilização. Neste processo, as raízes das plantas absorvem ativamente o nitrato da solução do solo através de vários co-transportadores nitrato-prótons de baixa e alta finalizada. Após absorção, o nitrato é assimilado a compostos orgânicos, a partir de sua redução a nitrito no citosol pela ação da enzima nitrato redutase. O nitrito formado é rapidamente transportado para o interior dos cloroplastos nas folhas e dos plastídios nas raízes, devido sua alta reatividade e toxicidade. Nessas organelas o nitrito é reduzido a amônio (Taiz & Zeiger, 2009). O amônio absorvido pelas raízes de forma passiva, ou seja, sem gasto de energia, é rapidamente assimilado em aminoácidos (Marenco & Lopes, 2005).

As vias de saída de N do compartimento planta ocorrem por meio do consumo da biomassa vegetal pelo animal (extração) e pela deposição de material vegetal senescente. A saída de N pelo consumo animal de biomassa da forrageira ocorre devido à necessidade do animal em suprir a demanda de nutrientes por partes dos tecidos, para a realização de suas atividades metabólicas. A quantidade diária consumida de forragem pelo animal é função do tempo de pastejo e da taxa de ingestão (Gontijo Neto et al., 2006). Segundo

Machado & Kichel (2004), o consumo diário de um animal de 450 kg é de aproximadamente 11 kg de matéria seca (MS). Então, em uma pastagem de braquiária com teor de 0,83 % de N na MS, a extração diária de N é 91,3 g por animal.

A deposição de biomassa senescente das plantas forrageiras representa outra saída de N no compartimento planta. Apesar do N ser um nutriente de fácil translocação dentro da planta, via xilema, na corrente transpiratória, na forma de nitrato, aminoácidos (aspartato ou glutamato), amidas (asparagina ou glutamina) ou ureídeos (alantoína ou ácido alantóico) (Marengo & Lopes, 2005), quantidades significativas de N ainda permanecem no material senescente, sendo assim depositado sobre o solo, formando a serapilheira. Xavier et al. (2011), avaliando a dinâmica de serapilheira em pastagem de braquiária, quantificaram uma deposição de serapilheira mensal de 623 kg ha⁻¹ de MS estimando, assim, uma deposição de serapilheira anual de 16.262 kg.ha⁻¹ de MS, e quantificou o teor de N total desse material adicionado do solo de 107 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, confirmando a via de retorno desse nutriente no compartimento planta.

O compartimento animal é uma carga circulante sobre o compartimento solo, que apresenta influência na transformação das formas de N, na taxa de ciclagem e disponibilidade, constituindo também um importante componente nas pastagens. Neste compartimento o N pode ser encontrado fazendo parte da composição de moléculas orgânicas do corpo do animal como, principalmente, proteínas que são essenciais ao desenvolvimento do animal e pode ser encontrado em outras formas presentes no sistema digestivo do animal.

A via de entrada de N no compartimento animal ocorre por meio do consumo da biomassa vegetal produzida pela forragem, com determinado teor de N, para suprir as necessidades fisiológicas do animal para a realização de suas atividades físicas e metabólicas. A quantidade de N que entra nesse compartimento pode variar com o tipo de forragem consumida e com o teor desse nutriente na biomassa vegetal. Geralmente, o consumo de um animal com 450 kg de peso vivo é de aproximadamente 11 kg de biomassa vegetal por dia, com base na MS (Machado & Kichel, 2004), e o teor de N total na biomassa vegetal seca de braquiária (feno) segundo Fernandes et al. (2002) é

0,45%. Deste modo, estima-se que diariamente há uma entrada de $4,5 \text{ g.kg}^{-1}$ de N no compartimento animal por meio do consumo de biomassa vegetal.

Apenas uma pequena fração do N é retida em sua massa corporal, o caso de gado de corte, os animais retêm cerca de 10% do N consumido (Schunke, 2001) e pode variar de acordo com a categoria, a idade, a condição corporal e fisiológica do animal, o estágio de produção e o nível de consumo de forragem (Rodrigues et al., 2008). A quantidade de N que não é retido na massa corporal do animal segue as vias de saída desse compartimento, que ocorre por meio das excreções animal (urina e fezes).

Em pastagem de *B. decumbens*, Braz et al. (2002) avaliando a reciclagem de nutrientes e a concentração de N nas fezes de novilhas com peso médio inicial de 300 kg de peso vivo, estimaram a saída diária de N pelas fezes, por animal, em 22,1 g, relatando ainda que essa saída de N corresponde a 93% do N consumido pelo animal. De acordo com Schunke (2001), os bovinos de corte excretam cerca de 90% do N consumido pela urina e fezes, sendo na urina o N encontra-se, principalmente, na forma de uréia ou amônia, e nas fezes, a maior parte está em forma orgânica.

Além dessas vias de saída de N do compartimento animal, o N que passa a fazer parte da massa corporal do animal, na forma de proteínas, também, pode ser considerado perdido do sistema solo-planta quando o animal é retirado do pasto para abate. De acordo com Boddey et al. (2000), essa exportação de N raramente excede $10 \text{ Kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$.

A eficiência da ciclagem de N em pastagem pode contribuir para uma maior biodisponibilização desse nutriente nos compartimentos planta e animal, que, conforme apresentado, beneficia resultados à produção das pastagens. A deposição de resíduos orgânicos, principalmente os de origem vegetal, representa a principal via de entrada de N no compartimento solo para a disponibilização para as plantas e animais, enfatizando, assim, sua considerável importância no sistema de pastagem. É muito importante ressaltar, que dentre as vias de saída de N na pastagem a volatilização e a lixiviação denotam grande preocupação, visto que grande quantidade desse nutriente é perdida por essas vias, o que pode comprometer todo o sistema. Assim, é notável a necessidade de ampliar o controle sobre essas vias de perda de N para aumentar a eficiência da ciclagem de N e, conseqüentemente, melhor produção e com maior sustentabilidade da pastagem.

O objetivo desta tese foi avaliar o efeito da introdução de diferentes leguminosas herbáceas e arbóreas forrageiras em pastagem consorciada com *Brachiaria decumbens* sobre a atividade microbiana do solo e a decomposição de serrapilheira na disponibilização de nitrogênio no solo.

A tese está dividida em quatro capítulos na forma de artigos. O primeiro e o segundo capítulo aborda a atividade microbiana do solo em pastagens após implantação de diferentes leguminosas herbáceas, arbustivas e arbóreas. O terceiro e o quarto capítulo aborda da decomposição e liberação de nitrogênio de biomassa de gramínea e leguminosas forrageiras. Por fim, estão apresentadas nas considerações finais as principais conclusões sobre o estudo e as perspectivas para pesquisas futuras.

Referências

ALFAIA, S. S. Caracterização e distribuição das formas do nitrogênio orgânico em três solos da Amazônia central. **Acta Amazônica**, v. 36, p. 135-140, 2006.

ALMEIDA, R. G.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; REGAZZI, A. J.; BRÂNCIO, P. A.; FONSECA, D. M.; OLIVEIRA, M. P. Produção Animal em Pastos Consorciados sob três Taxas de Lotação, no Cerrado. **Revista Brasileira e Zootecnia**, v. 31, p. 852-857, 2002 (suplemento).

ALVES, T. S.; CAMPOS, L. L.; NETO, N. E.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, p. 341-347, 2011.

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ V. V. H.; MARTINS, C. E.; SOUZA, D. P. H. Produtividade e Valor Nutritivo do Capim-Elefante cv. Napier sob Doses Crescentes de Nitrogênio e Potássio. **Revista Brasileira e Zootecnia**, v. 29, p. 1589-1595, 2000.

ARAÚJO, A. S. F.; LEITE, L. F. C.; NUMES, L. A. P. L.; CARNEIRO, R. F. V. **Matéria orgânica e organismos do solo**, Teresina: EDUFPI, 2008, 220p.

ARAÚJO, T. G. **Deposição atmosférica total de nitrogênio e íons maiores no trecho inferior do Rio Cachoeira, Sul da Bahia- BR.** Dissertação (Mestrado em Sistema Aquáticos Tropicais), 75f., Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus; BA, 2011.

AROEIRA, L. J. M., PACIULLO, D. S. C., LOPES, F. C. F., MORENZ, M. J. F., SALIBA, E. S., SILVA, J. J., DUCATTI, C. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 413-418, 2005.

BARBERO, L. M.; CECATO, U.; LUGÃO, S. M. B.; GOMES, J. A. N.; LIMÃO, V. A.; ABRAHÃO, J. J. S.; ROMA, C. F. C. Produção animal e valor nutritivo da forragem de pastagem de Coast Cross consorciada com amendoim forrageiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, p. 645-653, 2010.

BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira e Zootecnia**, v. 37, p. 51-67, 2008.

BODDEY, R. M. R.; MACEDO, R. M.; TARRÉ, E.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, O. C.; REZENDE, C. P.; CANTARUTTI, R. B.; PEREIRA, J. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 103, p. 389-403, 2004.

BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; OLIVEIRA, O. C.; URQUIAGA, S. A degradação das pastagens e o ciclo do nitrogênio. In: SALTON, J. C.; MELHORANÇA, A. L.; FONTES, C. Z. (Eds.). **WORKSHOP NITROGÊNIO NA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**. Dourados: EMBRAPA Agropecuária; EMBRAPA Agrobiologia, 2000. 163 p.

BOMFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A.; SILVA, T. J. A. Nitrogênio e enxofre na produção e no uso de água pelo capim-braquiária em degradação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 309-317, 2007.

BRAGA, G. J. Sequestro de carbono em pastagens cultivadas. **Pesquisa e tecnologia**, v. 7, 2010.

BRAZ, S. P.; NASCIMENTO J. R. D.; CANTARUTTI, R. B. et al. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 858-865, 2002.

BRAZ, S. P.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Degradação de pastagens, matéria orgânica do solo e a recuperação do potencial produtivo em sistemas de baixo “input” tecnológico na região dos cerrados. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, 2004. 8p. (Embrapa Agrobiologia. Circular Técnica, ISSN 1519-7328).

CABRAL, W. B.; SOUZA, A. L.; ALEXANDRINO, E.; TORAL, F. L. B.; SANTOS, J. N.; CARVALHO, M. V. P. Características estruturais e agronômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira e Zootecnia**, v. 41, p. 846-855, 2012.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In.: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 376-449, 2007.

CARDOSO, M. Métodos para quantificação da biomassa microbiana do solo. **Agropecuária técnica**, v. 25, p. 1-12, 2004.

CARNEIRO, M. A. C.; ASSIS, P. C. R.; MELO, L. B. C.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B.; NETO, A. N. S. Atributos bioquímicos em dois solos de cerrado sob diferentes sistemas de manejo e uso. **Pesquisa Agropecuária tropical**, v. 38, p. 276-283, 2008.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com pastagens. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, p. 103-113, 2008.

CECADO, V.; CASTRO, C. R. C.; CANTO, M. W.; PETERNELLIN, M.; ALMEIDA Jr., J.; JOBIM, C. C.; CANO, C. C. P. Perdas de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. tanzania-1) manejado sob diferentes alturas sob pastejo. **Revista Brasileira e Zootecnia**, v. 30, p. 295-301, 2001.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 33, p. 1116-1164, 2003.

CORDEIRO, L. Fixação do nitrogênio. In. : KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**, 2ed. Guanabara Koogan, p. 51-64, 2008.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G.; Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ed. Porto Alegre: Metropole, p. 561-569, 2008.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V. **Adubação nitrogenada para pastagens do gênero *Brachiaria* em solos do cerrado**. Santo Antônio de Goiais: EMBRAPA arroz e feijão, 60p., 2006.

COSTA, K. A. T.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p. 192-199, 2010.

COSTA, N. L.; MAGALHÃES, J. A.; TOWNSEND, C. R.; PEREIRA, R. G. A.; OLIVEIRA, J. R. C. **Utilização de leguminosas forrageiras na recuperação de pastagens degradadas**. Comunicado técnico, Porto Velho-RP, p. 1-3, 2004.

COSTA, N. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PAULINO, V. T.; PEREIRA, R. G. A. Recuperação e renovação de pastagens degradadas. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. 7, p. 9-49, 2006.

D'ANDRÉIA, A. F.; SILVA, M. L.; CURI, N.; GUILHERME, L. R. G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 179-186, 2004.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; URQUIAGA, S.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; FRANCO, A. A. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim *Survenola* crescido em consórcio. **Ciência Rural**, v. 37, p. 352-356, 2007.

DIAS-FILHO, M. B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 4.ed.rev. atual. e ampl. Belém: Ed. do Autor, 2011a. 216p.

DIAS-FILHO, M.B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 243-252, 2011b.

DIAS-FILHO, M. B.; SERRÃO, E. A. S.; FERREIRA, J. N. Processo de degradação e recuperação de áreas degradadas por atividades agropecuárias e florestais na Amazônia brasileira. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (Eds.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 2, p. 293-305.

DICK, D. P.; NOVOTNY, E. H.; DIECKOW, J.; BAYER, C. Química da Matéria Orgânica do Solo. In.: MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F. **Química e Mineralogia do Solo**. Viçosa: SBCS, parte II, p. 1-67, 2009.

DUBEUX Jr., J. C. B.; MUIR, J. P.; SANTOS, M. V. F.; VENDRAMINI, J. M. B.; MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A. Improving grassland productivity in the face of economic, social, and environmental challenges. **Revista de Zootecnia**, v. 40, p. 280-290, 2011.

DUBEUX JUNIOR, J. C. B., SANTOS, H. Q., SOLLENBERGER, L. E. Nutrient cycling: Perspectives for increasing sustainability of intensively managed pastures. In: **21st Pasture Management Symposium. Proceedings of the 21st pasture management symposium**. Piracicaba: FEALQ, 2004, p. 357-400.

DUPAS, E.; BUZETTI, S.; SARTO, A. L.; HERNANDEZ, F. B. T.; BERGAMASCHINE, A. F. Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2598-2603, 2010.

EUCLIDES, V. P. B.; COSTA, F. P.; MACEDO, M. C. C.; FLORES, R.; OLIVEIRA, M. P. Eficiência biológica e econômica de pasto de capim- Tanzânia adubada com nitrogênio no final do verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 1345-1355, 2007.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Produção de bovinos em pastagens de *Brachiaria* spp. consorciadas com *Calopogonium mucunoides* nos cerrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, p. 238-245, 1998.

EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; ALMEIDA, R. G.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 151-168, 2010.

FERNANDES, C. D., GROF, B., CHAKRABORTY, S., VERZIGNASSI, J. R. Estilosantes Campo Grande in Brazil: A tropical forage legume success story. **Tropical Grasslands**, v. 39, p. 223-223, 2005.

FERNANDES, L. O.; REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; LEDIC, I. L.; MANZAN, R. J. Qualidade do feno de brachiariadecumbensStapf. Submetido do tratamento com amônia amida ou ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p. 1325-1332, 2002.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; TOSTES, R. Propriedades físicas e matéria orgânica de um latossolo vermelho sob sistema de manejo e cerrado nativo. **Biosci. J.**; Uberlândia, v. 24, p. 24-30, 2008.

FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. INCAPER, 2008, 27 p.

GAMA-RODRIGUES, E.F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 227-243.

GONTIJO NETO, M. M.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO Jr., D. N.; MIRANDA, L. f.; FONSECA, P. M.; OLIVEIRA, M. P. consumo e tempo de pastagem de capim-tanzâniasob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 60-66. 2006.

HARE, M. D., GRUBEN, I. E., TATSAPONG, P., LUNPHA, A., SAENGKHAM, M., WONGPICHET, K. Inter-row planting of legumes to improve the crude protein concentration in *Paspalum atratum* cv. Ubon pastures in north-east Thailand. **Tropical Grasslands**, v. 38, p. 167-177, 2004.

HARE, M. D., THUMMASAENG, K., SURIYAJANTRATONG, W., WONGPICHET, K., SAENGKHAM, M., TATSAPONG, P., KAEWKUNYA, C., BOONCHARERN, P. Pasture grass and legume evaluation on seasonally waterlogged and seasonally dry soils in north-east Thailand. **Tropical Grasslands**, v. 33, p. 65-74, 1999.

HAYNER, R. J.; WILLIAMS, P. II. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advanced Agronomy**, v. 49, p. 119-199, 1993.

IEIRI, A. Y.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S. Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com *Brachiaria*. **Ciênc. Agrotec.**, v. 34, p. 1154-1160, 2010.

INÁCIO, E. S. B.; CANTALICE, J. R. B.; NACIF, P.G. S.; ARAUJO, Q. R.; BARRETO, A. C. Quantificação da erosão em pastagem com diferentes declives na microbacia do Ribeirão Salomea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, p. 355-360, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **Censo Agropecuário 1995-1996**. Rio de Janeiro:IBGE, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA - IBGE, 2011. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2241eid_pagina=1 . Acesso em: 11 dez. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA - IBGE, Censo Agropecuário 1920/2006. Até 1996, dados extraídos de: Estatísticas do Século XX. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2007.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian Ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology e Biochemistry**, Oxford, v. 42, p. 1-13, 2010.

KUMMER, L.; BARROS, Y. J.; SCHÄFER, R. F.; FERREIRA, A. T. S.; FREITAS, M. P.; PAULA, R. A.; DIONÍSIO, J. A. Respiração e bio massa microbiana em solos sob diferentes sistemas de uso. **Scientia Agraria**, v. 9, p. 559-563, 2008.

LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; MELLO, A. C. L.; LIRA JUNIOR, M. A. Sistemas de produção de forragem: alternativas para sustentabilidade da pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 491-511, 2006.

LIU, K.; SOLLENBERGER, L. E.; SILVEIRA, M. L.; VENDRAMINI, J. M. B.; NEWMAN, Y. C. Grazing intensity and nitrogen fertilization affect litter response in 'Tifton 85' Bermuda grass pastures: II Decomposition and nitrogen mineralization. **Agronomy journal**, v. 103, p. 163-168, 2011.

LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; GOMES, C. F.; GASPARINI, A. S.; NUNES, C.M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p. 20-28, 2011.

LUIZÃO, R. C. C.; COSTA, E. S.; LUIZÃO, F. J. Mudança na biomassa microbiana e nas transformações de nitrogênio do solo em uma sequência de idade de pastagem após derrubar e queimar a floresta na Amazônia central. **Acta Amazônica**, v. 29, p. 43-56, 1999.

MACEDO, M. C. M. Degradação de pastagens; conceitos e métodos de recuperação In: “SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL”. **Anais...**, Juiz de Fora. 1999. P.137-150.

MACHADO, L. A. Z.; KICHEL, A. N. **Ajuste de catação no manejo de pastagens**. Dourados: EMBRAPA agropecuária oeste; 55p. 2004.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola – Nutrição de Plantas e Fertilidade do Solo**. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo. 1976. 528p.

MAPIYE, C., MUPANGWA, J. F., MUGABE, P. H., CHIKUMBA, N., POSHIWA, X., FOTI, R. A review of forage legume research for rangeland improvement in Zimbabwe. **Tropical Grasslands**, v. 40, p. 145-149, 2006.

MARCHIORI JR., M.; NELO, W. J. Atrações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solos de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1177-1182, 2000.

MCDONALD, C. K., JONES, R. M., COOK, S. J. Influence of seedbed preparation and grazing management on seed production of four tropical legumes in the establishment year. **Tropical Grasslands**, v. 37, p. 111-118, 2003.

MELO, R. F.; DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V.; OLIVEIRA, J. A. Potencial de quatro espécies herbáceas forrageiras para fitorremediação de solo contaminado por arsênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 455-465, 2009.

MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F.; FRANCELINO, C. S. F.; CAVALHEIRO, J. C. T.; OTSUBO, A. A. Biomassa microbiana, em um Argissolo vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em áreas cultivadas com mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 34, p. 476-485, 2008.

MIRANDA, C. H. B.; VIEIRA, A.; CADISCH, G. Determinação da Fixação Biológica de Nitrogênio no Amendoim Forrageiro (*Arachis spp.*) por Intermédio da Abundância Natural de ¹⁵N. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1859-1865, 2003.

MONTEIRO, M. T.; E GAMA-RODRIGUES, E.F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 819-826, 2004.

MORAIS, L. F. D.; CAMPELO, E. F. C.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G. Biomassa microbiana em áreas em processo de restauração na reserva biológica de poço das antas, RJ. **Caatinga**, v. 20, p. 54-63, 2007.

MOREIRA, F. M. S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicado Scientiae**, v. 1, p. 74-99, 2010.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2 ed. Lavras: editora UFLA, 729p, 2006.

NJARUI, D. M. G.; WANDERA, F. P. Effect of cutting frequency on productivity of five selected herbaceous legumes and five grasses in semi-arid tropical Kenya. **Tropical Grasslands**, v. 38, p. 158-166, 2004.

OLIVEIRA, I. P.; COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; MACIEL, G. A.; NEVES, B. P.; MACHADO, E. L. Efeitos de fontes de cálcio no desenvolvimento de gramíneas solteiras e consorciadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 592-598, 2009.

OLIVEIRA, J. R. A.; MENDES, I. C.; VIVALDI, L. Carbono da biomassa microbiana em solos de cerrado sob vegetação nativa e sob cultivo: avaliação dos métodos fumigação-incubação e fumigação-extração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 863-871, 2001.

OLIVEIRA, M. **Governo planeja incentivo a produtor que recuperar área degradada**. São Paulo: Do G1, 2010. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia-e-negocios/noticia/2010/04/governo-planeja-incentivo-produtor-que-recuperar-area-degradada.html> . Acesso em: 11 mai. 2010.

OLIVEIRA, P. P. A. **Recuperação de pastagens degradadas para sistemas intensivos de produção de bovinos**. Circular Técnica 38, São Carlos-SP, 2005, 23p.

OLIVEIRA, P. P. A.; BOARETTO, A. E.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, W. S.; CORSI, M. Liming and fertilization to restore degraded *Brachiaria decumbens* pastures grown on an entisol. **Scientia Agricola**, v. 60, p. 125-131, 2003.

OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, W. S.; CORSI, M. Fertilização com N e S na Recuperação de Pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1121-1129, 2005.

PÁDUA, F. T.; ALMEIDA, J. C. C.; MAGIEIRO, J. Q.; NEPOMUCENO, D. D.; SILVA, T. O.; ROCHA, N. S. Produção de matéria seca e de sementes de leguminosas forrageiras tropicais cultivadas em diferentes espaçamentos. **Revista da Universidade Rural**, v. 24, p. 67-71, 2004.

PARIS, W.; CECATO, U.; BRANCO, A. F.; BARBERO, L. M.; GALBEIRO, S. Produção de novilhas de corte em pastagem de Coastcross-1 consorciada

com *Arachis pintoi* com e sem adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 122-129, 2009.

PEGORARO, R. F.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; FONSECA, S. Fenóis derivados da lignina, carboidratos e aminoácidos em serapilheira e solo cultivados com eucalipto e pastagem. **Revista Árvore**, v. 35, p. 359-370, 2011.

PELLEGRINI, L. G.; MONTEIRO, A. L. G.; NEUMANN, M.; MORAES, A.; PELLEGRINI, A. C. R. S.; LUSTOSA, S. B. C. Produção e qualidade de azevém-anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1894-1904, 2010.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagem em regiões de Cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 655-661, 2004.

PEZZATTO, A. W.; WISNIEWSKI, C. Produção de serrapilheira em diferentes seres sucessionais da floresta estacional semidecidual no Oeste do Paraná. **Floresta**, v. 36, p. 111-120, 2006.

PIMENTA, L. M. M.; ZONTA, E.; BRASIL, F. C.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; STAFANATO, J. B. Fertilidade do solo em pastagem cultivadas sob diferentes manejo, no nordeste do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 1136-1142, 2010.

PRAGANA, R. B.; NÓBREGA, R. S. A.; RIBEIRO, M. R.; LUSTOSA FILHO, J. F. Atributos biológicos e dinâmica da matéria orgânica em Latossolos Amarelos na região do cerradopiauiense sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 851-858, 2012.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; CORRÊA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Lixiviação de nitrato em pastagem de coastcross adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 683-690, 2006.

REIS Jr., F. B.; MENDES, I. C. **Biomassa microbiana do solo**. Flanaltina, DF: EMBRAPA Cerrado, 40p. 2007.

REIS JR., F. B.; SILVA, M. F.; TEIXEIRA, K. R. S.; URQUIAGA, S., REIS, V. M. Identificação de isolados de Azospirillum amazonense associados a Brachiaria spp., em diferentes épocas e condições de cultivo e produção de fitormônio pela bactéria. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 103-113, 2004.

REIS, A.; ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. CETESB-São Paulo, 1999.

REIS, V. M.; OLIVEIRA, A. L. M.; BALDANI, V. L. D.; OLIVARES, F. L.; BALDANI, J. I. **Fixação biológica de nitrogênio simbiótica e associativa**. In.: FENANDES, M.S. Nutrição Mineral de Plantas. SBCS, Viçosa-MG, p. 154-172, 2006.

RODRIGUES, A. M.; CECATO, U.; FUKUMOTO, N. M.; GALBEIRO, S.; SANTOS, G. T.; BARBERO, L. M. Concentrações e quantidades de macronutrientes na excreção de animais em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 990-997, 2008.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C.. Biomassa microbiana do solo: fração mais ativa da matéria orgânica. In: ROSCOE, R. et al. (Ed.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006, p. 163-198.

SAGOI, L.; ERNANI, P. R.; LICH, V. A.; RAMPAZZO, C. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da ureia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com textura contrastantes. **Ciência Rural**, v. 33, p. 65-70, 2003.

SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 183-189, 2009.

