

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO SOLO

**ESTOQUE DE CARBONO E ATIVIDADE MICROBIANA EM SISTEMAS
SILVIPASTORIS NA ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO**

JUSCÉLIA DA SILVA FERREIRA

RECIFE-PE
MARÇO DE 2015

JUSCÉLIA DA SILVA FERREIRA

**ESTOQUE DE CARBONO E ATIVIDADE MICROBIANA EM SISTEMAS
SILVIPASTORIS NA ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia-Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Mario de Andrade Lira Junior

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

**RECIFE-PE
MARÇO DE 2015**

Ficha Catalográfica

F383e Ferreira, Juscélia da Silva
Estoque de carbono e atividade microbiana em sistemas silvipastoris na zona da mata de Pernambuco / Juscélia da Silva Ferreira. – Recife, 2015.
48 f.: il.

Orientador(a): Mario de Andrade Lira Junior.
Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2015.
Referências.

1. Biomassa microbiana 2. Leguminosas 3. Matéria orgânica do solo 4. Nitrogênio 5. Pastagem
I. Lira Junior, Mario de Andrade, orientador II. Título

CDD 631.4

JUSCÉLIA DA SILVA FERREIRA

**ESTOQUE DE CARBONO E ATIVIDADE MICROBIANA EM SISTEMAS
SILVIPASTORIS NA ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO**

Dissertação defendida e aprovada em 06 de Março de 2015

Orientador:

Prof. Dr. Mario de Andrade Lira Junior

Examinadores:

Dra. Valéria Xavier de Oliveira Apolinário – Bolsista PNPd (Titular)

Profa. Dra. Érika Socorro Alves Graciano – DEPA (Titular)

Dedico

A meus pais, João e Rita, por todo amor e confiança, meu alicerce. Amo vocês.

Agradecimentos

A Deus, por tudo!

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, pela oportunidade grandiosa de realizar este curso.

Ao meu orientador, Dr. Mario de Andrade Lira Junior, pela paciência e apoio durante esses dois anos na orientação.

Ao meu co-orientador, Dr. José Carlos Batista Dubeux Júnior, pelo apoio às pesquisas mesmo distante.

Aos Professores, Carolina Etienne, Ana Dolores, Newton Stamford, por disponibilizarem o laboratório de Microbiologia do solo para a realização de parte das análises.

A CAPES, CNPq e FACEPE pelo apoio financeiro.

A todos os funcionários do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em especial Erinaldo, pela disponibilização da área para pesquisa e pelo apoio com alojamento, mão-de-obra, transporte dentro e fora da Estação Experimental de Itambé-PE, a Silvio, Edvaldo, Marilene, Fátima, Aluízio, Maria, Erick, que se dispuseram me ajudar na realização deste trabalho e não mediram esforços para isso.

A todos os docentes que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

À minha amada irmã Juscielma que tanto me incentiva.

Aos que deram comigo os “primeiros passos” no programa, Aleksandro e Mayame.

Aos colegas que fiz no programa: Vinicius Gomes, Carlos Vitor, Adelazil, Emmanuella, Wagner, Schossler, Hernan, Juliet, Willian, Heitor, Nielson, Renisson.

Aos colegas de laboratório, Luciana, Adeneide, João, e Ítalo (meu braço direito nos trabalhos pesados).

A Socorro, Josué e Zeca pelo apoio.

Aos parceiros de outros programas que me ajudaram muito na realização deste trabalho, Sirando Seido e Toni Carvalho, muito obrigada!

A minha família recifense: dona Fátima, Elaine, Vinícius, Henrique, Tainar, Antônio, Eliane, Douglas, Aline, Adriana, Vitória, Erivaldo, Josilda, Tobias, pela participação e torcida nesses dois anos de convivência.