SANTOS, M. E. R. Adubação de pastagens: Possibilidades de utilização. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico, v. 6, p. 1-13, 2010.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; EUCLIDES, V. P. B.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOREIRA, L. M. Produção de bovinos em pastagens de capim-braquiária diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 635-642, 2009.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; VOSS, M.; JACQUES, A. V. A. Nodulação e fixação biológica de nitrogênio de *Adesmia latifolia* e *Lotus corniculatus* em vasos de leonard. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 687-693, 2001.

SCHIERE, J. B.; IBRAHIM, M. N. M.; VAN KEULEN, H. The role of livestock for sustainability in mixed farming: criteria and scenario studies under varying resource allocation. **Agriculture, Ecosystems e Environments**, v. 90, p. 139-153, 2002.

SCHMIDT, R. O.; SANA, R. S.; LEAL, F. K.; ANDREAZZA, R.; CAMARGO, F.A.O.; MEURER, E.J. Biomassa e atividade microbiana do solo em sistemas de produção olerícola orgânica e convencional. **Ciências Rural**, v. 43, 2013.

SCHUNKE, R. M. **Alternativas de manejo de pastagem para melhor aproveitamento do nitrogênio do solo**. Campo Grande: EMBRAPA gado de corte, 2001, 26p.

SCHUNKE, R. M.; RAZUK, R. B.; EUCLIDES, V. B. P. Produção, decomposição e liberação de nitrogênio da liteira de pastagem de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* consorciada com *Stylosanthes guianensis* sob duas cargas animais. In: REUNIÓN ALPA, 2000, Montevideo. **Anais...Montevideo: ALPA,2000. CD-ROM**.

SELLE, G. L. Ciclagem de nutriente em ecossistemas florestais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, p. 29-39, 2007.

SILVA JR., R. S.; MOURA, M. A. L.; MEIXNER, F. X.; KORMANN, R.; LYRA, R. F. F.; NASCIMENTO FILHO, M. F. Estudo da concentração de CO₂ atmosférico em área de pastagem na região amazônica. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 2, p. 259-270, 2004.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: Novais, R.F.; Alvarez, V.H.; Barros, N.F.; Fontes, R.L.F.; Cantarutti, R.B.; Neves, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa-MG, p. 337-354, 2007.

SILVA, L. L. G. G.; ALVES, G. C.; RIBEIRO, J. R. A.; URQUIAGA, S.; SOUTO, S. M.; FIGUEIREDO, M. V. B.; BURITY, H. A. Fixação biológica de nitrogênio em pastagens com diferentes intensidades de corte. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 21-30, 2010b.

SILVA, M. C.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JR., J. C. B.; LIRA, M. A.; SANTANA, D. F. Y.; FARIAS, I.; SANTOS, V. F. Avaliação de métodos para recuperação de pastagens de braquiária no agreste de Pernambuco. 1. Aspectos quantitativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1999-2006, 2004.

SILVA, R. R.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; MOREIRA, F. M. S.; CURI, N.; ALOVISI, A. M. T. Biomassa e atividade microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das vertentes-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1585-1592, 2010a.

SILVA, T. G. F. Aspectos conceituais, métodos de análise e levantamento de informações para o setor pecuário de Pernambuco frente dos cenários de mudanças climáticas. In.: GALVÍNCIO, J. D. **Mudanças climáticas e impactos ambientais**. Recife : Ed. Universitária da UFPE, p. 25-64, 2010.

SILVA, V. J.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; TEIXEIRA, V. I.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; MELLO, A. C. L. Características morfológicas e produtivas de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a duas frequências de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 97-102, 2010c.

SODER, L. Metabolismo do nitrogênio. In.: KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**, 2ed. Guanabara Koogan, p.65-80, 2008.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; LIMA, G. V. S.; CARVALHO, P. C. F.; MARTINS, A. P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidade de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 79-88, 2010.

SOUZA, F. H. D. **As sementes de espécies forrageiras tropicais no Brasil**. Campo Grande-MS, Embrapa/CNPGC, 1984, 53p.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M.S. Nitrogênio. In.: FERNANDES, M.S. **Nutrição Mineral de Plantas**. SBCS, Viçosa, p. 216-245, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Trad. de SANTARÉM, E.R. et al. 3 ed. PORTO Alegre, RS: ARTMED, 2004. 719p.

TEIXEIRA, V. I.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA JUNIOR, M. A.; LIRA, M. A.; SILVA, H. M. S. Aspectos agronômicos e bromatológicos de leguminosas forrageiras no nordeste brasileiro. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 245-254, 2010.

TODA, F. E.; VASQUES, T.; ARAÚJO, M. F. F. Biomassa microbiana e sua correlação com a fertilidade de solos em diferentes sistemas de cultivo, **Colloquium Agrariae**, v. 6, p. 01-07, 2010.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A. Aspectos econômicos da recuperação de pastagens na Amazônia brasileira. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 5, p. 27-49, 2010.

URQUIAGA, S., CADISCH, G., ALVES, B. J. R., BODDEY, R. M., GILLER, K. E. Influence of decomposition of roots of tropical forage species on the availability of soil nitrogen. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 30, p. 2099-2106, 1998.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. Forage peanut (*Arachis pinto*): A high yielding and high quality tropical legume for sustainable cattle production systems in the western Brazilian Amazon. **Tropical Grasslands**, v. 39, p. 222-222, 2005a.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. Tropical kudzu (*Pueraria phaseoloides*): Successful adoption in sustainable cattle production systems in the western Brazilian Amazon. **Tropical Grasslands**, v. 39, p. 221-221, 2005b.

VANLAUWE, B., AIHOU, K., HOUNGNANDAN, P., DIELS, J., SANGINGA, N., MERCKX, R., JENSEN, E. S., RECOUS, S. Nitrogen management in 'adequate' input maize-based agriculture in the derived savanna benchmark zone of Benin Republic. **Plant and Soil**, v. 228, p. 61-71, 2001.

VARELA, V. P.; GURGEL, E. S. C. Tratamentos pré-germinativos em sementes de calopogônio (*Calopogonium muncunoides* Desv) - Leguminosae, Papilionoideae. **Revista de Ciências Agrárias**, p. 89-96, 2001.

VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um Podzólico Vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 35-42, 2000.

VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; FERREIRA, J. J.; MACÊDO, G. A. R.; CANTARUTTI, R. B.; MASCARENHAS, M. H. T. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim-braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1497-1503, 2011.

VICTORIA, R. L.; PICCOLO, M. C.; VARGAS, A. A. T. O ciclo do nitrogênio. In.: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do Solo**. Campinas, p. 105-119, 1992.

WILKINSON, S. R.; LOWREY, R. W. Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. In: Butler, GW, Bailey, R.W (Eds). **Chemistry and biochemistry of herbage**. New York: Academic Press, 1973, v. 2, p. 247-315.

WILSEY, B. J.; PARENT, G.; ROULET, N. T.; MOORE, T. R.; POTVIN, C. Tropical pasture carbon cycling relationships between C source/sink strength, above-group biomass and grazing. **Ecology Letters**, v. 5, p. 367-376, 2002.

XAVIER, D. F.; LÉDO, F. J. S.; PACIULLO, D. S. C.; PIRES, M. F. A.; BODDEY, R. M. Dinâmica da serapilheira em pastagem de braquiária em sistema silvipastoril e monocultura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1214-1219, 2011.

YDOYAGA, D. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SILVA, M. C.; SANTOS, V. F.; FERNANDES, A. P. M. Métodos de recuperação de pastagens de *Branchiaria decumbens* Stapf. no Agreste Pernambucano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 699-705, 2006.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J. Possíveis causas da degradação de pastagens. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. VI, n.11, 2005.

CAPÍTULO I

BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO EM PASTAGEM DEGRADADA DE BRAQUIÁRIA APÓS IMPLANTAÇÃO DE LEGUMINOSAS HERBÁCEAS

BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO EM PASTAGEM DEGRADADA DE BRAQUIÁRIA APÓS IMPLANTAÇÃO DE LEGUMINOSAS HERBÁCEAS

Resumo

A atividade microbiana do solo é sensível às práticas culturais, e é um dos principais elementos do ciclo do nitrogênio em pastagens. O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações da biomassa e atividade microbiana do solo de pastagem degradada após a implantação de leguminosas herbáceas forrageiras em consórcio com *Brachiaria decumbens* Stapf., na Zona da Mata de Pernambuco, na época de seca e chuva. Para isso, foram realizadas amostragens em um experimento de campo, estabelecido em julho de 2008, com *Arachis pintoii* Krap & Greg cv. Amarillo, *Clitoria ternatea* L., *Calopogonium mucunoides* Desv. e Estilosantes Campo Grande, além de braquiária solteira adubada e não adubada com nitrogênio. As amostragens foram em março e setembro de 2010 aos 0-10 cm de profundidade, em três transectos alternando pontos cobertos por gramíneas e leguminosas, no total de nove amostras compostas por parcela. As amostras foram utilizadas para determinação de carbono (C-BMS) e nitrogênio (C-BMS), nitrogênio da biomassa microbiana (N-BMS); respiração basal do solo (RBS); coeficiente metabólico (qCO_2) e a relação entre o carbono e nitrogênio da biomassa microbiana (C:N-BMS). A implantação de leguminosas herbáceas consorciadas em pastagem degradada de braquiária através do revolvimento do solo reduziu a biomassa e atividade microbiana perceptível mesmo após dois anos da implantação, o que torna necessário a avaliação de seus efeitos sob outros métodos de implantação.

Palavra-chave: Carbono da biomassa, respiração basal do solo, consórcio.

SOIL MICROBIAL BIOMASS AND ACTIVITY IN SIGNAL GRASS DEGRADED PASTURE AFTER HERBACEOUS LEGUME IMPLANTATION

Abstract

Soil microbial activity is sensitive to cultural practices and one of the main elements of the pasture nitrogen cycle. This work aims to evaluate changes in soil microbial biomass and activity in a degraded signal grass (*B. decumbens* Stapf) in Pernambuco State Forest Zone, at the dry and rainy seasons. To this end, samplings were done in a field experiment established July 2008, with *A. pintoi* Krap & Greg cv. Amarillo, *C. ternatea* L., *C. mucunoides* Desv. and Campo Grande stylo, as well as single signal grass fertilized or not with nitrogen. Samplings were done in March and September 2010 at the 0-10 cm depth, in three transects alternating grass and legume covered points, totaling nine compound samples per plot. The samples were used for microbial biomass carbon (C-BMS) and nitrogen (N-BMS), soil basal respiration (RBS); metabolic coefficient (qCO_2) and the carbon to nitrogen ratio in the microbial biomass (C:N-BMS). The herbaceous legume incorporation into signal grass pastures through soil preparation reduced soil microbial biomass and activity, even two years after implantation, which leads to the need to evaluate these effects under other implantation methods.

Keywords: biomass carbon; basal soil respiration; consortium

Introdução

As pastagens são um dos principais sistemas produtivos do Brasil, ocupando aproximadamente 200 milhões de hectares, sob diferentes situações de clima e solo (Silva et al., 2010), mas cerca de 20% desta área encontra-se degradada ou em algum processo de degradação (Costa et al., 2010). Este é um dos maiores problemas enfrentados pela pecuária brasileira, causando prejuízos econômicos e ambientais com frequência nas áreas de fronteira agrícola do país (Dias-Filho, 2011).

A degradação de pastagem por definição é o processo de perda de vigor, de produtividade, e da capacidade de recuperação natural de uma dada pastagem, tornando-a incapaz de sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelos animais, assim como superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e espécies invasoras, culminando com a degradação avançada dos recursos naturais (Zanine et al., 2005; Silva et al., 2004).

Os principais fatores que levam à degradação das pastagens são o manejo inadequado das plantas forrageiras e o declínio da fertilidade do solo (Costa et al., 2010; Bonfim-Silva et al., 2007), em razão da perda de nutrientes. Dentre os elementos essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas forrageiras, o N é considerado um dos mais importantes (Dubeux Jr. et al., 2004; Garcia et al., 2008), e pode ser perdido do sistema mediante a exportação do produto animal, lixiviação, desnitrificação e volatilização (Reis Jr. et al., 2004).

O uso de leguminosas herbáceas forrageiras em consórcio com gramíneas é uma alternativa para aumentar a disponibilidade de N pela fixação biológica de nitrogênio atmosférico, realizada a partir da simbiose com rizóbios, e pela deposição de material vegetal de melhor qualidade, podendo, assim, contribuir com uma ciclagem de nutriente mais rápida (Carvalho & Pires, 2008).

As leguminosas *Pueraria phaseoloides* e *Arachis pintoi* cv Belmonte têm sido utilizadas com sucesso em pastagens consorciadas no Acre (Andrade et al., 2004). Outras espécies consideradas promissoras para consórcio com gramíneas tropicais incluem *Calopogonium mucunoides* (Hare et al., 1999), *Clitoria ternatea* (Hall & Walker, 2005) e algumas espécies do gênero *Stylosanthes* (Garcia et al., 2008).

Práticas de manejo que favorecem uma deposição de materiais vegetais de melhor qualidade podem estimular os microrganismos do solo, conhecidos também como biomassa microbiana do solo (BMS). A BMS é definida como a parte viva da matéria orgânica do solo, excluindo as raízes, meso e macrofauna, e atua como agente de transformação da matéria orgânica, no ciclo de nutrientes e no fluxo de energia (Kummer et al., 2008) e é sensivelmente alterada pelas condições impostas pelo meio (Souza et al., 2010). Assim, sua estimativa é importante para avaliação da recuperação de pastagens degradadas, podendo fornecer informações sobre modificações na ciclagem de nutrientes decorrentes do manejo empregado. Dessa forma, o

objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações da biomassa e atividade microbiana do solo de pastagens degradadas após a implantação de diferentes leguminosas herbáceas forrageiras em consórcio com *Brachiaria decumbens* Stapf., na Zona da Mata de Pernambuco, na época de seca e chuva.

Material e Métodos

Dados gerais da área experimental

A área de estudo foi uma pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* Stapf. implantada no final da década de 1980, na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em Itambé-PE, Zona da Mata Seca de Pernambuco, Brasil, 07°25' S e 35°06' W (Figura 1), a 190 m de altitude, com precipitação média de 1.200 mm/ano, temperatura anual média de 24 °C e umidade relativa do ar média anual de 80% (CPRH, 2003). O solo predominante na estação experimental é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico úmbrico, textura média/argilosa, A proeminente, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado (Jacomine et al., 1973; atualizado de acordo com Embrapa, 2006).

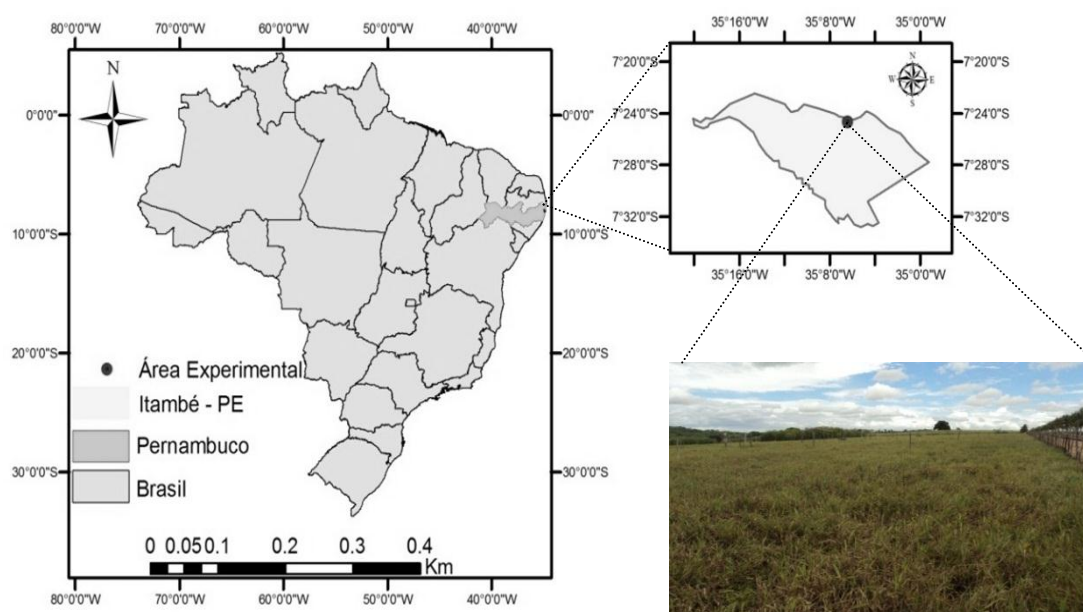


Figura 1. Mapa de localização da área experimental no Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA, em Itambé-PE.

Preparo da área experimental

Antes da implantação do experimento, foi realizada uma caracterização química do solo nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm, conforme a metodologia descrita pela Embrapa (1997) (Tabela 1). A correção do solo foi realizada aplicando-se 1 Mg.ha⁻¹ de calcário dolomítico (80% PRNT) e posteriormente procedeu-se as adubações com 50 Kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, na forma de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, conforme recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco (Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, 1998). A aplicação do calcário e dos adubos foi realizada a lanço, sem incorporação ao solo. Uma segunda aplicação de calcário dolomítico e dos mesmos adubos foi realizada em setembro de 2009 na dosagem 1 Mg.ha⁻¹ de calcário, 50 Kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 20 Kg.ha⁻¹ de K₂O.

Tabela 1. Caracterização química do solo, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, da área experimental antes da implantação das leguminosas herbáceas em área de pastagem de braquiária degradada, localizada no município de Itambé-PE.

Características químicas	Profundidade (cm)			CV (%)
	0-10	10-20	20-40	
pH (água)	5,14	5,09	4,93	5,8
P mg.dm ⁻³	4,46	1,96	0,87	68,3
Na ⁺ cmol _c .dm ⁻³	0,46	0,51	0,46	18,5
K ⁺ cmol _c .dm ⁻³	0,11	0,07	0,06	66,1
Mg ²⁺ cmol _c .dm ⁻³	1,79	1,48	1,00	33,7
Ca ²⁺ cmol _c .dm ⁻³	2,13	1,87	1,56	34,1
Al ³⁺ cmol _c .dm ⁻³	0,34	0,58	1,12	53,0
H ⁺ +Al ³⁺ cmol _c .dm ⁻³	6,31	7,00	7,2	9,3
MO* g.kg ⁻¹	39,85	39,95	62,12	68,62

*MO= matéria orgânica.

Implantação e condução do experimento de campo

O experimento teve início na segunda semana de julho de 2008, onde foram plantadas as sementes das leguminosas herbáceas em consórcio com a *B. decumbens*. As leguminosas herbáceas foram amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krap & Greg cv. Amarillo), cunhã (*Clitoria ternatea* L.), calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.) e estilosantes Campo Grande, que corresponde a uma mistura de 80:20 em peso das espécies *Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala*, respectivamente. Antes do plantio, as sementes das leguminosas avaliadas foram inoculadas com inoculantes específicos (Tabela 2). A inoculação foi realizada por umedecimento das sementes com solução a base de açúcar e misturada ao inoculantes (estirpe recomendada homogeneizada em turfa esterilizada) e posteriormente as sementes foram secas à sombra. Depois de secas, foram semeadas utilizando as densidades de 10 kg de semente.ha⁻¹ para amendoim forrageiro e cunhã, 6 kg.ha⁻¹ para calopogônio e 5 kg.ha⁻¹ de estilosantes.

Tabela 2. Estirpes recomendadas pelo Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pelo Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia (CNPAB) para as leguminosas herbáceas forrageiras utilizadas no estudo.

Leguminosa	Gênero do Microrganismo	Estirpe recomendada
<i>Arachis pintoi</i> ^a	<i>Bradyrhizobium</i> spp.	SEMIA 6439, SEMIA 6440
<i>Calopogonium mucunoides</i> ^a	<i>Bradyrhizobium</i> spp.	SEMIA 6152
<i>Clitoria ternatea</i> ^b	<i>Bradyrhizobium</i> spp.	BR 2001 e BR 2801
<i>Stylosanthes sp</i> ^a	<i>Bradyrhizobium</i> spp.	SEMIA 6154, SEMIA 6155

^aSDA-MAPA, (2006).

^b(CNPAB)

As leguminosas foram plantadas em faixas de 3 m de largura espaçadas de 6 m, com a presença de braquiária entre as faixas da leguminosa. Cada parcela media 27 m x 20 m, com três faixas de leguminosa (Figura 2). As faixas para plantio das leguminosas foram obtidas por gradagem e aplicação de glifosato na gramínea pré-existente.

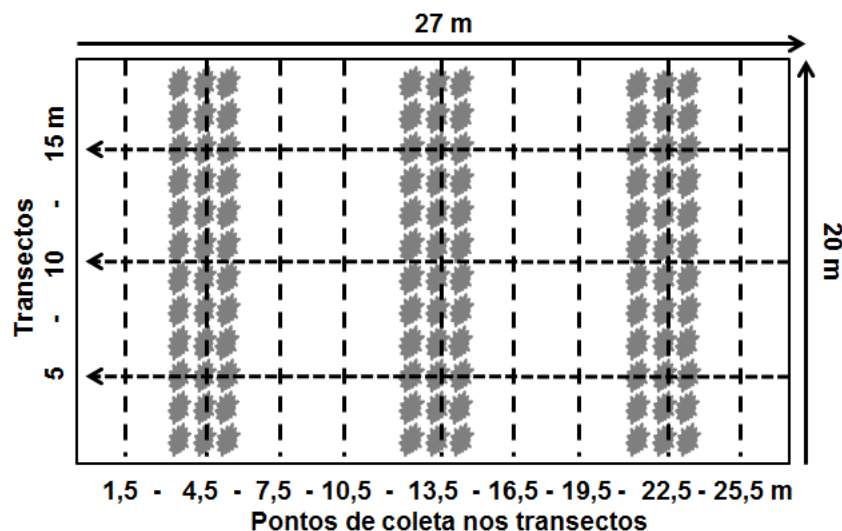


Figura 2. Representação da parcela experimental e distribuição dos transectos e pontos de coleta de solo para avaliação do efeito da introdução de quatro leguminosas herbáceas em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* sobre a biomassa e atividade microbiana do solo.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, sendo quatro consórcios gramínea + leguminosa e dois tratamentos mantendo braquiária exclusiva, um não adubado (braquiária) e o outro com adubo nitrogenado (braquiária adubada), onde foi realizada aplicação de $60 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ de N na forma de uréia, sendo metade em abril de 2009 e de 2010, e o restante 56 dias após a primeira aplicação. Os tratamentos com os diferentes consórcios gramínea + leguminosas foram: braquiária + amendoim forrageiro (BR+AR), braquiária + calopogônio (BR+CA), braquiária + cunhã (BR+CL), braquiária + estilosantes campo grande (BR+ST).

Um pastejo de uniformização foi realizado em abril de 2009, com avaliações iniciadas em maio do mesmo ano, realizadas semanalmente, durante 10 períodos de 28 dias, num total de 40 avaliações. Foi utilizada lotação intermitente, com ciclo de pastejo de 28 dias, dos quais sete corresponderam ao período de ocupação. Os animais utilizados foram novilhas de sobreano 5/8 holandês x zebu, com peso médio de $181,7 \pm 7,6 \text{ kg}$. A lotação foi ajustada semanalmente, de forma a atender a oferta de forragem em 1,2 kg de matéria seca verde por kg de peso vivo animal. Os ajustes de lotação foram realizados até abril de 2010, quando passou a manter apenas o animal “teste”

por parcela. Em função dos ajustes realizados, a taxa de lotação média variou de 2,81 a 3,08 UA, para os diferentes tratamentos. Foi realizado também o controle de plantas invasoras e de pragas no experimento. O controle de plantas invasoras foi realizado nas faixas de leguminosas por meio de capina manual, sem eliminar a braquiária, em setembro de 2008; janeiro, maio e agosto de 2009 e fevereiro e julho de 2010. O controle de pragas (formigas cortadeiras) foi realizado através de aplicação de formicidas apropriados, mediante observações de ataque.

Coleta e preparo das amostras de solo

A coleta de solo foi realizada no final da estação seca e de chuva de 2010, no início dos meses de março e setembro. A precipitação média mensal da implantação à amostra final encontra-se na Figura 3 (ITEP, 2012).

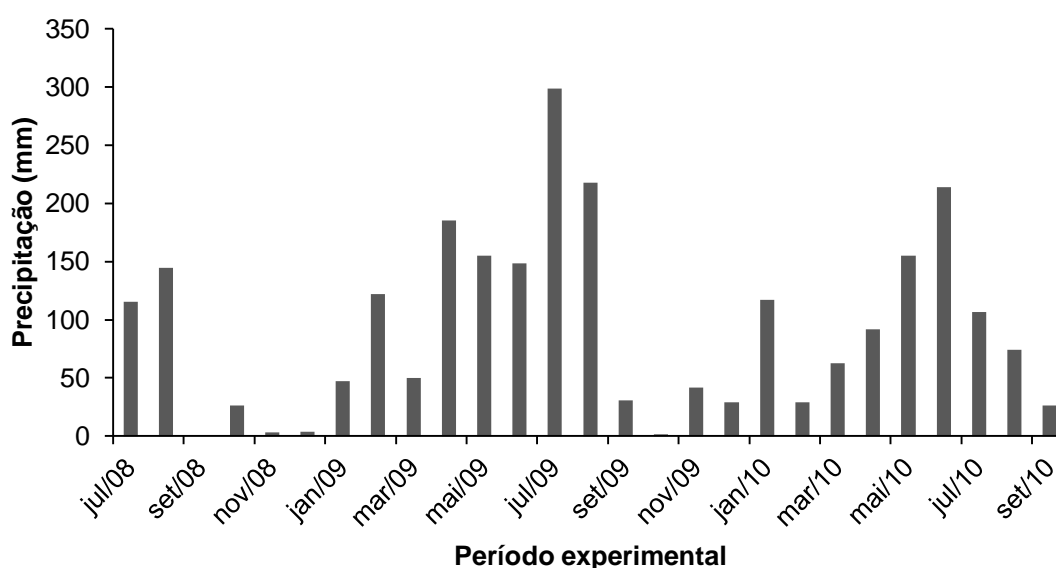


Figura 3. Precipitação mensal da estação experimental do IPA-Itambé, do período de início do experimento até o final das coletas de solo para avaliação da biomassa e atividade microbiana. Fonte: ITEP, 2012

As amostras de solo foram coletadas com trado holandês em transectos aos 5, 10 e 15 m do comprimento das faixas de cultivo e amostras aos 1,5; 4,5; 7,5; 10,5; 13,5; 16,5; 19,5; 22,5 e 25,5 m da largura da parcela (Figura 2), na profundidade de 0-10 cm, com auxílio de trado holandês; em seguida as amostras foram refrigeradas até a realização das análises posteriores. As três

amostras simples para cada ponto de coleta foram agrupadas em uma única amostra composta por ponto.

Análises microbiológicas

O carbono da biomassa microbiana (C-BMS) foi determinado pelo método de irradiação-extração (Islam & Weil, 1998) por colorimetria (Bartlett & Ross, 1988); nitrogênio da biomassa microbiana (N-BMS) segundo Mendonça & Matos (2005), utilizando o método irradiação-extração adaptado de Islam & Weil (1998) e determinação por digestão sulfúrica seguida de destilação e titulação pelo método de Kjeldahl; respiração basal do solo (RBS) e coeficiente metabólico (qCO_2) segundo Silva et al. (2007); e calculada a relação entre o carbono e nitrogênio presente na biomassa microbiana (C:N-BMS).

Análise Estatística

Para a análise de dados, os pontos de coleta foram agrupados em duas distâncias das faixas de leguminosas, correspondendo a distância 0 (zero) os três pontos posicionados aos 4,5, 13,5 e 22,5 m da largura, sob leguminosa, e a distância de 3,0 m das faixas de leguminosas os pontos 1,5, 7,5, 10,5, 16,5, 19,5 e 25,5 m sob gramínea. Os dados foram inicialmente avaliados quanto à necessidade de transformações e eliminações de outliers utilizando o Guided Data Analysis Procedure do SAS (SAS Inst. Inc., 1999), sendo seguidas as suas recomendações. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o PROC MIXED do SAS, considerando um esquema entre faixas, com a parcela principal os tratamentos de braquiária em consórcio com leguminosas; faixas formadas pelas duas distâncias entre leguminosa e gramínea, duas épocas de avaliação, consideradas como medições repetidas (Pendercast & Natarajen, 2000; Wolfinger & Chang, 2006). Foi realizado teste de contraste ortogonal entre os tratamentos com braquiária exclusiva em contrapartida aos consórcios com leguminosas e entre os tratamentos de braquiária exclusiva sem e com adubação nitrogenada, ao nível de 0,10 de probabilidade. Após a análise dos contrastes, os tratamentos com consórcios, as distâncias e épocas foram submetidas ao teste de Tukey ao nível de 0,10 de probabilidade pelo

procedimento LSMeans quando apropriado, utilizando a macro mult (Piepho, 2012).

Resultados e Discussão

O C-BMS apresentou efeito significativo ($P < 0,10$) em função das distâncias das faixas da leguminosa e da época de seca e chuva avaliadas (Figura 4), e não apresentou diferença entre os diferentes consórcios. A distância de 3,0 m, sob braquiária, apresentou significativamente maior C-BMS, com 25 mg.kg^{-1} , correspondendo a 14,44% a mais que sob leguminosas herbáceas (Figura 4A). O C-BMS foi cerca 37% maior na época chuvosa do que na seca (Figura 4B).

Marchiori Jr. & Melo (1999) avaliando as alterações do C da biomassa microbiana em solo sob pastagem por 20 anos, pastagem por 25 anos, e algodão por 10 anos em relação ao mesmo solo sob mata natural, observaram que as pastagens apresentaram os maiores valores de C-BMS juntamente ao solo de mata e menor valor no solo sob cultivo. Uma possível razão para o menor C-BMS nas faixas sob leguminosa é um efeito residual do preparo de solo quando da implantação das faixas de leguminosas, já que o revolvimento do solo tende a reduzir o C-BMS (Perez et al., 2004 e Glaeser et al., 2010). Tal redução pode refletir a sensibilidade da biomassa microbiana em razão da alteração do manejo e uso do solo da pastagem.

Souza et al. (2010), avaliando o C da biomassa microbiana do solo em pastagem de inverno sob diferentes intensidades de pastejo, observaram alteração do C-BMS em função da época do ciclo da pastagem, apresentando uma estabilidade nos meses de maio e julho e maior valor em setembro. Provavelmente o maior C-BMS na época de chuva deve-se ao crescimento das forragens entre as duas épocas amostradas, que proporcionou maior disponibilidade de carbono no solo (Machado, 2011), além do efeito já reconhecido (Souza et al., 2010; Rodrigues et al., 2011) do aumento da umidade do solo sobre a C-BMS.

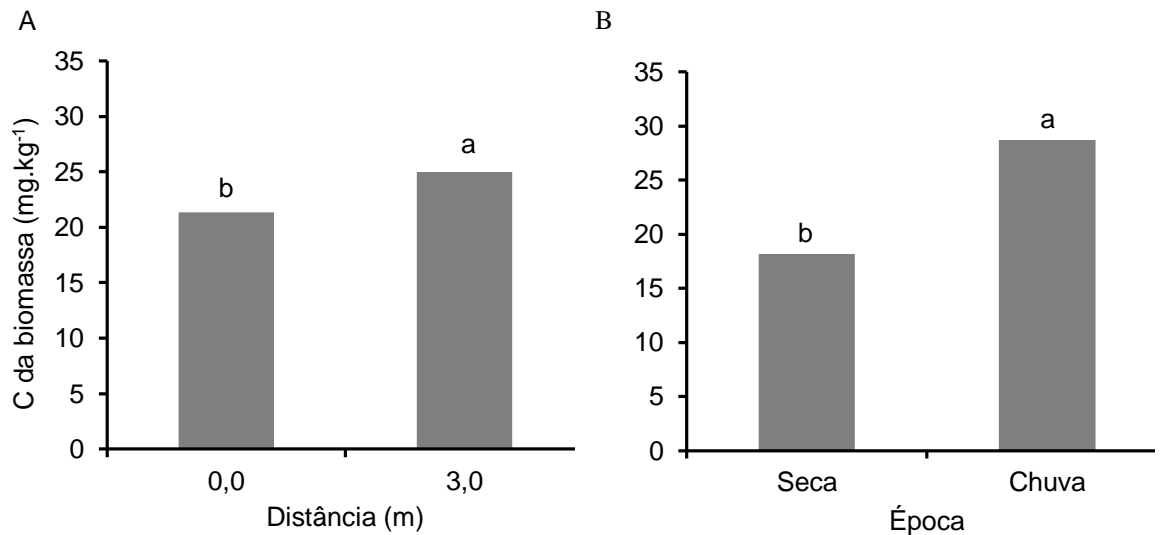


Figura 4. Carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS)^(1,2) de pastagens de braquiária consorciada com leguminosas forrageiras em diferentes distâncias das faixas de leguminosas (A), na época seca e chuvosa (B) da região da Zona da Mata do Estado de Pernambuco. ¹Barras seguidas de letras iguais em cada figura não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 10%. ²Dados transformados em raiz quadrada (\sqrt{x}).

O N-BMS foi influenciado significativamente ($P < 0,10$) pelos consórcios de gramínea com leguminosas, pela distância das faixas de leguminosas e pelas épocas de avaliação, sem haver interação entre esses fatores (Figura 5). O N-BMS foi maior nos consórcios BR+CL e BR+AR, com valores de 16 e 15 mg.kg⁻¹, respectivamente, os quais não diferiram significativamente entre si. Os menores valores de N-BMS foram apresentados pelos consórcios BR+CA e BR+ST, com valor de 9 e 12 mg.kg⁻¹, respectivamente, diferindo significativamente do consórcio BR+CL (Figura 5A). O N-BMS de BR+CL indica maior imobilização do N em relação a BR+CA e BR+ST, o que representa indisponibilidade de N no solo para as plantas, mas pode constituir uma das possíveis reservas deste nutriente no solo (Coser et al., 2007), embora sua reciclagem e liberação são mais rápidas do que as de outras frações da matéria orgânica do solo (Vargas et al., 2005; Perez et al., 2005). Esta ciclagem é ainda mais rápida sob condições de estresse ambiental, como perturbação mecânica ou déficit hídrico (Perez et al., 2005), o que poderia explicar os menores valores de N-BMS observados nas faixas de leguminosa e na coleta na época seca.

O N-BMS nas distâncias das faixas de leguminosas e nas épocas avaliadas apresentaram resultados semelhantes ao C-BMS. A distância 3,0 m das faixas de leguminosas apresentou significativamente 23% de N-BMS a mais que a distância 0,0 (Figura 5B). A época de chuva apresentou maior valor de N-BMS nas pastagens consorciadas, com valor de 16,37 mg.kg⁻¹, correspondendo a um aumento de 36,28% em relação da época de seca (Figura 5C). Resultado inverso foi observado por Souza et al. (2010), avaliando o N da biomassa microbiana do solo em pastagem de inverno sobre diferentes intensidades de pastejo, constatando decréscimo do N-BMS ao longo das época avaliadas do ciclo da pastagem, com menor valor em setembro. Os autores relatam que essa redução do N-BMS está provavelmente relacionada à diminuição da disponibilidade desse nutriente no solo. O aumento do N-BMS na época de chuva encontrados neste trabalho indica que a disponibilidade de N não foi limitante época de chuva para a comunidade microbiana no sistema convencional.

A relação C:N-BMS das pastagens consorciadas com leguminosas, nas distâncias das faixas das leguminosas e nas épocas de coletas não apresentaram influência significativa ($P>0,10$) (Tabela 3), apresentou valor menor que 4, estando próximo aos valores relatados na literatura, que de maneira geral, encontra-se na faixa de 2,5 a 4 (Moreira & Siqueira, 2006). Apesar da diferença não ser significativa, a maior C:N-BMS sempre foi encontrada para BR+CL, independentemente da distância e época de coleta, o que combinado com o maior N-BMS (Figura 5A), pode ser uma possível indicação de deficiência de N nesse consórcio.

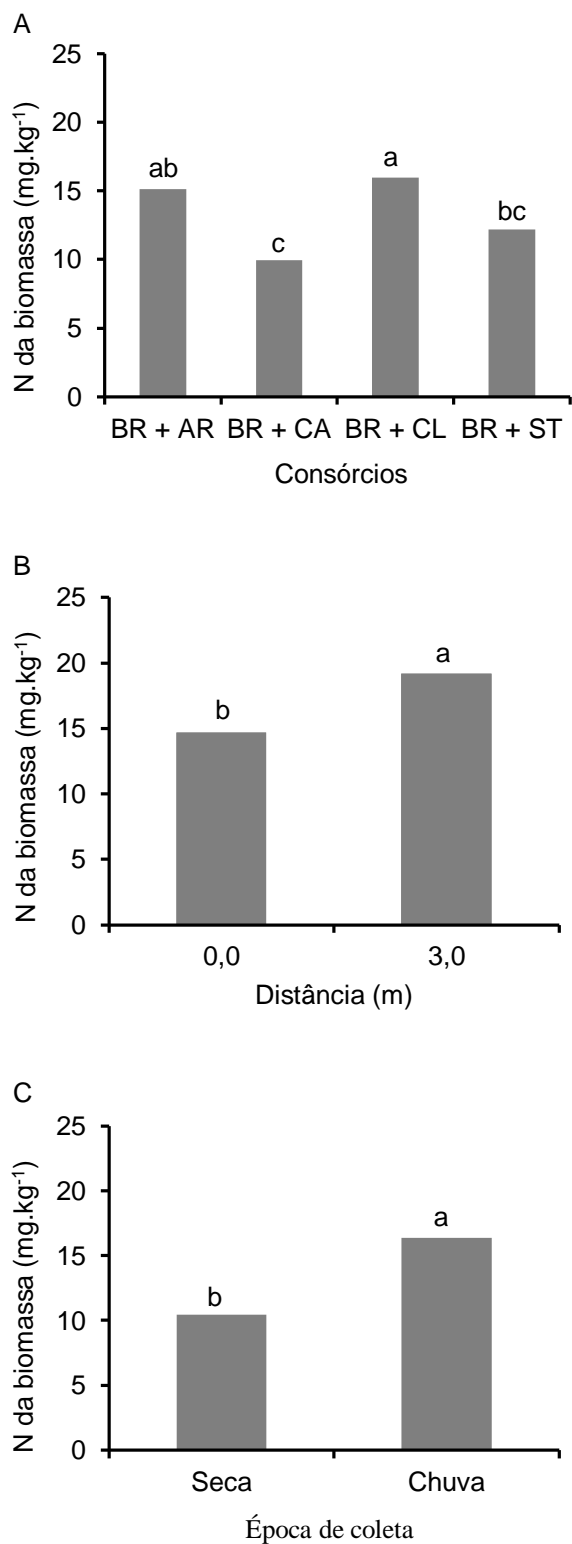


Figura 5. Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (N-BMS)^(1,2) de diferentes pastagens de braquiária consorciada com leguminosas forrageiras (A)⁽³⁾, em diferentes distâncias das faixas de leguminosas (B), na época seca e chuvosa (C) da região da Zona da Mata do Estado de Pernambuco. 1. Barras seguidas de letras iguais em cada figura não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 10%. 2. Dados transformados por log₁₀. 3. BR+AR: braquiária + amendoim forrageiro,

BR+CA: braquiária + calopogônio, BR+CL: braquiária + cunhã, BR+ST: braquiária + estilosantes campo grande.

Tabela 3. Relação Carbono:Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (C:N-BMS) de pastagens de braquiária consorciada com diferentes leguminosas herbáceas forrageiras na época seca e chuvosa da região da Zona da Mata do Estado de Pernambuco.

Consórcio*	Distância	Coletas	
		Seca	Chuva
	(m)	C:N-BMS ^{ns}	
BR + AR	0,0	1,84	2,49
	3,0	1,82	1,89
BR + CA	0,0	2,84	2,58
	3,0	2,11	1,01
BR + CL	0,0	2,94	3,82
	3,0	3,69	3,23
BR + ST	0,0	1,67	2,63
	3,0	2,19	3,16

* BR+AR - braquiária + amendoim forrageiro, BR+CA - braquiária + calopogônio, BR+CL - braquiária + cunhã, BR+ST - braquiária + estilosantes campo grande. NS – não significativo pelo teste de Tukey (P>0,10).

A atividade microbiana, estimada pela RBS e pelo qCO₂, apresentou interação significativa (P<0,10) entre distâncias das leguminosas e épocas de amostragem (Tabela 4). O solo sob braquiária apresentou o maior valor de C-CO₂ liberado pela RBS nas duas épocas com maiores resultados na seca, concordando com os resultados obtidos para C-BMS e N-BMS, provavelmente também devido a efeitos derivados do preparo inicial do solo, conforme relatado por Vargas & Scholles (2000). No entanto, Souza et al. (2010) ressaltam que baixos valores de RBS não são necessariamente indesejáveis, pois, em longo prazo, alta RBS pode promover perdas de C do solo, embora a curto prazo, represente liberação de nutriente para as plantas.

O qCO₂ apresentou valor semelhantes nas distâncias 0,0 e 3,0 m na época de seca e maior valor na distância 3,0 m na época de chuva, sendo a

época de seca nas duas distâncias a que apresentou maior qCO_2 . Os menores qCO_2 encontrados na época da chuva indicam maior eficiência metabólica neste época, já que Mercante et al. (2008) indicam que sob estresse a biomassa consome mais carbono para sua manutenção. Estes resultados concordam com os observados para C-BMS e RBS. O maior qCO_2 na faixa sob leguminosa, na estação seca, também pode ser devido ao efeito do preparo do solo adotado quando de sua implantação, conforme observado para C-BMS e N-BMS, mas isto não concorda com o resultado observado na época chuvosa.

Tabela 4. Respiração basal do solo (RBS) e coeficiente metabólico (qCO_2) das pastagens de braquiária consorciada com leguminosas herbáceas forrageiras em diferentes distância das faixas de leguminosas, na época seca e chuvosa da região da Zona da Mata do Estado de Pernambuco.

Distância*	Épocas*	
	Seca	Chuva
(m)	----- RBS ($mg \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$ de C- CO_2) -----	
0,0	1,0278 Ba	0,5856 Bb
3,0	1,0884 Aa	0,7607 Ab
	----- qCO_2 ($mg \cdot g^{-1} \cdot h^{-1}$)** -----	
0,0	73,5992 Aa	17,7372 Bb
3,0	59,2949 Aa	26,6830 Ab

*Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas dentro de cada variável e minúsculas nas linhas não diferem significativa ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste de Tukey. **Dados transformados em log10.

Conclusão

A implantação de leguminosas herbáceas consorciadas em pastagem degradada de braquiária através do revolvimento do solo pode levar a redução da biomassa e atividade microbiana perceptível mesmo após dois anos da implantação, o que torna necessário a avaliação de seus efeitos sob outros métodos de implantação.

Agradecimentos

Ao Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

Referências

ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 263-270, 2004.

BARTLETT, R. J.; ROSS, D. S. Colorimetric determination of oxidizable carbon in acid soil solutions. **Soil Science Society of America Journal**, v. 52, p. 1191-1192, 1988.

BOMFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A.; SILVA, T. J. A. Nitrogênio e enxofre na produção e no uso de água pelo capim-braquiária em degradação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 309-317, 2007.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com pastagens. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, p. 103-113, 2008.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**: segunda Aproximação, segunda Revisão. Recife: IPA/ EMBRAPA/UFRPE/ UFPE/ EMATER, 1998. 198 p.

COSER, T. R.; RAMOS, M. L. G.; AMABILE, R. F.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo de cerrado com aplicação de fertilizantes nitrogenado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 399-406, 2007.

COSTA, K. A. T.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, p. 192-199, 2010.

CPRH, Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. Diagnóstico sócio ambiental do litoral norte de Pernambuco. Recife, 2003. 214p.

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 243-252, 2011.

DUBEUX JUNIOR, J. C. B., SANTOS, H. Q., SOLLENBERGER, L. E. **Nutrient cycling: Perspectives for increasing sustainability of intensively managed pastures**. In: 21st Pasture Management Symposium. Proceedings of the 21st pasture management symposium. Piracicaba: FEALQ, 2004.p 357-400.

EMBRAPA - CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solo. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: CNPS, 212p, 1997.

GARCIA, F. M.; BARBOSA, R. Z.; GIATTI JR., N. O.; FERRAZ, M. V. O uso de estilosantes campo grande em consórcio com braquiariinha (*Brachiaria decumbens*). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 3, p. 1-8, 2008.

GLAESER, D.F.; MERCANTE, F.M.; ALVES, M.A.M.; SILVA, R.F.; KOMORI, O.M. Biomassa microbiana do solo sob sistemas de manejo orgânico em cultivo de café. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 14, p. 103-114, 2010.

HALL, T. J.; WALKER, R. W. Pasture legume adaptation to six environments of the seasonally dry tropics of north Queensland. **Tropical Grasslands**, v. 39, p. 182-196, 2005.

HARE, M. D., THUMMASAENG, K., SURIYAJANTRATONG, W., WONGPICHET, K., SAENGKHAM, M., TATSAPONG, P., KAEWKUNYA, C., BOONCHARERN, P. Pasture grass and legume evaluation on seasonally waterlogged and seasonally dry soils in north-east Thailand. **Tropical Grasslands**, v. 33, p. 65-74, 1999.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. **Biology and Fertility of Soils**, v. 27, p. 408-416, 1998.

ITEP. INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO. Disponível em: <http://www.itep.br>. Acesso em 12/10/2012.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N.; PESSOA, S. C. P.; SILVEIRA, C. O. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Boletim Técnico 26 Série Pedologia, 14: Recife, SUDENE, 1973, 359p.

KJELDAHL, J. Z. "A new method for the determination of nitrogen in organic bodies." **Analytical Chemistry**, v. 22, p. 366, 1883.

KUMMER, L.; BARROS, Y.J.; SCHÄFER, R.F.; FERREIRA, A.T.S.; FREITAS, M.P.; PAULA, R.A.; DIONÍSIO, J.A. Respiração e biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de uso. **Scientia Agraria**, v.9, p. 559-563, 2008.

MAPIYE, C., MUPANGWA, J. F., MUGABE, P. H., CHIKUMBA, N., POSHIWA, X., FOTI, R. A review of forage legume research for rangeland improvement in Zimbabwe. **Tropical Grasslands**, v. 40, p. 145-149, 2006.

MACHADO, F.A. Avaliação de pastagens de *Brachiaria decumbens* Staf. consorciadas com leguminosas na Zona da Mata de Pernambuco. 2011. 132f. Tese (Doutorado)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

MARCHIORI JUNIOR, M.; MELO, W. J. Carbono, carbono da biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.257-263, 1999.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. Biomassa microbiana - método irradiação-extração. In: MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análise**. Viçosa: UFV, 2005. Cap. 13, p. 86-97.

MERCANTE, F.M.; SILVA, R.F.; FRANCELINO, C.S.F.; CAVALHEIRO, J.C.T.; OTSUBO, A.A. Biomassa microbiana, em um Argissolo vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em áreas cultivadas com mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 34, p. 476-485, 2008.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2 ed. Lavras: editora UFLA, 729p, 2006.

PENDERCAST, C. J.; NATARAJEN, R. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. **Statistics in Medicine**, v. 19, p. 1793-1819, 2000.

PEREZ, K. S.; RAMOS, M. L. G.; McMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 567-573, 2004.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G.; McMANUS, C. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo cultivado com soja, sob diferentes sistemas de manejo, nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p. 137-144, 2005.

PIEPHO, H-p. A SAS macro for generating letter displays of pairwise mean comparisons. **Communications in Biometry and Crop Science**, v. 7, p. 4-13, 2012.

REIS JUNIOR, F. B.; SILVA, M. F.; URQUIAGA, S.; REIS, U. M. Identificação de isolados de *Azospirillum* amazonense associado a *Brachiaria* spp., em diferentes épocas e condições de cultivo e produção de fitormônio pela bactéria. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 103-113, 2004.

RODRIGUES, H. J. B.; SÁ, L. D. A.; RUIVO, M. L. P.; COSTA, A. C. L.; SILVA, R. B.; MOURA, Q. L.; MELLO, I. F. Variabilidade de quantitativa de população microbiana associada às condições microclimáticas observadas em solo de floresta tropical. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, p. 629-638, 2011.

SAS, Institute inc., SAS procedures guide, version 8 (TSMO), Cary: **SAS institute Inc**, 1999, 454p.

SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂)**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 2007. p. 4. Comunicado Técnico.

SILVA, L. L. G. G.; ALVES, G. C.; RIBEIRO, J. R. A.; URQUIAGA, S.; SOUTO, S. M.; FIGUEIREDO, M. V. B.; BURITY, H. A. Fixação biológica de nitrogênio em pastagens com diferentes intensidades de corte. **Arquivo de Zootecnia**, v. 59, p. 21-30, 2010.

SILVA, M. C.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JR., J. C. B.; LIRA, M. A.; SANTANA, D. F. Y.; FARIAS, I.; SANTOS, V. F. Avaliação de métodos para recuperação de pastagens de braquiária no agreste de Pernambuco. 1. Aspectos quantitativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1999-2006, 2004.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; LIMA, C. V. S.; CARVALHO, P. C. F.; MARTINS, A. P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 79-88, 2010.

VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 35-42, 2000.

VARGAS, L. K.; SELBACH, P. A.; SÁ, E. L. S. Imobilização de nitrogênio em solo cultivado com milho em sucessão á aveia preta nos sistemas plantio direto e convencional. **Ciência Rural**, v. 35, p. 76-83, 2005.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J. Possíveis causas da degradação de pastagens. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. VI, n.11, 2005.

CAPÍTULO II

BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO EM PASTAGEM DEGRADADA DE BRAQUIÁRIA APÓS IMPLANTAÇÃO DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS E ARBÓREAS

BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO EM PASTAGEM DEGRADADA DE BRAQUIÁRIA APÓS IMPLANTAÇÃO DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS E ARBÓREAS

Resumo

A atividade microbiana do solo é sensível às práticas culturais, e é um dos principais elementos do ciclo do nitrogênio em pastagens. O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações da biomassa e atividade microbiana do solo de pastagens degradada após a implantação de diferentes leguminosas arbustivas e arbóreas em consorcio com *Brachiaria decumbens* Stapf., em um sistema silvipastoril, em quatro épocas, na Zona da Mata de Pernambuco. Para isso, foram realizadas avaliações em um experimento de campo, implantado em julho de 2008, com sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), leucena (*Leucaena leucocephala*), mororó (*Bauhinia cheilantha*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*), além de braquiária adubada e não adubada com nitrogênio. Em março e setembro de 2010 e 2011 foram coletadas amostras de solo aos 0-10 cm de profundidade, em três transectos alternando pontos cobertos por gramíneas e leguminosas, no total de sete amostras compostas por parcela. As amostras foram utilizadas para determinação de carbono (C-BMS) e nitrogênio (C-BMS), nitrogênio da biomassa microbiana (N-BMS); respiração basal do solo (RBS); coeficiente metabólico (qCO_2) e a relação entre o carbono e nitrogênio da biomassa microbiana (C:N-BMS). O C-BMS e N-BMS da pastagem consorciada são influenciados pelas épocas de seca e chuva. A implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas em pastagem degradada de braquiária pode reduzir a atividade microbiana nas faixas de leguminosa e de gramíneas mais próxima (2,5 m) perceptível mesmo após três anos da implantação.