E aos amigos de longa data que torcem muito pelo meu sucesso: Luiz Fernando, Marcos Emanuel, Marco Rosas, Thiago Luiz, Jacques Madean, Humberto Guedes, Wanda Daiane, Tâmara, Soraya, Lusiene, Richard Damasceno, Karla Rejana, Karol Cardoso, Mírya Grazielle, Alcione, Afonso, Moreira, Rosianne, Iolanda, Maria do Walmir, Franciane, Jamisson, Lázaro Tobias.

Aos que esqueci, peço desculpas, mas pode ter certeza que agradeço imensamente e reconheço como foi importante o papel de cada um para que esse trabalho fosse possível, muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
INTRODUÇÃO	15
REVISÃO DE LITERATURA	17
Atividade microbiana em pastagens	17
Efeito estufa e sequestro de carbono no solo	18
Manejo do solo nos estoques de carbono.....	19
Sistemas de pastagens com leguminosas	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
MATERIAL E MÉTODOS	26
Descrição da área	26
Amostragem.....	28
Análises	29
Análise estatística	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
Carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo e quociente metabólico.....	30
Teor e estoque de carbono	33
Nitrogênio total.....	37
Fracionamento químico da matéria orgânica do solo.....	38
CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Carbono da biomassa microbiana (C_{mic}) e Respiração basal do solo (RBS) durante período chuvoso em diferentes distâncias da faixa das leguminosas em dois sistemas consorciados

Tabela 2. Respiração basal do solo (RBS) durante período chuvoso em diferentes distâncias das faixas de leguminosas, em duas camadas de amostragem em sistemas consorciados

Tabela 3. Quociente metabólico (qCO_2) no período seco em diferentes distância das faixas de leguminosas, em duas camadas de amostragem em dois sistemas consorciados

Tabela 4. Carbono total (COT) e estoque de carbono (EC) no período seco em diferentes distâncias das faixas de leguminosas em dois sistemas consorciados

Tabela 5. Carbono total (COT) e estoque de carbono (EC) no período seco em seis camadas de amostragem em sistemas consorciados

Tabela 6. Teor (COT) e estoque de carbono (EC) no período chuvoso em diferentes distâncias das faixas de leguminosas, em seis camadas de amostragem em dois sistemas consorciados

Tabela 7. Nitrogênio total (N) no período seco e chuvoso em seis camadas de amostragem em sistemas consorciados

Tabela 8. Ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina (HUM) no período seco em diferentes distâncias das faixas de leguminosas, em seis camadas de amostragem em dois sistemas consorciados

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação mensal na estação experimental do IPA, no município de Itambé-PE, no período de outubro de 2013 à junho de 2014. Fonte: ITEP, 2015.

Figura 2. Representação da parcela experimental e distribuição dos transectos para coleta de solo na avaliação do estoque de carbono e atividade microbiana em sistemas silvipastoris na Zona da Mata de Pernambuco.

Estoque de carbono e atividade microbiana em sistemas silvipastoris na Zona da Mata de Pernambuco

Resumo: A conversão de áreas de vegetação nativa em pastagem pode contribuir para a emissão de gases de efeito estufa, ocasionada pela mudança no uso do solo. O uso de sistemas silvipastoris, que integram espécies arbóreas leguminosas e gramíneas, pode ser uma opção viável para mitigar essas emissões com aumento do estoque de carbono e nitrogênio no solo. O objetivo do trabalho foi avaliar o estoque de carbono (EC) e atividade microbiana em sistemas silvipastoris na Zona da Mata de Pernambuco. Para isso foi realizada coleta de solo nos períodos seco e chuvoso em experimento avaliando consórcios de braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) com sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) ou com gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.). Foram retiradas amostras de solo até 100 cm de profundidade aos 0,4, e 8 m de distância da faixa da leguminosa, e até os 20 cm em pontos com 0,2,4,6 e 8 m de distância da faixa da leguminosa para análises biológicas. Foram determinados carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT), fracionamento químico da matéria orgânica do solo (fração ácido fúlvico-AF; ácido húmico-AH e humina-HUM), densidade do solo, carbono da biomassa microbiana (Cmic), respiração basal do solo (RBS) e calculado o quociente metabólico (qCO_2) e estoque de carbono (EC). Não houve diferença significativa ($p>0,10$) para Cmic entre distâncias da faixa da leguminosa no período chuvoso. A RBS apresentou diferença significativa ($p<0,10$) no período chuvoso entre distâncias da faixa da leguminosa e camadas. No período seco, o maior valor de quociente metabólico (qCO_2) ocorreu na camada de 0-10 cm, na distância 2. Houve diferença significativa entre sistemas e distâncias da faixa da leguminosa para COT no período seco, com os maiores teores nas distâncias 8 e 4, para gliricídia e sabiá, respectivamente. Houve diferença significativa ($p<0,10$) entre camadas no EC no período seco, com maior estoque nas camadas de 20-60 cm. No período chuvoso observou-se maior uniformidade do EC, com diferença significativa apenas na camada de 0-10 cm na posição 8 com sabiá 33% superior. Para NT ocorreu diferença significativa ($p<0,10$) entre camadas com teores que variaram nos dois períodos avaliados,

com maior concentração nas camadas superficiais reduzindo em profundidade. Para o fracionamento químico, no geral, a fração AF apresentou os menores teores de C, com os maiores teores das três frações (AF, AH e HUM) no consórcio com sabiá. A atividade biológica refletida pelos valores de Cmic e RBS comprovou a capacidade dos sistemas silvipastoris em sustentar a microbiota do solo. Os maiores teores de C nas frações mais estáveis no consórcio com sabiá o destacou com maior eficiência de reter carbono. O sistema silvipastoril apresentou EC semelhante a outros sistemas de manejo, mas não se descarta possibilidade de maior retenção de C em uma avaliação do experimento a longo prazo.

Palavras chave: Biomassa microbiana; Leguminosas; Matéria orgânica do solo; Nitrogênio; Pastagem.

Carbon stock and microbial activity in silvopastoral systems in the Forest Zone of Pernambuco

Abstract: The conversion of native vegetation areas into pastures may contribute to the emission of greenhouse effect gases, due to the soil use change. The use of silvopastoral systems, which integrate legume tree species and grasses, may be a viable option to mitigate these emissions and increase soil carbon and nitrogen stocks. This work aimed to evaluate carbon stock (EC) and microbial activity in silvopastoral systems in the Forest Zone of Pernambuco. To this end, soil samplings were done at the dry and rainy seasons in an experiment evaluating signal grass (*Brachiaria decumbens* Stapf) with sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) or gliricidia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.). Soil samples were taken up to 100 cm depth at 0, 4 and 8 m from the legume strip, and up to 20 cm at 0, 2, 4, 6 e 8 m from the legume strip for biological analysis. Total organic carbon (COT), total nitrogen (NT), soil organic matter chemical fractioning (fractions fulvic acid – AF; humic acid – AH and humin –HUM), soil density, microbial biomass carbon (Cmic), soil basal respiration (RBS) were determined and metabolic quotient (qCO₂) and carbon stock (EC) were calculated. There was no significant difference ($p > 0.10$) for Cmic for the distances from the legume strip at the rainy season. Significant difference was found for RBS at the rainy season for legume strip distances and soil depth layers. There was no significant difference ($p > 0.10$) for Cmic between legume strips distances for the rainy season, while there was significant differences ($p < 0.10$) for RBS between legume strip distances and soil layers. At the dry season, the highest qCO₂ was at the 0-10 cm layer, 2 m away from the legum strip. There was significant difference between systems and legume strip distances for COT at the dry season, with the highest contents at 8 and 4 m for gliricidia and sabiá, respectively. EC had significant differences ($p < 0.10$) between soil layers at the dry season, with higher values at the 20-60 layers, while at the rainy season there was only a significant difference at the 0-10 layer at 8 m from the legume strips, when sabiá values were 33% higher than gliricidia ones. Significant difference ($p < 0.10$) was found for NT between layers on both seasons, with higher values going from the upper to the deeper layers. In general the AF fraction was the smallest, with higher values for all