Palavra-chava: Gliricídia, sabiá, carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo.

SOIL MICROBIAL BIOMASS AND ACTIVITY IN SIGNAL GRASS DEGRADED PASTURE AFTER SHRUB-TREE LEGUME IMPLANTATION

Abstract

Soil microbial activity is sensitive to cultural practices and one of the main elements of the pasture nitrogen cycle. This work aims to evaluate changes in soil microbial biomass and activity in a degraded signal grass (*B. decumbens* Stapf) in Pernambuco State Forest Zone, at the dry and rainy seasons. To this end, samplings were done in a field experiment established July 2008, with “sabiá” (*Mimosa caesalpiniiifolia*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*), “mororó” (*Bauhinia chelantha*) and gliricidia (*Gliricidia sepium*), as well as single signal grass fertilized or not with nitrogen. Samplings were done in March and September 2010 and 2011 at the 0-10 cm depth, in three transects alternating grass and legume covered points, totaling seven compound samples per plot. The samples were used for microbial biomass carbon (C-BMS) and nitrogen (N-BMS), soil basal respiration (RBS); metabolic coefficient (qCO_2) and the carbon to nitrogen ratio in the microbial biomass (C:N-BMS). The mixed pastures C-BMS and N-BMS were affected by dry and rainy seasons. Incorporation of shrub and tree legumes into a degraded signal grass pasture may reduce microbial activity in legume and in the grass strips close to them in a manner perceptible even three years after implantation.

Keywords: microbial biomass carbon; basal soil respiration; gliricidia; “sabiá”

Introdução

As pastagens no Brasil, representam um dos principais sistemas de produção, com aproximadamente 200 milhões de hectares (Costa et al., 2010) de pastagens nativas e cultivadas, sob diferentes situações de clima e solo. Estima-se que cerca de 20% da área total de pastagem encontram-se degradadas (Costa et al., 2010) ou em algum processo de degradação (Figueiredo et al., 2008).

A degradação das pastagens é um dos maiores problemas ambientais enfrentados pela pecuária brasileira, e é bastante relevante na literatura (Ydoyaga et al., 2006; Dias-Filho et al., 2008; Dias-Filho, 2011), por afetar diretamente a produtividade e, principalmente, a sustentabilidade do sistema produtivo. Segundo Pimenta et al. (2010), a degradação de pastagens consiste na progressiva perda de produtividade e vigor das plantas, da capacidade de recuperação natural para sustentar os níveis de produção e qualidade demandada pelos animais, e da incapacidade de se superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras. Um dos principais fatores desta degradação é o declínio da fertilidade do solo, em razão da perda de nutrientes (Noronha et al., 2010) e da não reposição (Teixeira et al., 2011), principalmente pela deficiência de nitrogênio (Oliveira et al., 2012; Xavier et al., 2011).

A recuperação da fertilidade, principalmente pelo fornecimento de nitrogênio, é fundamental para a recuperação das pastagens degradadas e pode estabelecer novo equilíbrio no sistema solo-planta-animal que garanta sua sustentabilidade. O uso de leguminosas arbustivas e arbóreas associadas às gramíneas, em sistema silvipastoril, pode representar uma alternativa viável no fornecimento de nitrogênio (Carvalho & Xavier, 2005) para recuperação das pastagens.

As leguminosas, por meio da simbiose com rizóbios que possuem capacidade de fixar nitrogênio atmosférico (Andrade et al., 2010), podem promover maior deposição de resíduo vegetal de melhor qualidade, podendo, assim, estimular o aumento da população dos microrganismos do solo, que são os principais responsáveis pela decomposição dos resíduos orgânicos, logo pela ciclagem de nutrientes (Araújo et al., 2008; Toda et al., 2010), também influenciando a estocagem do carbono e nutrientes (Matsuoka et al., 2003).

A biomassa microbiana e sua atividade são indicadores sensíveis das alterações causadas por mudanças de uso e práticas de manejo do solo (Cardoso et al., 2009). Neste sentido, a avaliação da biomassa e da atividade microbiana do solo podem ser importantes indicativos da qualidade do solo após a introdução de leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras em pastagem degradada. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações da biomassa e atividade microbiana do solo de pastagens degradada após a implantação de diferentes leguminosas arbustivas e arbóreas em consórcio

com *Brachiaria decumbens* Stapf., em um sistema silvipastoril, em quatro épocas, na Zona da Mata de Pernambuco.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado em uma área de pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* implantado no final da década de 1980, na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em Itambé-PE, Zona da Mata Seca do Estado, 07°25' S e 35°06' W (Figura 1), a 190 m de altitude, com precipitação média de 1.200 mm/ano, temperatura anual média de 24 °C e umidade relativa do ar média de 80% (CPRH, 2003). O solo predominante na estação experimental é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico úmbrico, textura média/argilosa, A proeminente, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado, segundo Jacomine et al., (1973) atualizado de acordo com Embrapa (2006). O período de avaliação foi de março de 2010 a setembro de 2011.

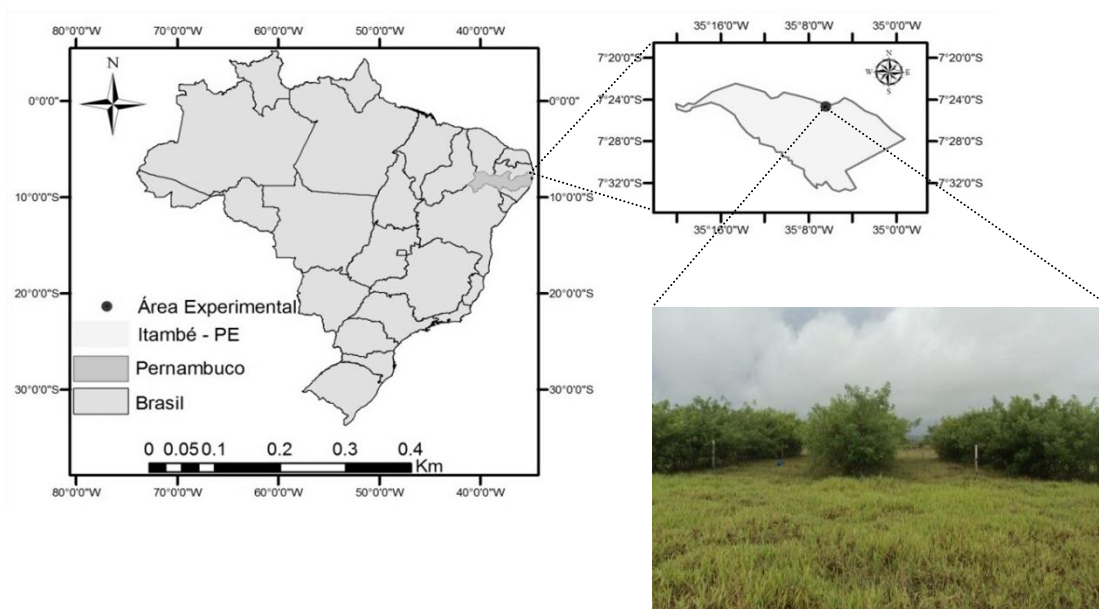


Figura 1. Mapa de localização da área experimental no Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA, em Itambé-PE.

Preparo da área experimental

Antes da implantação do experimento de campo, foi realizada caracterização da fertilidade do solo, com amostras compostas para cada bloco, nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm (Tabela 1), conforme a metodologia descrita pela Embrapa (1997). Após a obtenção dos resultados de caracterização do solo, realizou-se a correção da acidez do solo, aplicando-se 1 Mg.ha⁻¹ de calcário e posteriormente procedeu-se as adubações com 50 Kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, na forma de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, conforme recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco (Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, 1998).

Tabela 1. Caracterização química do solo, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, da área experimental antes da implantação das espécies leguminosas arbustivas e arbóreas em áreas de pastagem de braquiária degradada, localizada no município de Itambé-PE.

Características químicas	Profundidade (cm)			
	0 – 10	10 - 20	20 – 40	
pH	5,36 ± 0,29	5,26 ± 0,27	5,16 ± 0,30	
P	mg/dm ³	3,38 ± 1,44	1,92 ± 1,21	0,83 ± 0,7
Na	mmolc/dm ³	4,83 ± 0,72	4,75 ± 0,56	4,78 ± 0,48
K	mmolc/dm ³	0,90 ± 0,59	0,77 ± 0,57	0,43 ± 0,22
Mg	mmolc/dm ³	16,35 ± 6,32	18,27 ± 6,22	12,9 ± 5,19
Ca	mmolc/dm ³	26,79 ± 8,99	24,21 ± 7,29	20,85 ± 8,75
Al	mmolc/dm ³	2,78 ± 2,14	3,6 ± 2,69	6,15 ± 5,58
H+Al	mmolc/dm ³	61,85 ± 8,54	63,88 ± 9,62	66,03 ± 8,69
MO	g kg ⁻¹	41,47 ± 3,21	48,16 ± 6, 59	41,35 ± 5,73
SB	mmolc/dm ³	48,88 ± 13,63	47,99 ± 13,51	38,96 ± 13,61
t	mmolc/dm ³	51,54 ± 12,41	51,6 ± 12,27	45,11 ± 12,38
		110,73 ± 10,	111,87 ±	104,99 ±
T	mmolc/dm ³	13	10,12	10,34
V	%	43,67 ± 9,28	42,66 ± 9,01	36,64 ± 10,2
m	%	6,15 ± 5,44	7,87 ± 6,50	14,84 ± 14,63

*MO= matéria orgânica; SB= soma de bases; t= CTC efetiva; T= CTC potencial; V= Saturação por bases e m= Saturação por Al. Os dados representam as médias ± desvios padrão de quatro blocos.

Implantação e condução do experimento

Mudas de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) e mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong) Steud) foram plantadas em consórcio com a *B. decumbens* em julho de 2008. As mudas foram inoculadas com solução de inoculante específico produzido na UFRPE (Tabela 2), com as estirpes recomendadas nacionalmente à época (Sda-MAPA, 2006) e fornecidas pela Embrapa Agrobiologia, exceto para o mororó, que não nodula, e apresentavam altura média de 12-15 cm, em fileiras duplas com espaçamento de 10 m x 1,0 m x 0,5 m. Cada parcela correspondia a uma área de 660 m² (33 m x 20 m), com três filas duplas de leguminosa (Figura 2). Os tratamentos com os diferentes consórcios gramínea + leguminosa foram: braquiária + leucena (BR+LEU), braquiária + sabiá (BR+SAB), braquiária + gliricídia (BR+GLI), braquiária + mororó (BR+MOR).

Tabela 2. Estirpes utilizadas para inoculação de leguminosas arbustivo e arbóreas, com base na recomendação oficial de estirpes para produção de inoculantes (Sda-MAPA, 2006).

Leguminosa	Estirpe	Sinônimos	Espécie	Fonte
Sabiá	SEMIA 6382	BR 3405	Burkholderia sabiae	(Chen et al., 2008)
Sabiá	SEMIA 6410	BR 3451	Burkholderia sp.	(Binde et al., 2009)
Leucena	SEMIA 6153	BR 827	Bradyrhizobium japonicum	(Binde et al., 2009)
Leucena	SEMIA 6069	DF 10, BR 414	Bradyrhizobium elkanii	(Menna et al., 2006)
Leucena	SEMIA 6070	DF 15 BR 8801 LMG	Agrobacterium rhizogenes	(Menna et al., 2006)
Gliricídia	SEMIA 6168	10132	Rhizobium sp.	(Menna et al., 2006)
Gliricídia	SEMIA 6435	BR 8802	Rhizobium sp	(Moreira et al., 1998; Binde et al., 2009)

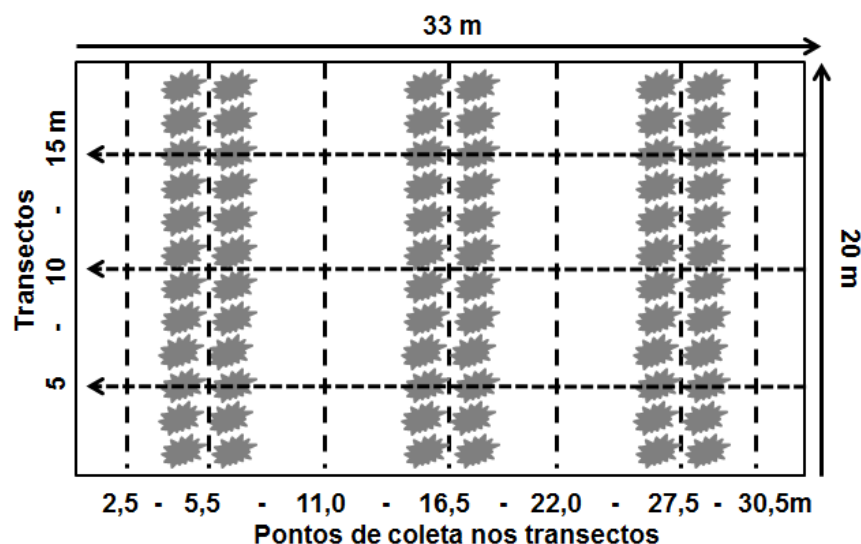


Figura 2. Representação das parcelas experimentais e distribuição dos pontos de coleta de solo nos transectos, para avaliação do efeito da introdução de leguminosas arbustivas-arbóreas em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* sobre a biomassa e atividade microbiana do solo.

O experimento foi conduzido num delineamento em blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições, sendo quatro consórcios gramínea + leguminosa e dois tratamentos mantendo braquiária exclusiva, um não adubado (braquiária) e o outro com adubação nitrogenada (braquiária adubada), onde foi realizada aplicação parcelada de $60 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ de N na forma de uréia, sendo 30 kg de N aplicados no início do pastejo de cada ano (maio de 2009 e março de 2010) e outros 30 kg de N 56 dias após a primeira aplicação.

Coleta e preparo das amostras de solo

A coleta de solo foi realizada ao final das estações secas e chuvosas de 2010 e 2011, em março e setembro dos respectivos anos, totalizando quatro coletas. A precipitação média mensal dos meses que foram realizadas as coletas encontra-se na Figura 3 (ITEP, 2012).

As amostras de solo foram coletadas com trado holandês em transectos aos 5, 10 e 15 m (linhas horizontais) do comprimento das faixas de cultivo e com amostras obtidas aos 2,5; 5,5; 11; 16,5; 22; 27,5 e 30,5 m da largura da

parcela (linhas verticais) (Figura 2), na profundidade de 0-10 cm, e imediatamente refrigeradas até a realização das análises microbiológicas.

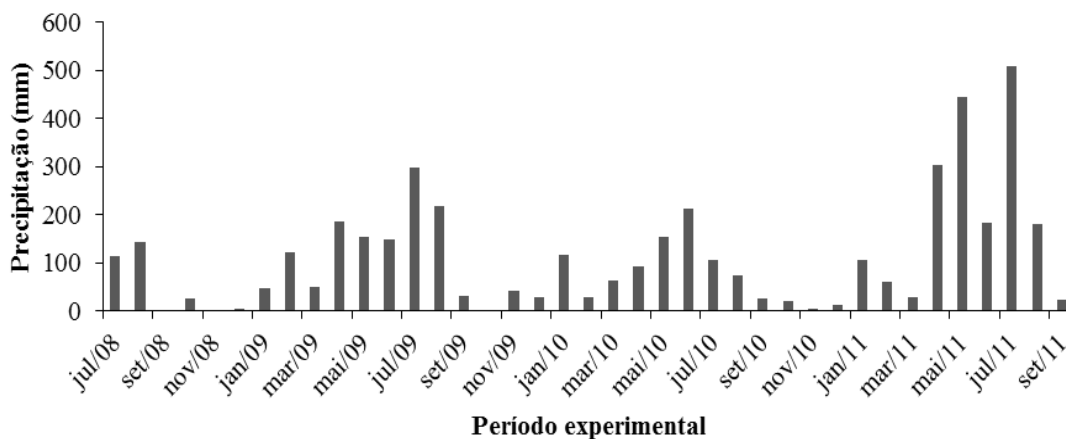


Figura 3. Precipitação mensal da estação experimental do IPA-Itambé, no período experimental para avaliação da biomassa e atividade microbiana do solo em pastagem degradada de *B. decumbens* após implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas. Fonte: ITEP (2012).

Análises microbiológicas

Nas amostras de solo foram realizadas determinação de carbono da biomassa microbiana (C-BMS), utilizando o método de irradiação-extração (Islam & Weil, 1998) por colorimetria (Bartlett & Ross, 1988); nitrogênio da biomassa microbiana (N-BMS) segundo Mendonça & Matos (2005), utilizando o método irradiação-extração adaptado de Islam & Weil (1998) e determinação por digestão sulfúrica seguida de destilação e titulação adaptado de Kjeldahl (1883); respiração basal do solo (RBS) e coeficiente metabólico (qCO_2) segundo Silva et al. (2007); e calculado a relação entre o carbono e nitrogênio presente na biomassa microbiana (C:N-BMS).

Análise estatística

Os pontos de coleta foram agrupados em três distâncias das faixas de leguminosas, correspondendo à distância 0,0 (zero) os três pontos posicionados aos 5,5, 16,5 e 27,5 m de largura (no centro das faixas das

leguminosas), distância de 2,5 m os pontos aos 2,5 e 30,5 m e distância de 5,0 m os pontos aos 11 e 22 m. Os dados foram inicialmente avaliados quanto à necessidade de transformações e eliminações de outliers utilizando o Guided Data Analysis Procedure do SAS (SAS Inst. Inc., 1999), sendo seguidas as suas recomendações. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o PROC MIXED do SAS, considerando esquema entre faixas, com a parcela principal sendo os consórcios ou as braquiárias puras; faixas sendo formadas pelas distâncias entre leguminosa e gramínea, quatro épocas de avaliação, consideradas como medições repetidas (Pendercast & Natarajen, 2000; Wolfinger & Chang, 2006). Foi realizado teste de contraste ortogonal entre os tratamentos com braquiária exclusiva em contrapartida aos consórcios com leguminosas e entre os tratamentos de braquiária exclusiva sem e com adubação nitrogenada, ao nível de 0,10 de probabilidade. Após a análise dos contratos, os tratamentos com consórcios, as distâncias e épocas foram submetidas ao teste de Tukey ao nível de 0,10 de probabilidade pelo procedimento LSMeans quando apropriado (Piepho, 2012).

Resultados e Discussão

O C-BMS apresentou alteração significativa ($P < 0,10$) em função das épocas de seca e chuva avaliadas (Figura 4), e não apresentou diferença entre as pastagens consorciadas com leguminosas arbustivas e arbóreas e as distâncias das faixas da leguminosa. A época seca/2010 e chuva/2011 apresentaram os maiores C-BMS nas pastagens consorciadas, com 49,5 e 49,6 mg.kg^{-1} , respectivamente, enquanto a época de chuva/2010 apresentou o menor valor para o C-BMS de 39,3 mg.kg^{-1} , diferindo significativamente das demais épocas. Efeito de épocas sobre a C-BMS foi relatado por Luizão et al. (1999), que constataram maior biomassa microbiana na estação de seca em pastagem, enquanto que Ferreira et al. (2007) estudando a influência de diferentes sistemas de manejo do solo na dinâmica do C da biomassa microbiana, constataram redução na época de seca. É possível que o maior C-BMS observado seja devido a uma maior disponibilidade de forragem nas pastagens no período antecedente as coletas que apresentaram mais disponibilidade de água.

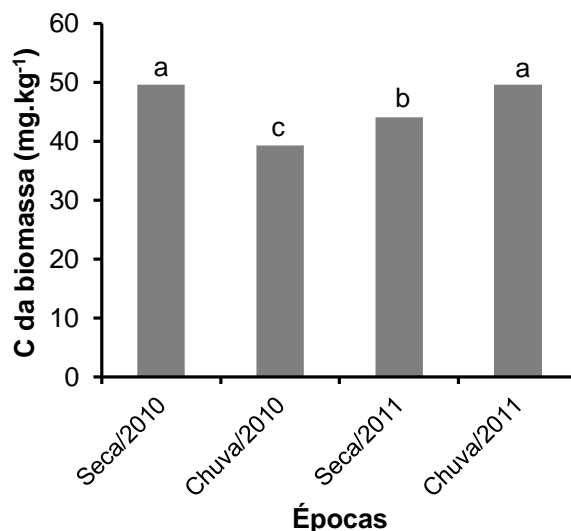


Figura 4. Carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) de pastagens de braquiária consorciada com leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras em diferentes épocas de seca e chuva da região da Zona da Mata do Estado de Pernambuco, no ano de 2010 e 2011. Barras seguidas de letras iguais em cada figura não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 10%.

O N-BMS das pastagens consorciadas apresentou interação significativa ($P < 0,10$) entre consórcios e distâncias das leguminosas (Tabela 3) e apresentou resultado significativo entre as épocas de seca e chuva amostradas (Figura 5). Enquanto não foi encontrada diferença significativa entre as pastagens consorciadas a 0 e 2,5 m da faixa de leguminosa, a 5,0 m o consórcio BR + SAB apresentou o maior N-BMS ($22,5 \text{ mg.kg}^{-1}$) significativamente superior aos $14,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ do consórcio BR + LEU (Tabela 3). O maior N-BMS a 5,0 m de distância da leguminosa na pastagem BR+SAB é provavelmente ligada à maior imobilização do N nesta posição, possivelmente em função de menor qualidade da serrapilheira (ou dos resíduos). Por outro lado, esta mesma imobilização pode atuar como um compartimento de reserva, com menor chance de perda de nitrogênio do sistema (Coser et al., 2007).

O N-BMS da época de chuva/2011 foi maior, com valor de 23 mg.kg^{-1} , diferenciando das demais épocas amostradas, correspondendo a um aumento de 35, 30 e 26 % em relação a épocas seca/2010, chuva/2010 e seca/2011, respectivamente (Figura 5). Souza et al. (2010) avaliando o N da biomassa microbiana do solo em pastagem de inverno sobre diferentes intensidades de

pastejo, verificaram o menor valor de N-BMS em setembro, relatando que esse resultado está relacionado a redução da disponibilidade de N no solo.

Tabela 3. Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (N-BMS) de pastagens de braquiária consorciada com leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras em diferentes distâncias da faixa de leguminosa, na Zona da Mata do Estado de Pernambuco.

Consórcio ¹	Distâncias (m)		
	0,0	2,5	5,0
	(mg.kg ⁻¹)		
BR + LEU	18,74 Aa	17,76 Aa	14,25 Ab
BR + SAB	16,05 Ba	19,19 ABa	22,52 Aa
BR + GLI	17,67 Aa	14,30 Aa	16,64 Aab
BR + MOR	16,55 Aa	17,19 Aa	21,39 Aa

(1) BR+LEU: braquiária + leucena, BR+SAB: braquiária + sabiá, BR+GLI: braquiária + glicídia, BR+MOR: braquiária + mororó.

Letras iguais nas linhas (maiúsculas) e nas colunas dentro de cada distância (minúsculas) não diferem significativamente ao nível de 0,10 de probabilidade. Dados transformados por $x^{0,3}$.

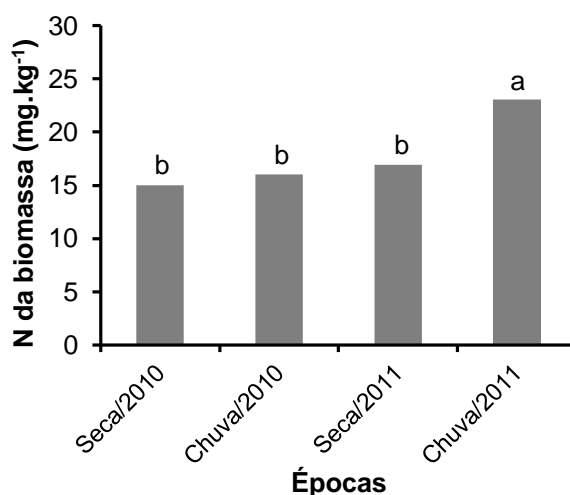


Figura 5. Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (N-BMS) de pastagens de braquiária consorciada com leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras em diferentes épocas de seca e chuva da região da Zona da Mata do Estado de Pernambuco, no ano de 2010 e 2011. Dados transformados por $x^{0,3}$. Barras

seguidas de letras iguais em cada figura não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 10%.

A relação C:N-BMS das pastagens consorciadas apresentou diferença significativa ($P < 0,10$) entre as épocas amostradas (Figura 6). A época de seca/2010 apresentou maior relação C:N-BMS, com valor de 3, a qual diferiu significativamente da época de chuva/2010, que, por sua vez, apresentaram valores de 2,00, respectivamente. Colaborando com os resultados do C-BMS e N-BMS apresentados neste trabalho. A maior relação C:N-BMS está relacionada ao maior C-BMS e menor N-BMS e encontrado nesta época.

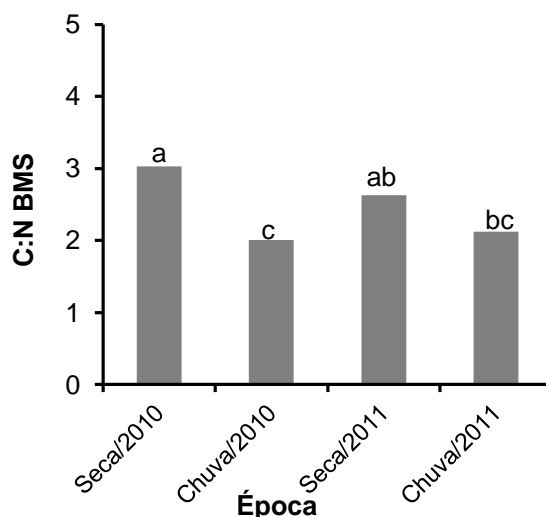


Figura 6. Relação Carbono:Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (C:N-BMS) de pastagens de braquiária consorciada com leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras em diferentes épocas de seca e chuva da região da Zona da Mata do Estado de Pernambuco, em 2010 e 2011. Dados transformados por \log_{10} . Barras seguidas de letras iguais em cada figura não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 10%.

A RBS foi influenciada pelos diferentes consórcios avaliados, pelas distâncias e pelas épocas amostradas, apresentando interação significativa ($P < 0,10$) entre as pastagens consorciadas e distâncias das faixas das leguminosas (Tabela 4) e entre distâncias e épocas de seca e chuva amostradas (Tabela 5). A RBS das pastagens consorciadas na distância 0,0 m,

sob leguminosa, foi significativamente menor que as distâncias 2,5 e 5,0 m, sob braquiária (Tabela 4). A RBS das pastagens BR+LEU, BR+SAB, BR+GLI e BR+MOR na distância 0,0 m foi menor 17,7, 17,8, 23,1 e 23,7 %, respectivamente, em relação à distância 2,5 m e 9,6, 23,9, 19,7 e 32,1 %, respectivamente, em relação à distância 5,0 m. A RBS na distância 0,0 m, e 2,5 m não apresentou diferença entre as pastagens consorciadas, no entanto na distância 5,0 m, a RBS foi menor na pastagem BR+GLI, a qual diferiu significativamente da pastagem consorciada braquiária + mororó.

Tabela 4. Respiração basal do solo (RBS) de pastagens de braquiária consorciada com leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras em diferentes distâncias das faixas de leguminosas na Zona da Mata do Estado de Pernambuco.

Consórcio*	Distâncias (m)		
	0,0	2,5	5,0
	----- RBS ($\mu\text{g.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ de C-CO ₂) -----		
BR + LEU	533,1 Ba	647,7 Aa	589,8 Aab
BR + SAB	468,9 Ba	570,3 Aa	616,9 Aab
BR + GLI	450,8 Ba	586,4 Aa	561,5 Ab
BR + MOR	487,0 Ba	638,2 Aa	717,1 Aa

* BR+LEU - braquiária + leucena, BR+SAB - braquiária + sabiá, BR+GLI - braquiária + gliricídia, BR+MOR - braquiária + mororó. Letras iguais nas linhas (maiúsculas) e nas colunas dentro de cada distância (minúsculas) não diferem significativa ao nível de 0,10 de probabilidade.

A RBS foi menor apenas na época seca/2010 e de chuva/2010 nas faixas de leguminosas (407,7 e 595,8 $\mu\text{g.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ de C-CO₂, respectivamente) em relação as distâncias de 2,5 e 5,0 m (Tabela 5). Foi observado também que a RBS foi significativamente menor nas épocas de seca de 2010 e 2011 em todas as distâncias. Alterações na RBS em função das épocas de coleta também foram constatadas por Alves et al. (2011), avaliando atividade microbiana em diferentes sistemas de manejo. A maior atividade dos microrganismos nas faixas de braquiária pode ser um indicativo de estresse.

Tabela 5. Respiração basal do solo (RBS) de pastagens de braquiária consorciada com leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras em diferentes épocas de avaliação em dois anos e diferentes distâncias das faixas de leguminosas, na Zona da Mata do Estado de Pernambuco.

Épocas*	Distâncias (m)		
	0,0	2,5	5,0
	----- RBS ($\mu\text{g.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ de C-CO ₂) -----		
Seca/2010	407,7 Bc	490,7 Ac	473,8 Ac
Chuva/2010	595,8 Bb	757,0 Ab	755,6 Ab
Seca/2011	341,1 Ac	360,8 Ad	347,5 Ad
Chuva/2011	740,7 Aa	945,4 Aa	942,5 Aa

Letras iguais nas linhas (maiúsculas) e nas colunas dentro de cada distância (minúsculas) não diferem significativamente ao nível de 0,10 de probabilidade.

O $q\text{CO}_2$ foi influenciado significativamente ($P < 0,10$) pelos consórcios de gramínea com leguminosas e pelas épocas de avaliação, sem haver interação entre esses fatores (Figura 7). O $q\text{CO}_2$ foi maior na pastagem com consórcio BR+MOR, $16 \text{ mg.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$, e menor na BR+GLI, $11 \text{ mg.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$, cujos consórcios apresentaram diferença significativa (Figura 7A). As épocas de seca apresentaram os menores valores de $q\text{CO}_2$ nas pastagens consorciadas, com valor de cerca 10 e $9 \text{ mg.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$ (Figura 7B). Os menores $q\text{CO}_2$ encontrados na pastagem BR+GLI e na época da seca provavelmente indicam maior eficiência metabólica dos microrganismos, já que Alves et al. (2011) indicam que sob condições adversas ou de estresse a biomassa microbiana consome mais carbono para sua manutenção e adaptação ao solo.

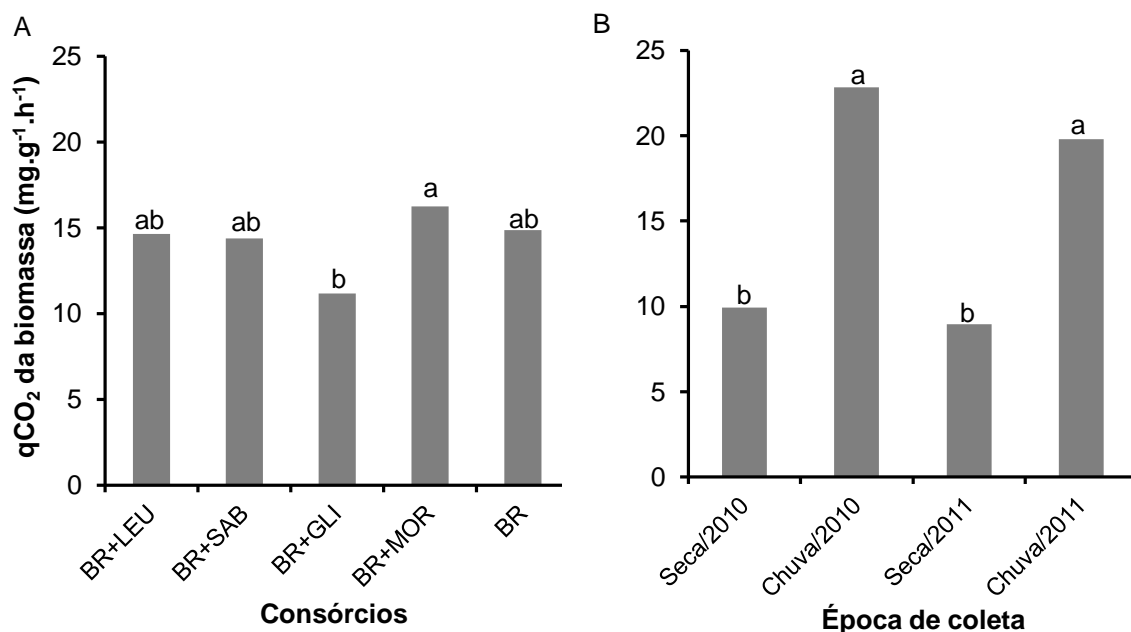


Figura 7. Coeficiente metabólico (qCO₂) de pastagens de braquiária consorciadas com diferentes leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras (A) e em diferentes épocas seca e chuvosa em 2010 e 2011 da região da Zona da Mata do Estado de Pernambuco. Dados transformados por log₁₀. Barras seguidas de letras iguais em cada figura não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 10%.

Conclusões

C-BMS e N-BMS são influenciados pelas épocas de seca e chuva nas pastagens consorciadas.

A implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas em pastagem degradada em consórcio de braquiária pode reduzir a atividade microbiana nas faixas de leguminosa e de gramíneas mais próxima (2,5 m) mesmo após três anos da implantação.

Agradecimentos

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

Referências

ALVES, T. S.; CAMPOS, L. L.; ELIAS NETO, N.; MATSUOKA, M.; LOUKEIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, p. 341-347, 2011.

ANDRADE, C. M. S.; ASSIS, G. M. L.; SALES, M. F. L. **Estilosantes Campo Grande: Leguminosa forrageira recomendada para solos arenosos do Acre**. Rio Branco-AC, 2010, 12p. (Circular Técnico, 55).

ARAÚJO, A. S. F.; LEITE, L. F. C.; NUMES, L. A. P. L.; CARNEIRO, R. F. V. **Matéria orgânica e organismos do solo**, Teresina:EDUFPI, 2008, 220p.

BARTLETT, R. J.; ROSS, D. S. Colorimetric determination of oxidizable carbon in acid soil solutions. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 52, p. 1191-1192, 1988.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; MOREIRA, F. M. S.; CURI, N. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 631-637, 2009.

CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F. Sistemas silvipastoris para recuperação e desenvolvimento de pastagens. In: Aquino, A.M.; Assis, R.L. **Agrobiologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. 1ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, v. 1, p. 497-517.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**: segunda Aproximação, segunda Revisão. Recife: IPA/ EMBRAPA/UFRPE/ UFPE/ EMATER, 1998. 198 p.

COSER, T. R.; RAMOS, M. L. G.; AMABILE, R. F.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo de cerrado com aplicação de fertilizantes nitrogenado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 399-406, 2007.

COSTA, K. A. T.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, p. 192-199, 2010.

CPRH, Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. Diagnóstico sócio ambiental do litoral norte de Pernambuco. Recife, 2003. 214p.

DIAS-FILHO, M. B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 4.ed.rev. atual. e ampl. Belém: Ed. do Autor, 2011. 216p.

DIAS-FILHO, M. B.; SERRÃO, E. A. S.; FERREIRA, J. N. Processo de degradação e recuperação de áreas degradadas por atividades agropecuárias e florestais na Amazônia brasileira. In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, A.G. (Eds.). Agricultura tropical: quatro décadas de inovações institucionais e políticas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 2, p. 293-305.

EMBRAPA - CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solo. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: CNPS, 212p, 1997.

FERREIRA, E. A. B.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C.; RAMOS, M. L. G. Dinâmica em cinco épocas do ano em diferentes sistemas de manejo do solo no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1625-1635, 2007.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; TOSTES, R. Propriedades físicas e matéria orgânica de um latossolo vermelho sob sistema de manejo e cerrado nativo. **Bioscience Journal**; Uberlândia, v. 24, p. 24-30, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA - IBGE, Censo Agropecuário 1920/2006. Até 1996, dados extraídos de: Estatísticas do Século XX. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2007.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. **Biology and Fertility Soils**, v. 27, p. 408-416, 1998.

ITEP. **INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO**. Disponível em: <http://www.itep.br>. Acesso em 12/10/2012.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N.; PESSOA, S. C. P.; SILVEIRA, C. O. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Boletim Técnico 26 Série Pedologia, 14: Recife, SUDENE, 1973, 359p.

LUIZÃO, R. C. C.; COSTA, E. S.; LUIZÃO, F. J. Mudanças na biomassa microbiana e nas transformações de nitrogênio do solo em uma sequência de idades de pastagens após derruba e queima da floresta na Amazônia central. **Acta Amazonica**, v. 29, p. 43-56, 1999.

KJELDAHL, J. Z. "A new method for the determination of nitrogen in organic bodies." **Analytical Chemistry**, v. 22, p. 366, 1883.

MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de primavera do leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 425-433, 2003.

NORONHA, N. C.; ANDRADE, C. A.; LIMONGE, F. C.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. J. Recovery of degraded pasture in Rondônia: Macronutrients and productivity of *Brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1711-1720, 2010.

OLIVEIRA, L. B.; ACCIOLY, A. M. A.; MENEZES, R. S. C.; ALVES, R. N.; BARBOSA, F. S.; SANTOS, C. L. R. Parâmetros indicadores do potencial de mineralização do nitrogênio de compostos orgânicos. **IDESIA** (Chile), v. 30, p. 65-73, 2012.

PENDERCAST, C. J.; NATARAJEN, R. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. **Statistics in Medicine**, v. 19, p. 1793-1819, 2000.

PIEPHO, H-P. A SAS macro for generating letter displays of pairwise mean comparisons. **Communications in Biometry and Crop Science**, v. 7, p. 4-13, 2012.

PIMENTA, L. M. M., ZONTA, E.; BRASIL, F. C.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; STAFANATO, J. B. Fertilidade do solo em pastagem cultivadas sob diferentes manejo, no nordeste do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 1136-1142, 2010.

SAS INSTITUTE INC. The SAS System for windows. **SAS Institute Inc.**, Cary, 1999.

SDA-MAPA, S. D. D. A.-M. D. A. P. E. A. **Instrução Normativa Nº10, de 21 de março de 2006**. Diário Oficial da União - Seção 1, 2006.

SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂)**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 2007. p. 4. Comunicado Técnico.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; LIMA, C. V. S.; CARVALHO, P. C. F.; MARTINS, A. P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 79-88, 2010.

TEIXEIRA, V. I.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA JUNIOR, M. A.; LIRA, M. A.; SILVA, H. M. S. Aspectos agronômicos e bromatológicos de leguminosas forrageiras no nordeste brasileiro. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 245-254, 2010.

TODA, F. E.; VASQUES, T.; ARAÚJOM, F. F. Biomassa microbiana e sua correlação com a fertilidade de solos em diferentes sistemas de cultivo, **Colloquium Agrariae**, v. 6, p. 01-07, 2010.

WOLFINGER, R.; CHANG, M. Comparing the SAS® GLM and MIXED procedures for repeated measures. In SAS Statistics & Operations Research Papers. Cary: **SAS Institute**, 2006.

XAVIER, D. F.; LÉDO, F. J. S.; PACIULLO, D. S. C.; PIRES, M. F. A.; BODDEY, R. M. Dinâmica da serrapilheira em pastagem de braquiária em sistema silvipastoril e monocultura. **Revista Pesquisa Agropecuária**, v. 46, p. 1214-1219, 2011.

YDOYAGA, D. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JR., J. C. B.; SILVA, M. C.; SANTOS, V. F.; FERNANDES, A. P. M. Métodos de recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. No Agreste Pernambucano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 699-705, 2006.

CAPÍTULO III

DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NITROGÊNIO DE SERRAPILHERIA DE BRAQUIÁRIA E GLIRICIDIA

DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NITROGÊNIO DE SERRAPILHEIRA DE BRAQUIÁRIA E GLIRICÍDIA

Resumo

A deficiência de N é um dos principais fatores que afeta a produtividade das pastagens. O objetivo deste trabalho foi avaliar a decomposição de serrapilheira de braquiária (*Brachiaria decumbens*) e Gliricídia (*Gliricidia sepium*), separadamente e misturada em diferentes proporções, na disponibilização de N ao solo. Para isso foi desenvolvido um experimento, utilizando técnica de sacos de serrapilheira, com seis tratamentos (100% braquiária não adubada, 100% braquiária adubada, 75% de braquiária + 25% de gliricídia, 50% de braquiária + 50% de gliricídia, 25% braquiária + 75% de gliricídia, 100% de gliricídia) e nove tempos de incubação (0, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 e 256 dias). As combinações de braquiária com gliricídia aumentaram a taxa de decomposição, em relação a esses materiais avaliados separadamente. As maiores taxas de liberação de N foram apresentadas pelos tratamentos 25% Braquiária + 75% Gliricídia, com valor de taxa de decomposição (k) igual a $0,0254 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Os tratamentos 100% braquiária e 100% braquiária adubada apresentaram os menores teores de lignina (8,6 e 8,1%, respectivamente). Os tratamentos com combinações de braquiária com gliricídia apresentaram baixa relação C:N em todo o período de decomposição, com pequenas mudanças. Gliricidia em consórcio com braquiária a decomposição da serrapilheira, logo a disponibilização de N, o que é muito importante para a manutenção da produtividade das pastagens.

Palavras-chave: Nitrogênio remanescente, relação Carbono:Nitrogênio, relação lignina:Nitrogênio.

DECOMPOSITION AND NITROGEN RELEASE FROM SIGNAL GRASS AND GLIRICIDIA LITTER

Abstract

N deficiency is one of the major factors affecting pastures yield. This work aimed to evaluate the decomposition of signal grass (*Brachiaria decumbens*) and gliricidia (*Gliricidia sepium*) biomass, separately and mixed in different proportions, on N supply to soil. An experiment was established with the litter bag technique with six treatments (100% unfertilized signal grass, 100% N fertilized signal grass, 75:25, 50:50, 25:75 signal grass:gliricidia ratios, and 100% gliricidia) and nine incubation times (0, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 and 256 days). The signal grass and gliricidia mixtures increased decomposition rates, compared to the single treatments. The highest N liberation rates were found for 25:75 signal grass:gliricidia, with k values of 0,0254 g.g⁻¹.day⁻¹. The pure signal grass treatments had the lowest lignin contents at 8,6 and 8,1% for the unfertilized and fertilized treatments. Mixed signal grass and gliricidia treatments had a low C:N ratio throughout the experiment, with minor changes. Gliricidia mixed in signal grass pastures increases litter decomposition, thus N release, which is very important for pasture yield maintenance.

Keywords: remaining nitrogen, carbon:nitrogen ratio; lignin:nitrogen ratio

Introdução

As pastagens constituem um dos principais ecossistemas do mundo, ocupando aproximadamente 25% da superfície terrestre e cerca de 70% de áreas agricultáveis (Dubeux Jr et al., 2011). No Brasil, 190 milhões de hectares de áreas são cobertas por pastagens nativas e cultivadas, sob diferentes situações de clima e solo (Kaschuk et al., 2010), se destacando como um importante sistema de produção do país.

A exploração das pastagens no Brasil tem sido normalmente realizada em sistema de exploração do potencial de produção do solo, sem ou com

pequena adição de nutrientes, devido, principalmente, aos elevados custos dos fertilizantes, o que tem comprometido sua produtividade e a sustentabilidade do solo. Nos primeiros anos após seu estabelecimento, a produtividade das pastagens é alta, devido à disponibilização de nutrientes da biomassa nativa, no entanto, após cinco a seis anos de pastejo ocorre um declínio gradual da produtividade (Townsend et al., 2010), com surgimento de plantas daninhas e áreas descobertas (Boddey et al., 2004).

A degradação das pastagens deve-se principalmente à deficiência de nitrogênio que depende essencialmente do processo de decomposição da biomassa vegetal depositada sobre o solo, ou serrapilheira, sendo um dos principais caminhos biológicos de transferência de nutrientes da vegetação para o solo (Sanches et al., 2009; Machado et al., 2012). A taxa de decomposição desse material para a disponibilização de nutrientes varia grandemente em função das condições edafoclimáticas do ambiente, da comunidade de organismos decompositores e da qualidade do material (Alves et al., 2011), o que dificulta a previsão sobre esse processo. De forma geral, as condições climáticas controlam o processo de decomposição em escala regional, enquanto a qualidade do material domina em escala local (Gama-Rodrigues et al., 2007).

A qualidade do material tem sido definida, principalmente, por meio de suas características químicas como os teores de carbono, nitrogênio e lignina e pelas relações C:N e Lignina:N (Alves et al., 2011). Essas características são variáveis entre materiais de diferentes espécies e dentro da mesma espécie que, portanto, decompõem em diferentes taxas. As gramíneas de maneira geral apresentam em elevada relação C:N (Calvo et al., 2010). E portanto decomposição mais lenta, afetando assim a dinâmica de decomposição (Aita & Giacomini, 2003).

O uso de leguminosas forrageiras arbóreas, em sistema de pastagem consorciada com gramínea, pode representar uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade de N para as plantas, pelo maior teor de N e baixa relação C:N (Aita & Giacomini, 2003), mediante a capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico, por meio de simbiose com bactérias conhecidas como rizóbios (Monteiro et al., 2002). Alguns trabalhos têm indicado que as leguminosas forrageiras apresentam maior decomposição do seu material e, conseqüentemente, maior quantidade de N liberado (Silva et al., 2010; Silva et

al., 2012). A liberação do N fixado biologicamente pelo processo de decomposição pode responder em grande parte para a manutenção da produtividade das gramíneas, reduzindo o custo econômico e aumentando a sustentabilidade do sistema.

A gliricídia (*Gliricidia sepium* Jacq.) é uma leguminosa arbórea que apresenta crescimento rápido e enraizamento profundo (Barreto et al., 2004), o que lhe atribui capacidade de absorção de nutrientes em camadas mais profundas do solo e tolerância à seca. Além disso, é considerada uma leguminosa com potencial de fixação biológica de N₂ (Paulino et al., 2009). Logo, esta leguminosa pode representar uma alternativa viável para o consórcio com gramínea de forma sustentável. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a decomposição de biomassa de *Brachiaria decumbens* e *Gliricidia sepium*, separadamente e em combinação com diferentes proporções, na disponibilização de N ao solo.

Material e Métodos

A decomposição da biomassa de braquiária com gliricídia foi avaliada em experimento realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (DZ-UFRPE), em Recife, localizado a 8°01' S e 34°57' W, de 23 de fevereiro a 06 de novembro de 2011, com precipitação mensal apresentada na figura 1.

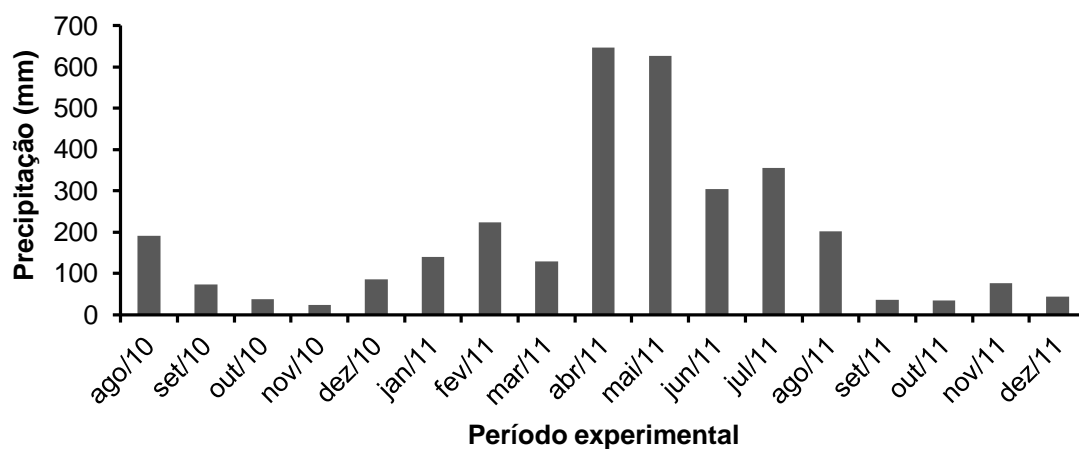


Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal em Recife-PE no ano de 2010 e 2011 (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura, 2013).

A biomassa das espécies avaliadas foi proveniente de um experimento de pastagens de *B. decumbens* consorciadas com leguminosas arbustivas e arbóreas, na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em Itambé-PE, Zona da Mata Seca do Estado, 07°25' S e 35°06' W, a 190 m de altitude, com índice pluviométrico médio de 1.200 mm/ano, temperatura anual de 24 °C e umidade relativa do ar de 80% (CPRH, 2003). O solo predominante na Estação experimental é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico úmbrico, textura média/argilosa, A proeminente, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado, segundo Jacomine et al., (1973) atualizado de acordo com Embrapa (2006).

O experimento de pastagens consorciadas, na estação experimental do IPA, teve início em julho de 2008, onde foram plantadas gliricídia em consórcio com a *B. decumbens*. As plantas das leguminosas foram obtidas por meio de preparação de mudas e inoculadas com as estirpes SEMIA 6168 (=10312) e SEMIA 6435 (BR8802) de *Rhizobium sp* recomendadas nacionalmente para produção de inoculante à época (SDA-MAPA, 2006) e fornecidas pela Embrapa Agrobiologia. O transplântio foi realizado quando as mudas apresentavam altura média de 12-15 cm, em fileiras duplas com espaçamento de 10 m x 1,0 m x 0,5 m. Cada parcela correspondeu a uma área de 660 m² (33 m x 20 m), com três filas duplas de leguminosa.

A coleta de folhas e pecíolos foi realizada de 24 a 26 de setembro de 2010. As folhas e pecíolos senescentes foram manualmente coletados de braquiária e gliricídia, ainda presos à planta e sem contato com o solo. O material de braquiária foi coletado em parcelas sem uso de adubação e com adubação nitrogenada (60 kg. ha⁻¹. ano⁻¹ de N na forma de uréia, parcelada em duas aplicações de 30 kg. ha⁻¹ em março e maio de 2010). No caso de gliricídia, o material coletado se localizava no terço médio inferior das plantas. Após a coleta, o material foi seco em estufa de circulação forçada de ar, por 72 horas a 65°C.

O experimento de decomposição foi desenvolvido em blocos ao acaso, com seis tratamentos e nove tempos de incubação (período de decomposição), com três repetições e três replicas para cada repetição. Os tratamentos foram: 100% braquiária (não adubada), 100% braquiária adubada, 75% de braquiária + 25% de gliricídia, 50% de braquiária + 50% de gliricídia, 25% braquiária + 75% de gliricídia e 100% de gliricídia e os tempos de incubação foram: 0, 2, 4,

8, 16, 32, 64, 128 e 256 dias, com a composição inicial do material descrita na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas da biomassa de *Brachiaria decumbens* e *Gliricídia sepium* dos tratamentos avaliados.

Tratamentos	C	N	Lignina	MS [◇]	MO [□]	C:N*	L:N**
	----- dag.Kg-1 -----						
100% Braquiária	36,02	0,75	6,19	91,74	82,42	48,52	8,30
100% Braquiária Adubada	39,74	0,62	11,04	91,39	85,56	64,81	11,04
75% Braquiária + 25% Gliricídia	40,41	1,68	11,32	91,62	84,88	24,58	6,79
50% Braquiária + 50% Gliricídia	38,38	1,98	13,89	91,66	84,98	19,40	7,06
25% Braquiária + 75% Gliricídia	38,64	2,75	16,22	92,16	85,09	14,05	5,89
100% Gliricídia	40,20	3,35	17,83	89,51	81,63	12,00	5,32

◇ Matéria seca. □ Matéria orgânica. *Relação Carbono:Nitrogênio. **Relação Lignina:Nitrogênio.

A incubação dos tratamentos foi realizada utilizando a técnica de sacos de náilon, com poros de aproximadamente 75 µm, medindo 15 x 30 cm, e levados a estufa a 65 °C por 72 horas e pesados. Os sacos receberam 11,25 g de biomassa seca, mantendo, assim, uma proporção de 25 mg de biomassa seca por cm² do saco. O material incubado não foi moído para preservar a superfície original de exposição ao ataque dos microrganismos, sendo respeitadas as proporções folha:pecíolo de cada espécie estudada.

Os sacos foram colocados sobre o solo e cobertos com uma fina camada de serrapilheira, coletada no mesmo local de incubação, para simular as condições do meio. Sacos vazios também foram incubados nos diferentes tempos de incubação, para verificar a influência dos tempos de incubação no peso dos sacos, e corrigir os demais. Após cada tempo de incubação, os sacos foram coletados, limpos com pincel para remoção de resíduos superficiais, colocados em estufa a 65 °C, por 72 horas e em seguida pesados. O material remanescente nos sacos foi triturado em moinho de facas e acondicionado em recipiente para análises.

Foram determinados os teores de matéria seca (MS) e orgânica (MO), segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2006); carbono orgânico total (C), pelo método descrito por Bezerra Neto & Barreto (2011); nitrogênio

total (N-total), determinado após digestão com ácido sulfúrico (H₂SO₄) pelo método descrito por Thomas et al. (1967); lignina, determinada de acordo com o método descrito por Van Soest et al. (1991). De posse dos dados de C, N e lignina foram calculadas as relações C:N e L:N. De posse dos dados de MS e N foi calculada a estimativa de desaparecimento da biomassa (com base na MS) e de N pela seguinte fórmula:

$$\text{Remanescente} = \left(\frac{\text{Final}}{\text{Inicial}} \right) \times 100$$

As análises estatísticas foram realizadas em um arranjo fatorial entre composição e tempo, seguido por análise de regressão não linear, examinando os modelos apropriados para decomposição em função dos resultados da análise de variância, utilizando o procedimento NLIN do SAS (SAS Inst. Inc., 1999).

Resultados e Discussão

Entre os modelos testados, o exponencial simples com três parâmetros foi apropriado para explicar a curva de desaparecimento da biomassa e N e as reações C:N e L:N, (P<0,0001). O modelo exponencial simples apresenta uma só constante de decomposição para o parâmetro avaliado (Wieder & Lang, 1982). Assim, a biomassa, N e as relações C:N e L:N apresentaram taxas de decomposição constantes ao longo do período de incubação. Esse modelo também tem sido utilizado em alguns trabalhos para descrever o desaparecimento da biomassa, N e a relação C:N, apresentando bons resultados (Dubeux Jr. et al., 2006; Torres et al., 2008; Silva et al., 2010).

A biomassa remanescente, na base de MS, diminuiu ao longo do período de decomposição (Figura 2), apresentando resultados significativos (P<0,0001). O tratamento composto por 75% de braquiária + 25% de gliricídia apresentou a maior taxa de decomposição de biomassa, com valores de k igual a 0,00834 g.g⁻¹.dia⁻¹, com perda de 23,4% da biomassa aos 32 dias e de 88,2% aos 256 dias. O tratamento 100% gliricídia apresentou a menor taxa de decomposição da biomassa, com valores de k igual 0,00496 g.g⁻¹.dia⁻¹, com menor perda de biomassa durante o período de decomposição, destacando o

tempo de 32 dias com perda de 14,7% e o tempo 256 dias com perda de 71,9%, isso, possivelmente, pode estar relacionado ao teor de lignina desses materiais (Tabela 1), permanecendo assim por mais tempo na superfície do solo. Segundo Correia & Andrade (2008), o teor de lignina na serapilheira é considerado um dos mais importantes fatores que controlam a velocidade de decomposição em ecossistemas terrestre.

A adubação nitrogenada não teve efeito na decomposição da biomassa da braquiária, apresentando taxa de decomposição menor ($P < 0,0001$) ($0,00567 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) que a braquiária não adubada ($0,00608 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$). As combinações de braquiária com gliricídia aumentaram a taxa de decomposição, em relação à braquiária e gliricídia avaliadas separadamente, indicando, a princípio, que a diversificação dos materiais vegetais favorece uma decomposição mais rápida, embora tenha sido observado uma tendência de redução da taxa de decomposição à medida que aumentou a proporção de gliricídia (Figura 2).

De forma semelhante, Gama-Rodrigues et al. (2007) avaliando as taxas de decomposição de resíduos de braquiária e outras culturas, também constataram que a adubação não influenciou a taxa de decomposição de braquiária. Torres et al. (2005) avaliando o rendimento da MS e a taxa de decomposição e de liberação de N de resíduos culturais provenientes de plantas de cobertura, também observaram que as leguminosas decompõem mais lentamente que a gramínea (*B. brizantha*), mesmo quando a gramínea apresentou alta relação C:N, como foi encontrado no presente trabalho (Tabela 1).

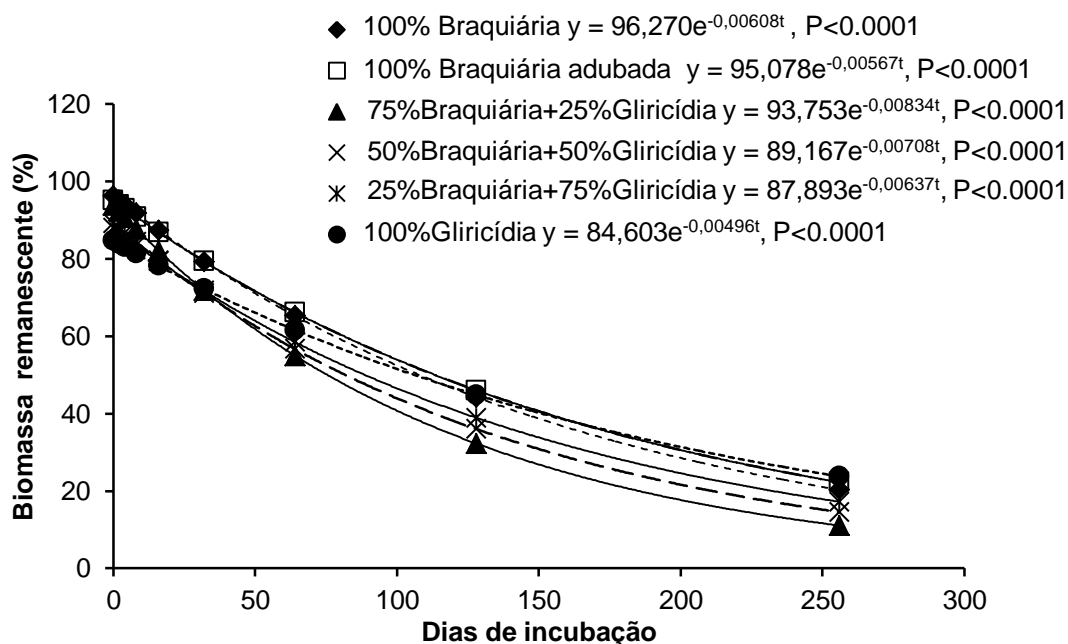


Figura 2. Porcentagem de biomassa remanescente de braquiária, gliricídia e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE.

O N remanescente dos tratamentos reduziu significativamente ao longo do período de decomposição (Figura 3), exceto no período de 0 a 2 dias onde foi observado um aumento de N nos tratamentos 100% braquiária, 100% braquiária adubada e 25% braquiária + 75% gliricídia, provavelmente por imobilização deste nutriente neste período. A redução de N foi mais intensa nos tratamentos com gliricídia. A taxa de liberação de N aumentou com o aumento da proporção de gliricídia nos tratamentos combinados, observando valores de k de 0,0105, 0,0128 e 0,0254 $\text{g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ nos tratamentos 75% Braquiária + 25% Gliricídia, 50% Braquiária + 50% Gliricídia e 25% Braquiária + 75% Gliricídia. O tratamento 100% de braquiária apresentou a menor taxa de liberação de N, com valor de k de 0,00464 $\text{g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, o que é explicado pelo baixo teor de N e a alta relação C:N da biomassa da braquiária (Tabela 1).

Avaliando as taxas de decomposição e liberação de N de resíduos culturais, no Rio de Janeiro, Gama-Rodrigues et al. (2007) também observaram baixa taxa de liberação de N de biomassa de braquiária não adubada com valor de $k = 0,0045 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, como observado neste trabalho. Uma possível explicação para a baixa liberação de N da biomassa de braquiária, em relação aos demais tratamentos, é o baixo teor deste nutriente.

A maior liberação de N dos tratamentos com gliricídia possivelmente está relacionada ao maior teor desse nutriente em sua composição (Aita &

Giacomini, 2003), devido à fixação biológica de N (Monteiro et al., 2002). Dias et al. (2007) avaliando o efeito da transferência de N proveniente de leguminosas arbóreas para capim Survenola em consórcio, verificaram que leguminosas arbóreas podem incrementar significativamente a disponibilidade de N para a gramínea.

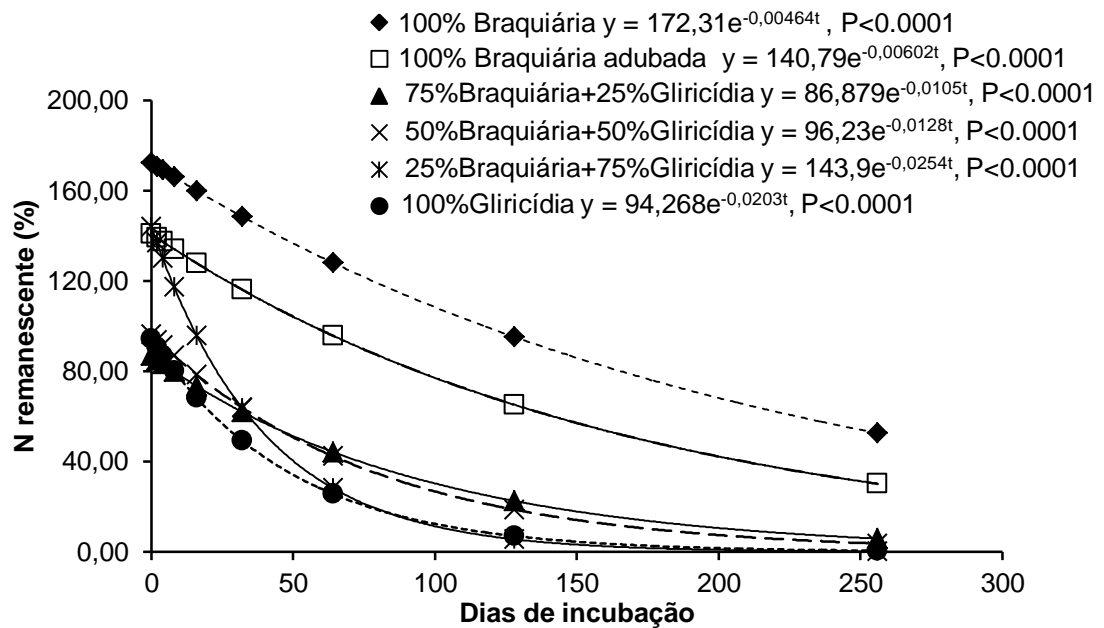


Figura 3. Porcentagem de nitrogênio remanescente de biomassa de braquiária, gliricídia e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE.

O teor de lignina da biomassa de braquiária, gliricídia e suas combinações, seguiu um modelo plateau linear, descrito por McCartor e Rouquette (1977), apresentando aumento significativo ($P < 0,0001$) ao longo do período de decomposição em todos os tratamentos (Figura 4). Os tratamentos 100% braquiária e 100% braquiária adubada estabilizaram com teor de lignina próximo de 25%, aos 62 e 68 dias de incubação, respectivamente (Figura 4). Os demais tratamentos apresentaram estabilização com teor de lignina acima de 34%, sendo o tratamento com 100% gliricídia o que apresentou o menor tempo de estabilização (aos 32 dias de incubação). Nos tratamentos com combinação de biomassa de braquiária e gliricídia, o tempo de estabilização do teor de lignina diminuiu com o aumento da proporção de leguminosa, sendo o tratamento 25% braquiária + 75% de gliricídia o que teve a estabilização mais rápida, aos 24 dias de incubação.

Carvalho et al. (2010), avaliando os teores de lignina em plantas de cobertura de solo no cerrado, também constataram baixo teor de lignina (1,75%) em material vegetal de *B. ruziziensis*. Segundo Fukushima & Savioli (2001), as gramíneas forrageiras geralmente apresentam menores concentrações de lignina que as leguminosas, como também constatado neste trabalho. É de se esperar que os tratamentos com altos teores de lignina, apresentem baixa mineralização de N, devido a alta recalcitrância da lignina. Apesar das leguminosas apresentarem alto teor de lignina, como constatado neste trabalho, esse composto concentra-se, principalmente, no tecido do xilema, enquanto que nas gramíneas ocorre em vários tecidos como na bainha vascular, esclerênquima e parênquima (Silva, 2009), o que possivelmente aumenta à resistência da lignina a decomposição e sua persistência nos tratamentos com maior proporção de material de braquiária.

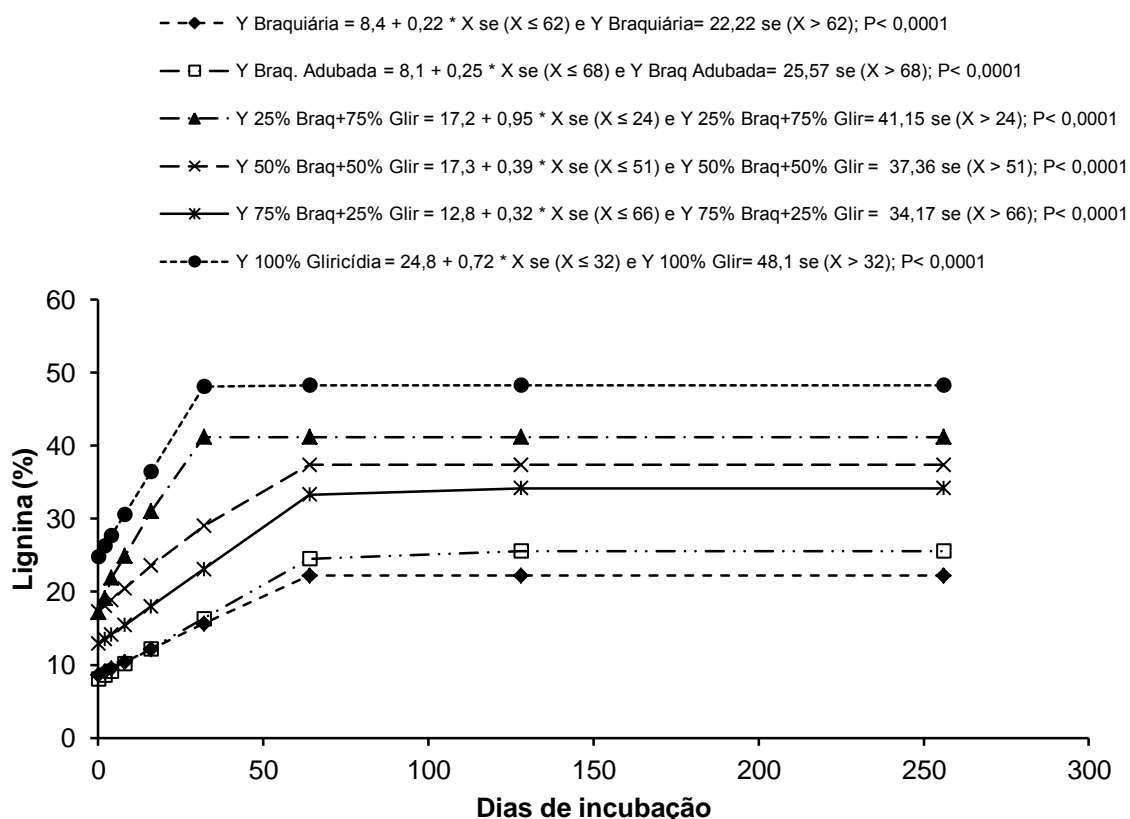


Figura 4. Teor de lignina da biomassa de braquiária, gliricídia e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE.

A relação C:N dos tratamentos diminuiu significativamente ao longo do período de decomposição, exceto para o tratamento 100% gliricídia (Figura 5). Os tratamentos 100% braquiária e 100% braquiária adubada apresentaram queda acentuada da relação C:N ao longo do período de decomposição com os maiores valores de k (0,00245 e 0,00226, respectivamente). No início do período de decomposição (zero dia) esses tratamentos apresentaram relação C:N alta ($C:N > 30$), com valores de 38,68 e 52,94, respectivamente, isso devido ao baixo teor de N desses materiais (Tabela 1). No final do período de decomposição (256 dias) a relação C:N do tratamento 100% braquiária apresentou valor igual a 20, enquanto o tratamento 100% braquiária adubada manteve-se com valor alto (29,7). O tratamento 25% Braquiária+75% gliricídia apresentou menor relação C:N ($C:N < 20$) ao longo do período de decomposição com queda mínima ($k=0,00018$). Enquanto o tratamentos 100% gliricídia aumentou a relação C:N com taxa de 0,0006, provavelmente pela liberação de N.

Oliveira et al. (2012), avaliando quais parâmetros de qualidade de compostos orgânicos são mais promissores como indicadores de potencial de mineralização de N em curto prazo (28 dias), verificaram que a relação C:N dos compostos foi o único parâmetro que apresentou correlação significativa com a mineralização de N, sugerindo essa relação como um importante indicador do potencial de disponibilização de N, em menor tempo. De acordo com Dubeux Jr. et al. (2006), o decréscimo da relação C:N é esperada com o passar do tempo de incubação em função dos compostos de carbono mais solúveis se decomporem mais rápido e o N imobilizado pela baixa qualidade do material, associado ao N ligado a fibras, reduz a sua liberação.

A diversificação de espécie em sistema de pastagem consorciada (gramínea e leguminosa arbórea) proporciona ao material vegetal depositado sobre o solo uma relação C:N intermediária das espécies utilizadas, o que favorece a liberação do N pelo processo de decomposição e mineralização e adição do mesmo ao sistema (Giacomini et al., 2003), como também indicam os resultados deste trabalho.

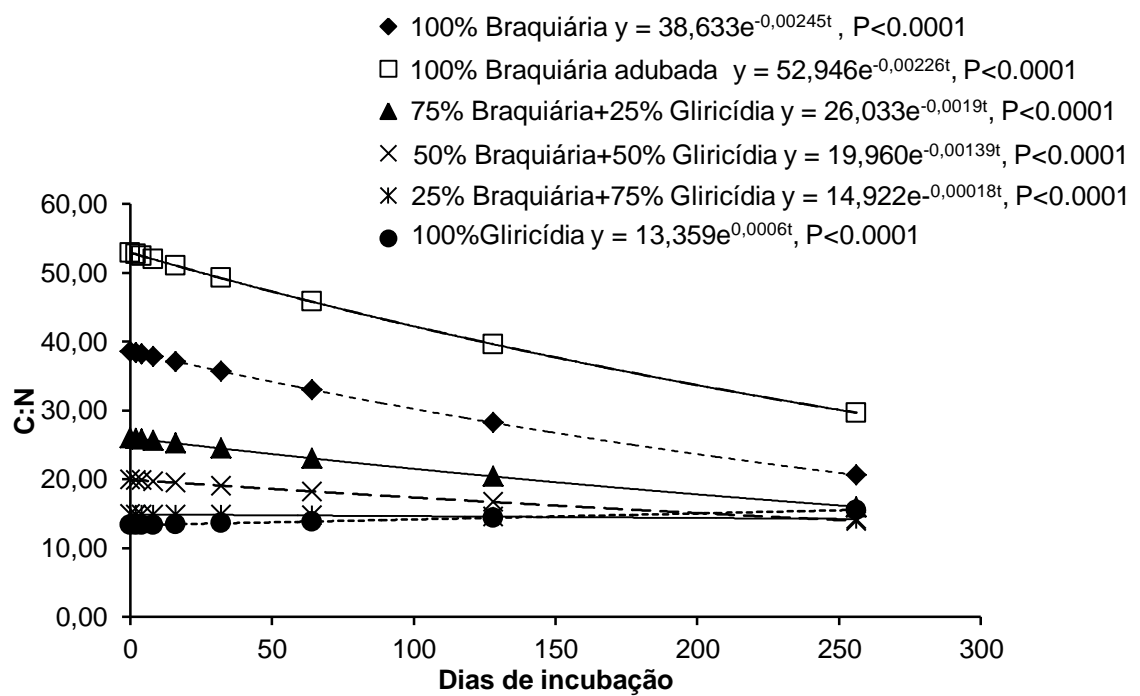


Figura 5. Relação Carbono:Nitrogênio (C:N) de biomassa de braquiária, gliricídia e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE.

A relação L:N dos tratamentos apresentou um aumento significativo ($P < 0,0001$) ao longo do período de decomposição (Figura 6). O tratamento 100% braquiária adubada apresentou o maior valor ao longo de toda a decomposição 13,3 e 20,6, do início ao fim do experimento, mantendo a relação acima de 15 em grande parte do período de decomposição. O tratamento 75% braquiária + 25% gliricídia apresentou o menor valor no início do período de decomposição, com 8,6, e no final com valor de 9,1, o que possivelmente deve ter contribuído para a decomposição da biomassa deste tratamento. Dubeux Jr. et al. (2006) também constaram aumento da relação L:N por até 128 dias de decomposição. Este aumento da relação L:N é atribuído, principalmente, a liberação do N ao longo do período de decomposição.

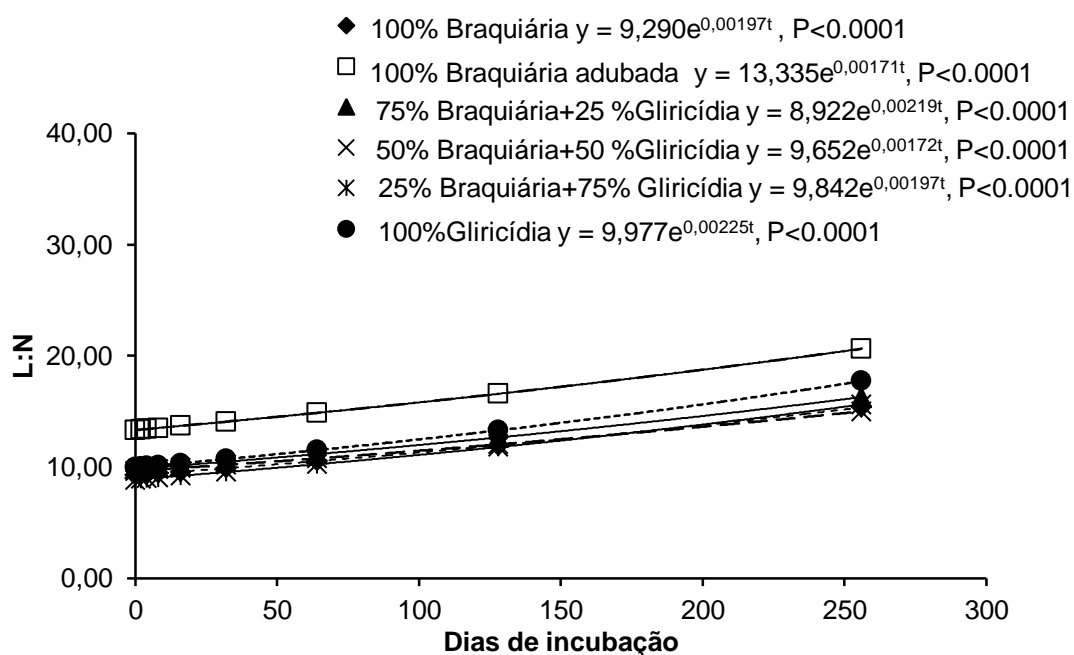


Figura 6. Relação Lignina:Nitrogênio (L:N) de biomassa de braquiária, gliricídia e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE.

Os resultados apresentados confirmam que o uso de leguminosa arbórea em pastagem consorciada com braquiária, como a gliricídia, favorece a decomposição da serrapilheira, disponibilizando maior quantidade de N ao sistema, em tempo mais rápido. A principal vantagem do uso de leguminosa arbórea em pastagens consorciadas não deve ser restringida somente a disponibilização de N no solo. Outros benefícios como melhoria das propriedades químicas e físicas do solo, em longo prazo, necessitam ser estudados em futuros trabalhos para aumentar os benefícios.

Conclusão

O uso de *Gliricidia sepium* em consórcio com *Brachiaria decumbens* em sistema de pastagem acelera a decomposição da serrapilheira, logo a disponibilização de N, fato considerado de grande importância para a manutenção da produtividade das pastagens.

Agradecimentos

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, à Fundação de Amparo à

Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

Referências

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos de planta de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 601-612, 2003.

ALVES, R. N.; MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H.; PEREIRA, W. E. Relação entre qualidade e liberação de N por plantas do semiárido usadas como adubo verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, p. 1107-1114, 2011.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F.; CARVALHO FILHO, O. M. **Cultivo de alamedas de gliricídia (*Gliricidia sepium*) em solos de tabuleiros costeiros**. Aracaju: EMBRAPA-Tabuleiros Costeiros, 2004. 8p. (Embrapa-Tabuleiros Costeiros. Circular Técnico, 36).

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. **Métodos de Análises Químicas em Plantas**. Editora Universitária da UFRPE, p. 165-168, 2011.

BODDEY, R. M. R.; MACEDO, R. M.; TARRÉ, E.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, O. C.; REZENDE, C. P.; CANTARUTTI, R. B.; PEREIRA, J. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Nitrogen cycling in Brachiaria pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 103, p. 389-403, 2004.

CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, v. 69, p. 77-86, 2010.

CARVALHO, A. M.; DANTAS, R. A.; COELHO, M. C.; LIMA, W. M.; SOUZA, J. P. S. P.; FONSECA, O. P.; GUIMARÃES JR., R. Teores de hemicelulose,

celulose e lignina em plantas de cobertura com potencial para sistema plantio direto no Cerrado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrado, 2010, 15p.

CENTRO DE PESQUISA METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA. Disponível em: www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario
Acesso em: 05. Jan. 2013.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G.; Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ed. Porto Alegre: Metropole, p.561-569, 2008.

CPRH, Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. . Recife, 2003. 214p.
DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; URQUIAGA, S.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; FRANCO, A. A. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim *Survenda* crescido em consórcio. **Revista Ciência Rural**, v. 37, p. 352-356, 2007.

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

DUBEUX Jr., J. C. B.; MUIR, J. P.; SANTOS, M. V. F.; VENDRAMINI, J. M. B.; MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A. Improving grassland productivity in the face of economic, social, and environmental challenges. **Revista de Zootecnia**, v. 40, p. 280-290, 2011.

EMBRAPA - CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

FUKUSHIMA, R. S.; SAVIOLI, N. M. F. Correlação entre digestibilidade *In vitro* da parede celular em três métodos analíticos para a avaliação quantitativa da lignina. **Revista de Zootecnia**, v. 30, p. 302-309, 2001.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E. C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-amarelo na região noroeste fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1421-1428, 2007.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em mistura de plantas de cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 325-334, 2003.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N.; PESSOA, S. C. P.; SILVEIRA, C. O. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Boletim Técnico 26 Série Pedologia, 14: Recife, SUDENE, 1973, 359p.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian Ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology e Biochemistry**, Oxford, v.42, p.1-13, 2010.

MACHADO, F. A.; BEZERRA NETO, E.; NASCIMENTO, M. P. S. C. B.; SILVA, L. M.; BARRETO, L. P.; NASCIMENTO, H. T. S.; LEAL, J. A. Produção e qualidade da serrapilheira de três leguminosas arbóreas nativas do Nordeste do Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, p. 323-334, 2012.

MCCARTOR, M. M.; ROUQUETTE, F. M. J. Grazing pressure and animal performance from pearl millet. **Agronomy Journal**, v. 69, p. 983-987, 1977.

MONTEIRO, H. C. F.; CANTARUTTI, R. B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M. Dinâmica de decomposição e mineralização de nitrogênio e função da qualidade de resíduos de gramíneas e leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1092-1102, 2002.

OLIVEIRA, L. B.; ACCIOLY, A. M. A.; MENEZES, R. S. C.; ALVES, R. N.; BARBOSA, F. S.; SANTOS, C. L. R. Parâmetros indicadores do potencial de

mineralização do nitrogênio de compostos orgânicos. **IDESIA** (Chile), v. 30, p. 65-73, 2012.

PAULINO, G. M.; ALVES, B. J. R.; BARROSO, D. G.; URQUIAGA, S.; ESPINDOLA, J. A. A. Fixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 44, p. 1598-1607, 2009.

SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 183-189, 2009.

SAS, Institute inc, SAS procedures guide, Version 8 (TSMO), Cary: SAS institute Inc, 1999,454p.

SDA-MAPA, S. D. D. A.-M. D. A. P. E. A. Instrução Normativa Nº10, de 21 de março de 2006. Diário Oficial da União - Seção 1, 2006.

Silva 2009

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. Viçosa-MG: UFV, 2006. 235 p.

SILVA, H. M. S.; DUBEUX Jr, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; MELLO, A. C. L.; LIRA Jr., M. A.; FERRAZ, L. V. 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, H. M. S.; DUBEUX Jr., J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA Jr., M. A.; MUIR, J. P. Signal grass litter decomposition rate increases with inclusion of Calopo. **Crop Science**, v. 52, p. 1-8, 2012.

THOMAS, R. L.; SHEARRD, R. W.; MOYER, J. R. Comparison of conventional and automated procedures for N, P and K analysis of plant material using a single digestion. **Agronomy Journal**, v. 59, p. 240-243, 1967.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 609-618, 2005.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 421-428, 2008.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A. Aspectos econômicos da recuperação de pastagens na Amazônia brasileira. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 5, p. 27-49, 2010.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarchpolysacarides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

WIEDER, R. K.; 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.

CAPÍTULO IV

DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NITROGÊNIO DE SERRAPILHEIRA DE BRAQUIÁRIA E SABIÁ

DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NITROGÊNIO DE SERRAPILHEIRA DE BRAQUIÁRIA E SABIÁ

Resumo

A deficiência de nitrogênio é um dos principais limitantes à produtividade de pastagens. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a decomposição de biomassa de braquiária (*Brachiaria decumbens*) e sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), separadamente e em combinação com diferentes proporções, na disponibilização de N ao solo. Para isso, foi desenvolvido um experimento, utilizando técnica de sacos de serrapilheira, em blocos ao acaso, com seis tratamentos (100% braquiária, 100% braquiária adubada, 25% de braquiária + 75% de sabiá, 50% de braquiária + 50% de sabiá, 75% de braquiária + 25% de sabiá e 100% de sabiá) e nove tempos de incubação (0, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 e 256 dias), com três repetições. A MO e o N diminuíram ao longo do período de decomposição. A decomposição da MO ocorreu mais rápido nos tratamentos 100% braquiária e 100% braquiária adubada, com taxas de decomposição semelhantes ($0,00574$ e $0,00573 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, respectivamente). A combinação de biomassa de sabiá com braquiária favoreceu a liberação de N, sendo mais intensa no tratamento 75% braquiária + 25% sabiá, com taxa de liberação de $0,0064 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. O teor de lignina aumentou ao longo do período de decomposição em todos os tratamentos. A relação C:N dos tratamentos reduziu durante o período de decomposição, sendo os tratamentos 100% braquiária e 100% braquiária adubada os que apresentaram maior redução. A relação L:N aumentou, sendo 100% braquiária adubada o que apresentou maior valor tanto no início como no final do período de decomposição (12,8 e 20,6, respectivamente). *Mimosa caesalpinifolia*, em consórcio com *Brachiaria decumbens* apresenta potencial de disponibilização de N para o solo, garantindo maior quantidade de N disponível ao sistema em menor tempo, para a manutenção da produtividade das pastagens.

Palavras-chaves: Liberação de nitrogênio, C:N, Lignina:Nitrogênio.

DECOMPOSITION AND NITROGEN RELEASE FROM SIGNAL GRASS AND “SABIÁ” LITTER

Abstract

Nitrogen deficiency is a major factor limiting the productivity of pastures. This study aimed to evaluate the decomposition of biomass (*Brachiaria decumbens*) and thrush (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), separately and in combination with different proportions, the availability of N to the soil. For this, an experiment was conducted using litter bag technique in randomized blocks with six treatments (100% unfertilized signal grass, 100% N fertilized signal grass, 75:25, 50:50, 25:75 signal grass:sabiá ratios, and 100% sabiá) and nine incubation times (0, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 and 256 days). The MO and N decreased over the period of decomposition. The decomposition of OM occurred faster in treatments braquiária 100% and 100% brachiaria fertilized with similar decay rates (0.00574 and $0.00573 \text{ g.g}^{-1}.\text{day}^{-1}$, respectively). The combination of biomass thrush braquiária favored the release of N, being more intense in the treatment braquiária 75% + 25% robin with release rate of $0.0064 \text{ g.g}^{-1}.\text{day}^{-1}$. The lignin content increased over the period of decomposition in all treatments. The C: N ratio of the treatments reduced during the decomposition, the treatments braquiária 100% and 100% fertilized braquiária exhibited the greatest reduction. The ratio L: N increased, being 100% fertilized *Brachiaria* the highest values at the beginning and at the end of the decomposition (12.8 and 20.6, respectively). Sabiá intercropped with *Brachiaria decumbens* has potential for providing N to ground, ensuring greater amount of N available to the system in less time, for maintaining the productivity of pastures.

Keywords: remaining nitrogen, carbon:nitrogen ratio; lignina:nitrogen ratio

Introdução

As pastagens constituem um dos principais sistemas produtivos do mundo, ocupado cerca de 70% das áreas agricultáveis (Dubeux Jr et al., 2011), e têm considerável importância em muitas regiões de clima temperado

e tropical (Braga, 2010). No Brasil, aproximadamente 200 milhões de hectares de áreas, sob diferentes situações de clima e solo, são cobertos por pastagens (Costa et al., 2010), o que tem contribuído para o país ser destaque no cenário internacional com o maior rebanho comercial do mundo, com cerca de 212,8 milhões de cabeças (IBGE, 2011). No entanto, a produção animal em regime de pastagens no Brasil é caracterizada pelo extrativismo, podendo ser facilmente percebidos a perda da capacidade produtiva das pastagens e seus impactos sobre o ambiente e o comprometimento da sustentabilidade da atividade (Barcellos et al., 2008), problemas estes conhecidos como degradação das pastagens (Costa et al., 2010).

Estimativas relatam que 30% da área total das pastagens no Brasil estejam degradadas (Oliveira et al., 2005) ou em algum processo de degradação. A redução da fertilidade do solo tem sido apontada como um dos principais fatores de degradação das pastagens (Bonfim-Silva et al., 2007), em razão da perda de nutrientes (Peron & Evangelista, 2004), principalmente de N (Dupas et al., 2010).

Deste modo, a reconstituição da fertilidade do solo, esgotada pelos anos sucessivos de exploração extrativista (Costa et al., 2010), é uma alternativa para recuperar pastagens degradadas. Alguns trabalhos têm avaliando o efeito de fertilizantes químicos para recuperação das pastagens degradadas apresentando bons resultados (Cabral et al., 2012; Ileri et al., 2010; Pellegrini et al., 2010; Townsend et al., 2010). Porém, os custos dos fertilizantes químicos, especialmente dos nitrogenados, em relação aos preços dos produtos pecuários causa preocupações (Carvalho & Pires, 2008). Desta forma, é necessário o uso de práticas que possibilitem a entrada de nutrientes no sistema de maneira mais econômica e sustentável.

Em pastagens, a disponibilidade de nutrientes depende basicamente do processo de decomposição da biomassa vegetal depositada sobre o solo, conhecida como serrapilheira (Machado et al., 2012). A taxa de decomposição desse material, logo da disponibilização de nutrientes, varia em função da qualidade do material vegetal. A qualidade do material está relacionada às características químicas do material como o teor de carbono, nitrogênio, lignina (L) e pelas relações C:N e L:N (Alves et al., 2011). Essas características são variáveis entre espécies e dentro da mesma espécie podendo apresentar taxa de decomposição diferente para a disponibilização dos nutrientes no solo.

Materiais com alta relação C:N e alto teor de lignina apresentam uma decomposição mais lenta, o que reduz a disponibilização do N para o solo, afetando assim o processo de decomposição (Aita & Giacomine, 2003). Geralmente, as gramíneas do gênero *Brachiaria* apresentam alta relação C:N (Calvo et al., 2010), o que possivelmente contribui para menor disponibilidade de nutriente no solo das pastagens.

O uso de leguminosas forrageiras arbóreas em consórcio com gramíneas pode ser uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade de N no solo, pela leguminosa apresentar maior teor de N e baixa relação C:N (Aita & Giacomini, 2003), mediante a capacidade de incorporar o N atmosférico, por meio de simbiose com bactérias nodulantes fixadoras de N₂ (Dias et al., 2007). Alguns trabalhos indicam que as leguminosas forrageiras apresentam rápida decomposição do seu material e, conseqüentemente, maior quantidade de N liberado em menor tempo (Silva et al., 2010; Silva et al., 2012). A disponibilização do N fixado biologicamente pela decomposição pode contribuir para a recuperação da fertilidade do solo e para manutenção da produtividade da pastagem e o aumento do período de pastejo com menor custo econômico e de forma sustentável. Dentre as leguminosas arbóreas, o sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) é uma espécie nativa do Nordeste brasileiro, com grande potencial de uso devido seu rápido crescimento, alto teor protéico e grande produção de biomassa (Eiras & Coelho, 2011) o que pode favorecer a disponibilização de nutrientes no solo. Além disso, o sabiá pode gerar mais uma fonte de renda aos pecuaristas a partir da extração e comercialização de sua madeira.

Assim o presente trabalho teve como objetivo avaliar a decomposição de biomassa de *Brachiaria decumbens* e *Mimosa caesalpinifolia* Benth., separadamente e em combinação com diferentes proporções, na disponibilização de N ao solo.

Material e Métodos

A decomposição da biomassa de braquiária com sabiá foi avaliada em experimento realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (DZ-UFRPE), em Recife, localizado a 8°01'05" S e 34°56'48" W, no período de 23 de fevereiro a 06 de novembro de 2011, com

precipitação mensal apresentada na figura 1 (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura, 2013).

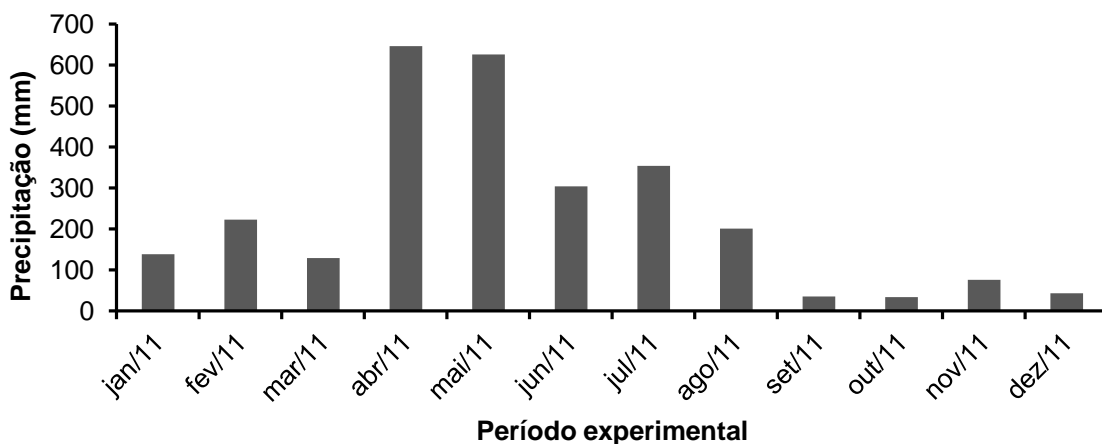


Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal em Recife-PE no ano de 2011 (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura, 2013).

A serrapilheira foi proveniente de um experimento de pastagens de braquiária consorciadas com leguminosas arbustivas e arbóreas, na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em Itambé-PE, Zona da Mata Seca do Estado, localizada na coordenada geográfica 07°25' S e 35°06' W, a 190 m de altitude, com índice pluviométrico médio de 1.200 mm/ano, temperatura anual de 24 °C e umidade relativa do ar de 80% (CPRH, 2003). O solo predominante na Estação experimental é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico úmbrico, textura média/argilosa, A proeminente, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado, segundo Jacomine et al., (1973) atualizado de acordo com Embrapa (2006).

O experimento de pastagens consorciadas, na estação experimental do IPA, teve início em julho de 2008, onde foram plantadas as mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) em consórcio com a *B. decumbens*. As plantas foram obtidas por meio de preparação de mudas e inoculadas com as estirpes SEMIA 6382 (BR3405) e SEMIA 6410 (BR3451) de *Burkholderia* sp. recomendadas nacionalmente para produção de inoculante à época (SDA-MAPA, 2006) e fornecidas pela Embrapa Agrobiologia. O transplante foi realizado quando as mudas apresentavam altura média de 12-15 cm, em

fileiras duplas com espaçamento de 10 m x 1,0 m x 0,5 m. Cada parcela correspondia a uma área de 660 m² (33 m x 20 m), com três filas duplas de leguminosa.

A coleta de folhas e pecíolos foi realizada de 24 a 26 de setembro de 2010. As folhas e pecíolos senescentes foram manualmente coletados de braquiária e sabiá, ainda presos à planta e sem contato com o solo. O material de braquiária foi coletado em parcelas sem uso de adubação e com adubação nitrogenada (60 kg. ha⁻¹. ano⁻¹ de N na forma de uréia, parcelada em duas aplicações de 30 kg. ha⁻¹ em março e maio de 2010). No caso de gliricídia, o material coletado se localizava no terço médio inferior das plantas. Após a coleta, o material foi seco em estufa de circulação forçada de ar, por 72 horas a 65°C.

O experimento de decomposição foi desenvolvido em blocos ao acaso, com seis tratamentos e nove tempos de incubação (período de decomposição), com três repetições e três replicas para cada repetição. O experimento de decomposição foi desenvolvido em blocos ao acaso, com seis tratamentos e nove tempos de incubação (período de decomposição), com três repetições e três replicas. Os tratamentos avaliados foram: 100% braquiária (não adubada), 100% braquiária adubada, 75% de braquiária + 25% de sabiá, 50% de braquiária + 50% de sabiá, 25% de braquiária + 75% de sabiá e 100% de sabiá. Os tempos de incubação foram: 0, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 e 256 dias.

Tabela 1. Características química da biomassa (folhas e pecíolos) de *Brachiaria decumbens* e *Mimosa caesalpinifolia* dos tratamentos avaliados.

Tratamentos	C	N	Lignina	MS [◇]	MO [□]	C:N*	L:N**
	----- dag.Kg ⁻¹ -----						
100% Braquiária	36,02	0,75	6,19	91,74	82,42	48,52	8,30
100% Braquiária Adubada	39,74	0,62	6,77	91,39	85,56	64,81	11,04
75% Braquiária + 25% Sabiá	39,32	2,02	9,69	89,81	64,43	16,19	5,34
50% Braquiária + 50% Sabiá	36,33	2,48	16,88	89,99	74,71	14,73	6,80
25% Braquiária + 75% Sabiá	40,03	2,12	22,66	92,02	82,97	18,97	10,77
100% Sabiá	27,79	2,45	24,77	92,35	63,00	12,65	11,15

◇ Matéria seca. □ Matéria orgânica * Relação Carbono: Nitrogênio. ** Relação Lignina: Nitrogênio.

A incubação dos tratamentos foi realizada utilizando a técnica de sacos de náilon. Os sacos de náilon utilizados possuíam poros de aproximadamente 75 µm, os quais foram confeccionados nas dimensões de 15 x 30 cm, levados a estufa a 65°C por 72 horas e pesados. Em seguida, os sacos foram preenchidos com 11,25 g de biomassa seca coletada para cada tratamento, mantendo, assim, uma proporção de 25 mg de biomassa seca por cm² do saco. O material incubado não foi moído para preservar a superfície original de exposição ao ataque dos microrganismos, sendo respeitadas as proporções folha:pecíolo de cada espécie estudada.

Os sacos foram colocados sob o solo e cobertos com uma fina camada de serrapilheira, coletada no mesmo local de incubação, para simular as condições do meio. Sacos vazios (brancos) também foram incubados nos diferentes tempos de incubação, para verificar a influência dos tempos de incubação no peso dos sacos, com isso, foi realizada uma correção nos sacos com os materiais incubados. Os sacos vazios foram colocados nos blocos e, em cada bloco, três sacos vazios por tempo de incubação. Após cada tempo de incubação, os sacos foram coletados, limpos com pincel para remoção de resíduos superficiais, colocados em estufa a 65 °C, por 72 horas e pesados. Em seguida, o material remanescente nos sacos foi triturado em moinho de facas e acondicionado em recipiente para análise.

Nas amostras foram realizadas análises para determinar o teor da matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO), segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2006); carbono orgânico total (C), pelo método descrito por Bezerra Neto & Barreto (2011); nitrogênio total (N-total), determinado após digestão com ácido sulfúrico (H₂SO₄) pelo método descrito por Thomas et al. (1967); lignina (Lig), determinada de acordo com o método descrito por Van Soest et al. (1991). De posse dos dados de C, N e lignina foram calculadas as relações C:N e Lig:N. Essas análises foram desenvolvidas no Laboratório de Química do Solo e Laboratório de Mineralogia do Solo do Departamento de Agronomia e no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, pertencentes à UFRPE. De posse dos dados de MS e N foi calculada a estimativa de desaparecimento da MO e de N pela seguinte fórmula:

$$\text{Remanescente} = \left(\frac{\text{Final}}{\text{Inicial}} \right) \times 100$$

As análises estatísticas foram realizadas em um arranjo fatorial entre composição e tempo, seguido por análise de regressão não linear, examinando os modelos apropriados para decomposição em função dos resultados da análise de variância, utilizando o procedimento NLIN do SAS (SAS Inst. Inc., 1999).

Resultados e Discussão

O modelo exponencial simples negativo foi apropriado para explicar a curva de desaparecimento da MO e N e as relações C:N e Lig:N, em todos tratamentos ($P < 0,0001$). Este modelo apresenta apenas uma só constante de decomposição para o parâmetro avaliado, indicando que a concentração é assintótica a um valor definido (Wieder & Lang, 1982). Alguns trabalhos têm utilizado esse modelo para descrever o desaparecimento de biomassa, N e a relação C:N, com bons resultados (Torres et al., 2008; Silva et al., 2010).

A decomposição da MO ocorreu mais rápido nos tratamentos 100% braquiária e 100% braquiária adubada, os quais apresentaram taxa de decomposição semelhantes ($0,00574$ e $0,00573 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, respectivamente) (Figura 2). O tratamento 100% sabiá apresentou a menor decomposição da MO, com taxa de decomposição de $0,00205 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Até os 64 dias de decomposição os tratamentos 75% braquiária + 25% sabiá e 50% braquiária + 50% sabiá apresentaram o maior desaparecimento da MO (52,9 e 46,5 %, respectivamente). Após 256 dias o tratamento 100% braquiária adubada apresentou o maior desaparecimento de MO (63,2%). O sabiá não favoreceu a decomposição da MO, podendo observar que com o aumento da proporção de biomassa de sabiá nos tratamentos a taxa de decomposição foi menor, isto pode estar relacionado ao seu alto teor de lignina (Tabela 1) que possivelmente dificultou a decomposição, como também descrito por Correia & Andrade (2008).

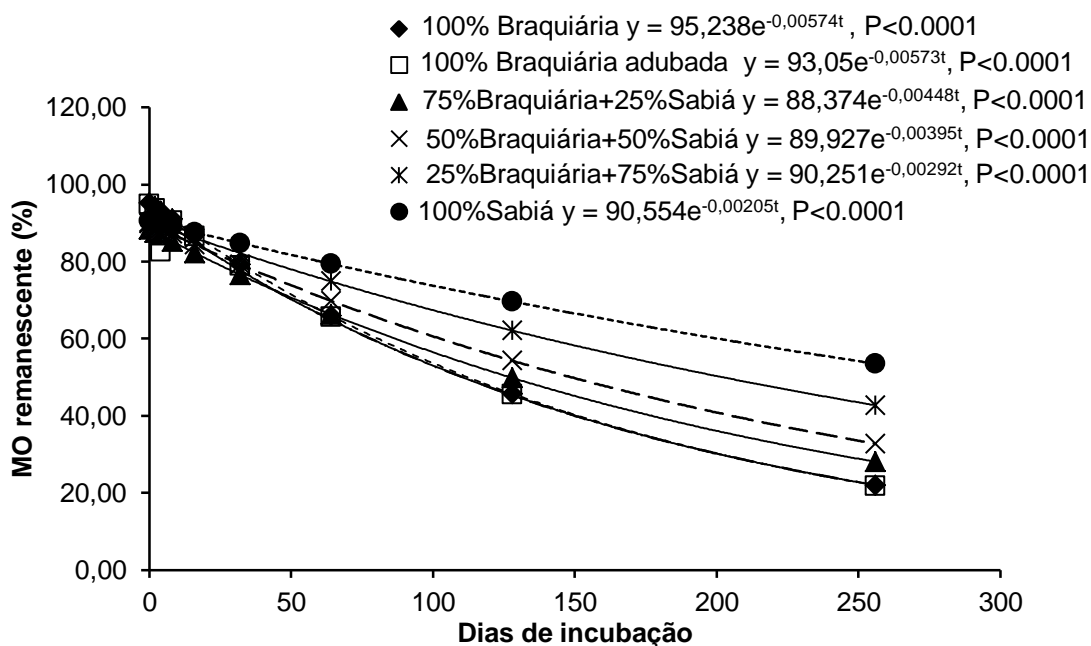


Figura 2. Porcentagem de matéria orgânica (MO) remanescente de braquiária, sabiá e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE.

O N remanescente também diminuiu ao longo do período de decomposição (Figura 3), como observado com a MO remanescente, exceto de 0 a 2 dias onde foi observada imobilização de N nos tratamentos 100% braquiária, 100% braquiária adubada, 25% braquiária + 75% sabiá e 100% sabiá o que elevou o valor do N remanescente acima de 100%. A serrapilheira mista de braquiária e sabiá favoreceu a liberação de N, sendo mais intensa no tratamento 75% braquiária + 25% sabiá, com taxa de liberação de $0,0064 \text{ g.g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$, em relação ao tratamento 100% braquiária, que apresentou menor liberação com taxa de $0,0046 \text{ g.g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$. O uso da adubação nitrogenada contribuiu para a liberação de N, constatado no tratamento 100% braquiária adubada, embora tenha alta relação C:N (Tabela 1), o qual apresentou uma taxa de liberação superior ao tratamento 100% braquiária, com valor de $0,006 \text{ g.g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$, corroborando com o resultado observado no desaparecimento da MO. No final dos 256 dias os tratamentos 75% Braquiária + 25% sabiá, 50% Braquiária + 50% sabiá, 25% Braquiária + 75% sabiá e 100% sabiá apresentaram liberação de N de 80, 77, 72 e 72%, respectivamente, superior ao tratamento 100% braquiária (69,5%), o que pode representar uma possível fonte deste nutriente de forma mais econômica e sustentável as pastagens. No entanto, quanto maior a proporção de sabiá, menor foi a liberação de N, talvez devido ao aumento no teor de lignina (tabela 1). A menor liberação de N da

braquiária provavelmente ocorreu devido a baixa concentração de N deste material ($0,75 \text{ dag kg}^{-1}$) e a alta relação C:N (48,5) verificada na caracterização do material (Tabela1), pois esses fatores constituem os principais controladores de decomposição de resíduos vegetais (Teklay et al., 2007; Zeng et al., 2010).

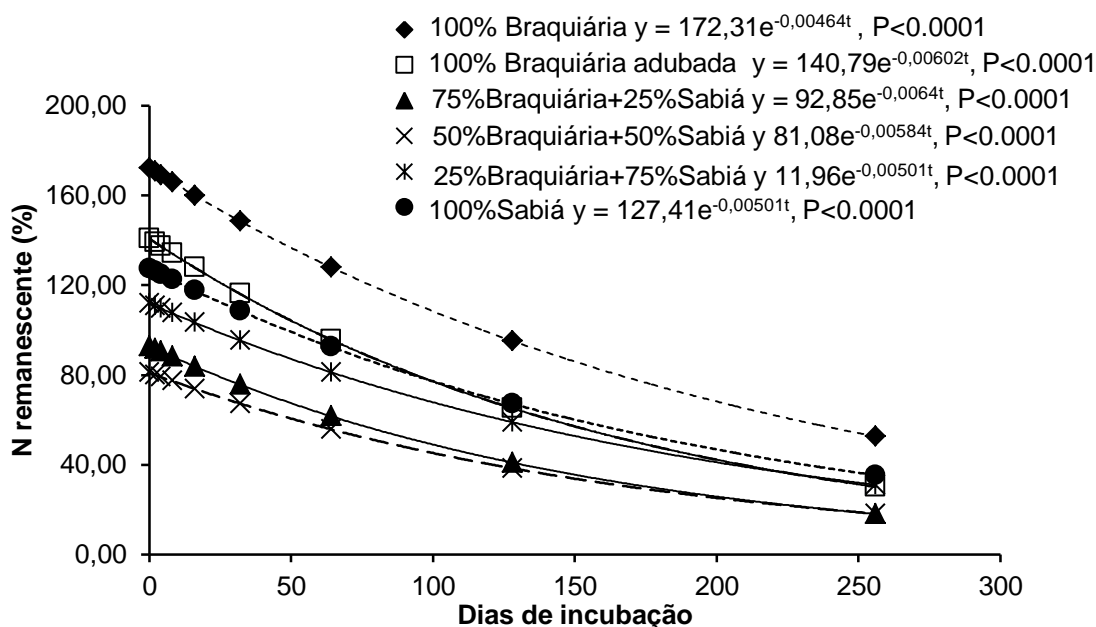


Figura 3. Porcentagem de nitrogênio remanescente de biomassa de braquiária, sabiá e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE.

O teor de lignina da biomassa de braquiária, sabiá e suas combinações, seguiu um modelo plateau linear (Figura 4), descrito por McCartor e Rouquette (1977), apresentando aumento significativo ($P < 0,0001$) ao longo do período de decomposição em todos os tratamentos. No início do período de decomposição (zero dia), o teor de lignina no tratamento 100% sabiá apresentou valor elevado ($>15\%$) e superior aos demais tratamentos, com 32,7%, em seguida o tratamento 25% braquiária + 75% sabiá, com valores de 28,5. Os menores teores de lignina foram apresentados pelos tratamentos 100% braquiária e 100% braquiária adubada, com teor de 8,6 e 8,1, respectivamente, os quais estabilizaram com teor próximo de 25%, sendo o tempo de estabilização do teor de lignina do tratamento 100% braquiária aos 62 dias de incubação e o tratamento 100% braquiária adubada aos 68 dias (Figura 4). Os demais tratamentos apresentaram estabilização com teor de lignina acima de 34%, sendo o tratamento 100% sabiá o que apresentou o menor tempo de

estabilização (aos 32 dias de incubação). Nos tratamentos com combinação braquiária e sabiá, o tempo de estabilização do teor de lignina diminuiu com o aumento da proporção de sabiá, sendo o tratamento 25% braquiária + 75% de sabiá o que teve a estabilização mais rápida, apresentando o menor tempo (aos 43 dias de incubação). Esse resultado ocorreu possivelmente devido ao menor teor de lignina da braquiária em relação ao sabiá (Tabela 1).

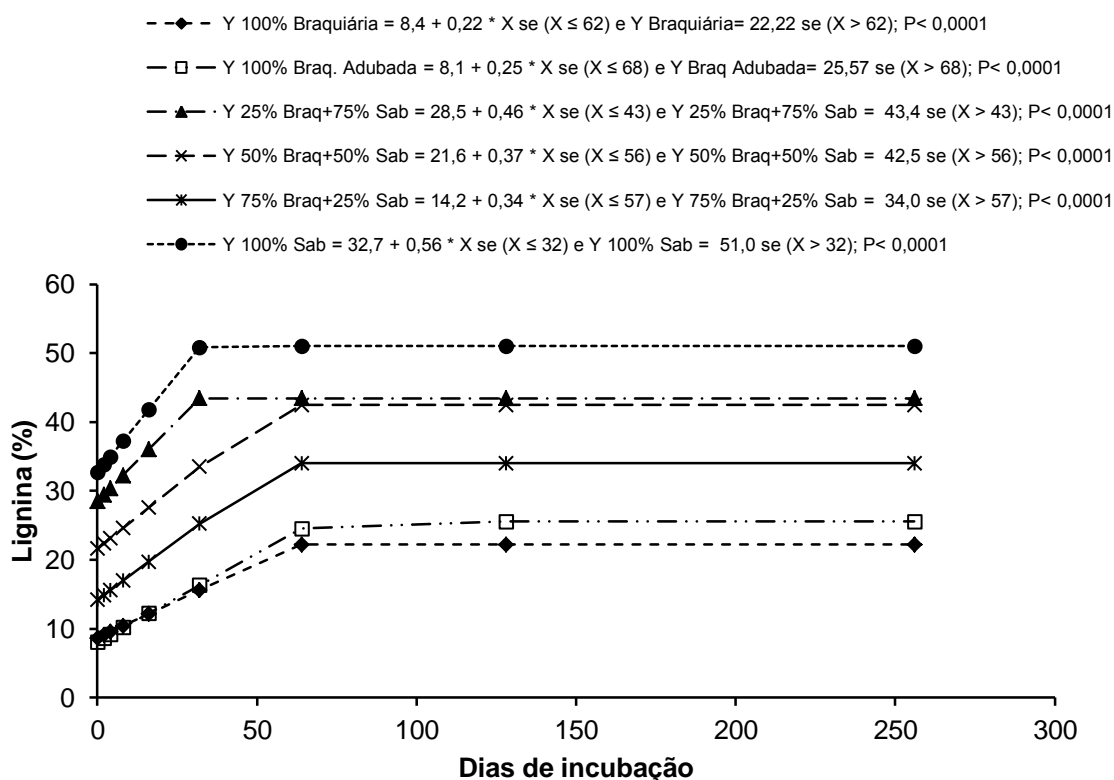


Figura 4. Teor de lignina de biomassa de braquiária, sabiá e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE.

Baixo teor de lignina em material vegetal de braquiária (*B. ruziziensis*) também foi constatado por Carvalho et al. (2010). As gramíneas forrageiras geralmente apresentam menores concentrações de lignina que as leguminosas (Fukushima e Savioli, 2001), como também constatado neste trabalho. Segundo Freire et al. (2010), altos teores de lignina conferem ao material difícil decomposição. Diante disto espera-se que os tratamentos com altos teores de lignina, apresentem menores taxa de decomposição de MO e baixa liberação de N, devido a alta recalcitrância da lignina. Apesar das leguminosas apresentarem alto teor de lignina, como constatado neste trabalho, esse

composto concentra-se, principalmente, no tecido do xilema, enquanto que nas gramíneas ocorre em vários tecidos como bainha vascular, esclerênquima e parênquima (Silva, 2009), o que possivelmente aumenta à resistência da lignina a decomposição e sua persistência nos tratamentos com maior proporção de material de braquiária. Embora isto seja pouco atraente do ponto de vista de ciclagem de N é muito bom do ponto de vista de estoque de C no solo, e pode ser algo favorável para a pastagem no longo prazo.

A relação C:N dos tratamentos reduziu significativamente ao longo do período de decomposição (Figura 5). Os tratamentos que apresentaram maior redução da relação C:N ao longo do período de decomposição foram 100% braquiária e 100% braquiária adubada, com valores de k de 0,00221 e 0,00208, respectivamente). No início da decomposição esses tratamentos apresentaram relação C:N alta (C:N > 30), com valores de 37 e 50, respectivamente, isso devido ao baixo teor de N desses materiais (Tabela 1). A relação C:N do tratamento 100% braquiária aos 256 dias foi 20, enquanto o tratamento 100% braquiária adubada manteve-se com valor alto (29,8). O tratamento 100% sabiá apresentou a menor relação C:N ao longo do período de decomposição com menor queda de decomposição ($k=0,00117$). Os tratamentos com combinações de biomassa de braquiária com sabiá, também apresentaram baixa relação C:N (C:N < 20) em todo o período de decomposição com queda baixa. Os menores valores da C:N aos 256 dias do período de decomposição foram apresentados pelos tratamento 75% Braquiária+25%Sabiá, 50% Braquiária + 50% Sabiá, 25% Braquiária + 75% Sabiá, com valores de 10,3, 11,0 e 9,8, respectivamente.

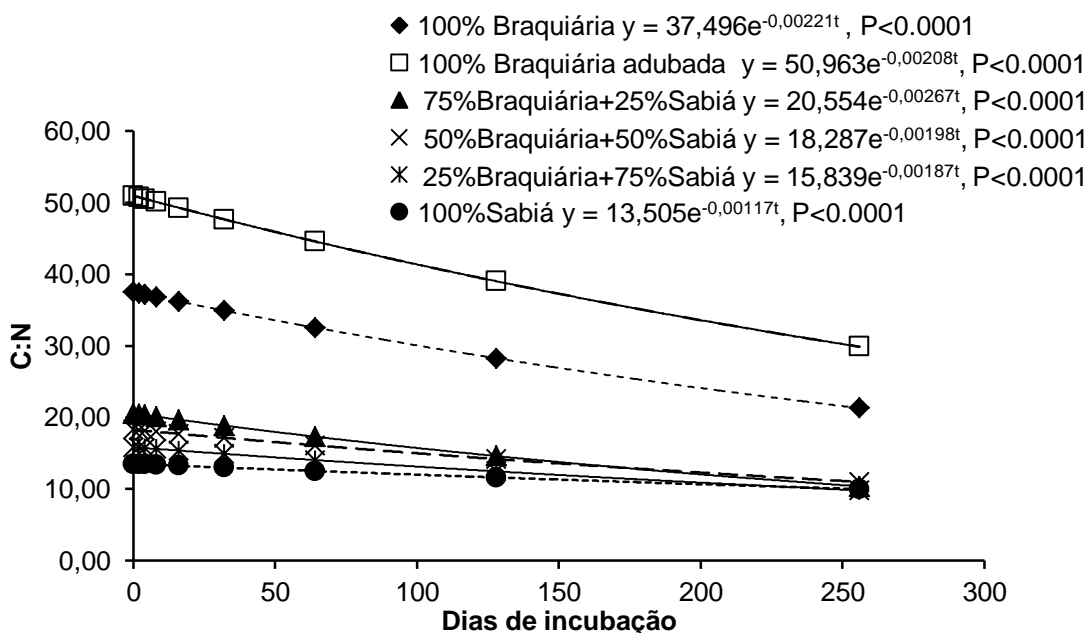


Figura 5. Relação Carbono:Nitrogênio (C:N) de biomassa de braquiária, sabiá e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE.

A relação C:N tem sido indicada como importante parâmetro para mineralização de N por Oliveira et al. (2012), que recomendam essa relação como um importante indicador do potencial de disponibilização de N, em curto tempo. Freire et al. (2010) avaliando a decomposição de diferentes frações de serrapilheira de sabiá nas condições da Zona da Mata de Pernambuco, também obtiveram redução da relação C:N a medida que aumentou o tempo de incubação. A redução da relação C:N ao longo do tempo ocorre em função dos compostos de carbono mais solúveis se decomporem mais rápido e o N imobilizado pela baixa qualidade do material, associado ao N ligado a fibras, reduz a sua perda (Dubeux Jr. et al., 2006). Neste trabalho a incorporação de leguminosa à gramínea resultou em relação C:N intermediária, acelerando a decomposição da serapilheira e consequente liberação do N, como também indicado por Giacomini et al (2003).

A relação L:N aumentou significativamente ($P < 0,0001$) ao longo do período de decomposição (Figura 6). O tratamento que apresentou maior valor tanto no início como no final do período de decomposição foi 100% braquiária adubada, com valor de 12,8 e 20,6, respectivamente, mantendo a relação maior que 15 ($L:N > 15$) em grande parte do período de decomposição. O tratamento 75% braquiária + 25% sabiá apresentou o menor valor no início do período de decomposição, com 8,6, e no final com valor de 9,2. Aumento da

relação L:N por até 128 dias de decomposição também foi observado por Dubeux Jr. et al. (2006). Esse resultado é possivelmente atribuído, principalmente, a liberação do N ao longo do período de decomposição, como observado neste trabalho, e a recalcitrância da lignina que influencia a ação dos microrganismos decompositores, agindo quimicamente como bloqueio enzimático e fisicamente, proporcionando rigidez a parede celular do material vegetal.

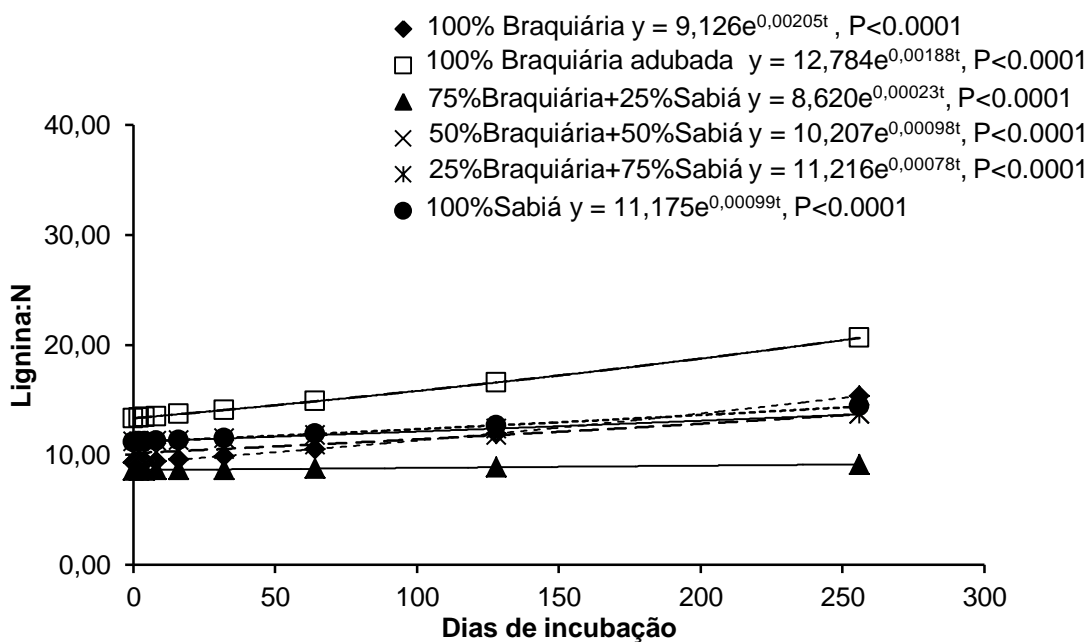


Figura 6. Relação Lignina:Nitrogênio (L:N) de biomassa de braquiária, sabiá e suas combinações, em diferentes proporções, Recife-PE.

Os resultados apresentados confirmam que o uso de sabiá em pastagem consorciada com braquiária favorece a liberação de N ao sistema sem utilização de adubo nitrogenado.

Conclusão

A leguminosa arbórea, *Mimosa caesalpinifolia*, em consórcio com *Brachiaria decumbens* apresenta potencial de disponibilização de N para o solo, garantindo maior quantidade de N disponível ao sistema em menor tempo, para a manutenção da produtividade das pastagens.

Agradecimentos

Ao Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

Referências

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos de planta de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 601-612, 2003.

ALVES, R. N.; MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H.; PEREIRA, W. E. Relação entre qualidade e liberação de N por plantas do semiárido usadas como adubo verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, p. 1107-1114, 2011.

BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, suplemento especial, p. 51-67, 2008.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. **Métodos de Análises Químicas em Plantas**. Editora Universitária da UFRPE. p, 165-168, 2011.

BOMFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A.; SILVA, T. J. A. Nitrogênio e enxofre na produção e no uso de água pelo capim-braquiária em degradação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 309-317, 2007.

BRAGA, G. J. Sequestro de carbono em pastagens cultivadas. **Pesquisa e tecnologia**, v. 7, p. 1-6, 2010.

CABRAL, W. B.; SOUZA, A. L.; ALEXANDRINO, E.; TORAL, F. L. B.; SANTOS, J. N.; CARVALHO, M. V. P. Características estruturais e agronômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 846-855, 2012.

CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, v.69, p. 77-86, 2010.

CARVALHO, A. M.; DANTAS, R. A.; COELHO, M. C.; LIMA, W. M.; SOUZA, J. P. S. P.; FONSECA, O. P.; GUIMARÃES JR., R. **Teores de hemicelulose, celulose e lignina em plantas de cobertura com potencial para sistema plantio direto no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrado, 2010, 15p.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com pastagens. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, p. 103-113, 2008.

CENTRO DE PESQUISA METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA. Disponível em: www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario
Acesso em: 05.jan.2013.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G.; Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ed. Porto Alegre: Metropole, p. 561-569, 2008.

COSTA, K. A. T.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, p. 192-199, 2010.

CPRH, Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. **Diagnóstico sócio ambiental do litoral norte de Pernambuco**. Recife, 2003. 214p.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; FRANCO, A. A. Leguminosas arbóreas introduzidas em pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.119-126, 2007.

DUBEUX Jr., J. C. B.; MUIR, J. P.; SANTOS, M. V. F.; VENDRAMINI, J. M. B.; MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A. Improving grassland productivity in the face of economic, social, and environmental challenges. **Revista de Zootecnia**, v. 40, p. 280-290, 2011.

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

DUPAS, E.; BUZETTI, S.; SARTO, A. L.; HERNANDEZ, F. B. T.; BERGAMASCHINI, A. F. Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2598-2603, 2010.

EIRAS, P. P.; COELHO, F. C. Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura de milho. **Inter Science place**, v. 4, p. 96-124, 2011.

EMBRAPA - CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

FREIRE, J. L. F.; DUBEUX Jr., J. 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1658-1658, 2010.

FUKUSHIMA, R. S.; SAVIOLI, N. M. F. Correlação entre digestibilidade In vitro da parede celular em três métodos analíticos para a avaliação quantitativa da lignina. **Revista de Zootecnia**, v. 30, p. 302-309, 2001.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em mistura de plantas de cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 325-334, 2003.

IEIRI, A. Y.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S. Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com *Brachiaria*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 1154-1160, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA - IBGE, 2011. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2241&id_pagina=1 . Acesso em: 11 dez. 2012.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N.; PESSOA, S. C. P.; SILVEIRA, C. O. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Boletim Técnico 26 Série Pedologia, 14: Recife, SUDENE, 1973, 359p.

MACHADO, F. A.; BEZERRA NETO, E.; NASCIMENTO, M. P. S. C. B.; SILVA, L. M.; BARRETO, L. P.; NASCIMENTO, H. T. S.; LEAL, J. A. Produção e qualidade da serrapilheira de três leguminosas arbóreas nativas do Nordeste do Brasil. **Archivo de Zootecnia**, v.61, p.323-334, 2012.

MCCARTOR, M. M.; ROUQUETTE, F. M. J. Grazing pressure and animal performance from pearl millet. **Agronomy Journal**, v. 69, p. 983-987, 1977.

OLIVEIRA, L. B.; ACCIOLY, A. M. A.; MENEZES, R. S. C.; ALVES, R. N.; BARBOSA, F. S.; SANTOS, C. L. R. Parâmetros indicadores do potencial de mineralização do nitrogênio de compostos orgânicos. **IDESIA** (Chile), v. 30, p. 65-73, 2012.

OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, W. S.; CORSI, M. Fertilização com N e S na Recuperação de Pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1121-1129, 2005.

PELLEGRINI, L. G.; MONTEIRO, A. L. G.; NEUMANN, M.; MORAES, A.; PELLEGRINI, A. C. R. S.; LUSTOSA, S. B. C. Produção e qualidade de azevém-anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1894-1904, 2010.

PERON, A.J.; EVANGELISTA, A.R. Degradação de pastagem em regiões de Cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 655-661, 2004.

SAS, Institute inc, SAS procedures guide, Version 8 (TSMO), Cary: SAS institute Inc, 1999,454p.

SDA-MAPA, S. D. D. A.-M. D. A. P. E. A. Instrução Normativa N°10, de 21 de março de 2006. Diário Oficial da União - Seção 1, 2006.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. Viçosa-MG: UFV, 2006. 235 p.

SILVA, H. M. S.; DUBEUX Jr, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; MELLO, A. C. L.; LIRA Jr., M. A.; FERRAZ, L. V. 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, H. M. S.; DUBEUX Jr., J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA Jr., M. A.; MUIR, J. P. Signal grass litter decomposition rate increases with inclusion of Calopo. **Crop Science**, v. 52, p. 1-8, 2012.

TEKLAY, T.; NORDGREN, A.; NYBERG, G.; MALMER, A. Carbon mineralization of leaves from four Ethiopian agroforestry species under laboratory and field conditions. **Applied Soil Ecology**, v. 35, p. 193–202, 2007.
THOMAS, R. L.; SHEARRD, R. W.; MOYER, J. R. Comparison of conventional and automated procedures for N, P and K analysis of plant material using a single digestion. **Agronomy Journal**, v. 59, p. 240-243, 1967.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 421-428, 2008.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A. Aspectos econômicos da recuperação de pastagens na Amazônia brasileira. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v.5, p. 27-49, 2010.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarchpolysacarides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p.3583-3597, 1991.

WIEDER, R. K.; 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.

ZENG, D.; MAO, R.; CHANG, S. X.; LI, L.; YANG, D. Carbon mine ralization of tree leaf litter and crop residue s from poplar-ba sed agrofore stry systems in Northeast China: A laboratory study. **Applied Soil Ecology**, v. 44, p. 133–137, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As implantações de leguminosas herbáceas (amendoim forrageiro, cunhã, calopogônio e estilosantes Campo Grande) consorciadas com braquiária em pastagem degradada através do revolvimento do solo altera a microbiologia do solo, com redução da biomassa e atividade microbiana nas faixas de leguminosas, perceptível mesmo após dois anos da implantação, o que indicam a necessidade de pesquisa que avalie seus efeitos sob outros métodos de implantação.

A implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas (gliricídia, sabiá, leucena e mororó) consorciadas com braquiária em pastagem degradada reduz a atividade microbiana do solo nas faixas de leguminosa e na distância 2,5 m da faixa de leguminosa, perceptível mesmo após três anos da implantação.

Os resultados obtidos reforçam que importância da avaliação da biomassa microbiana e sua atividade em áreas de pastagens degradadas, podendo atuar como bioindicador em sistema de pastagem consorciada.

O uso de gliricídia e sabiá em consórcio com *Brachiaria decumbens* em sistema de pastagem influencia positivamente a decomposição da biomassa vegetal e a ciclagem de nitrogênio, disponibilizando maior quantidade de N ao sistema, em menor tempo, fato considerado de grande importância para a manutenção da produtividade das pastagens.

Os estudos de pastagens consorciadas com leguminosas arbóreas não deve se manter somente na disponibilização de N para recuperação da fertilidade do solo. Futuros trabalhos devem explorar os benefícios desse consórcio nas propriedades químicas e físicas do solo, em longo prazo, para melhor compreensão desse consórcio na recuperação de pastagens degradadas.