three fractions (AF, AH and HUM) for sabiá. Biological activity, as represented by Cmic and RBS, confirmed the silvopastoral systems capability of maintaining soil microbiota. The the higher C content in more stable fractions in sabiá indicates it to be more efficient in carbon sequestration. The silvopastoral system had EC similar to other cropping systems, but it might increase in a longer term of evaluation.

Keywords: microbial biomass; legumes; soil organic matter; nitrogen; pasture

INTRODUÇÃO

No Brasil, a área total de pastagens nativas e cultivadas 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 derivados. Em função disto, a pecuária brasileira é fortemente competitiva devido ao baixo custo de produção, sendo um dos principais sistemas produtivos do país (Ministério da Agricultura, 2013). De modo geral, essas pastagens são dominadas por gramíneas forrageiras introduzidas da África dos gêneros *Brachiaria*, *Panicum* e *Andropogon* (Macedo e Zimmer, 2007).

No entanto, o manejo inadequado das pastagens tem provocado sérios problemas ambientais, evidenciados pela degradação das pastagens, que de acordo com Silva et al. (2007), tem como principais causas: o manejo inadequado das plantas forrageiras e o declínio da fertilidade do solo, com perda de nutrientes, principalmente o nitrogênio.

Além da perda de nutrientes, o manejo inadequado das pastagens é responsável pela liberação de quantidades expressivas de CO₂ (D'Andréa et al., 2004), com efeitos sobre as alterações climáticas em escala global, representando importante causa do aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEEs) (Siqueira Neto et al., 2011).

Na classificação mundial dos países emissores de gases de efeito estufa, o Brasil está em 5º lugar, com aproximadamente 75% do CO₂ emitido para a atmosfera derivados de práticas agrícolas inadequadas e do desmatamento (MCT, 2010). Segundo Foley et al., 2005, desde 1750, aproximadamente 35% das emissões antrópicas de CO₂ estão diretamente relacionadas às mudanças do uso da terra, sendo necessários a adoção de práticas de uso e manejo do solo que minimizem essas emissões.

Uma das alternativas para redução das emissões de GEEs é a utilização de espécies arbóreas associada à gramínea forrageira em um sistema com pastejo de animais, o sistema silvipastoril. Estudos que utilizaram espécies arbóreas associadas a pastagens puderam comprovar a capacidade destas espécies em promover o sequestro de carbono (Mc Adam et al., 2005; Macedo et al., 2008), além de melhorar a produção, a qualidade e persistência das pastagens (Xavier et al., 2003; Costa et al., 2005).

No sistema silvipastoril, diversas avaliações têm sido feitas com a introdução de leguminosas arbóreas (Carvalho e Xavier, 2000; Oliveira et al., 2000; Moreira et al., 2006; Silva et al., 2013; Graciano, 2013; Apolinário, 2014).

Algumas das espécies de leguminosas arbóreas que vêm sendo estudadas em consórcio com gramínea são: sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) e gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud). Esta primeira ocorre naturalmente no Nordeste brasileiro (Figuerôa et al., 2005), apresenta considerável rusticidade e crescimento rápido (Carvalho, 2007). Já a gliricídia, nativa do México e da América Central, apresenta crescimento rápido e excelente capacidade de rebrota (Elevitch e Francis, 2006; Pereira Júnior et al., 2008), e já foi avaliada em vários trabalhos realizados no Nordeste nas áreas de alimentação animal e adubação verde (Rangel, 2006; Rangel et al., 2008; Costa et al., 2009).

A introdução de leguminosas como espécies arbóreas em pastagens tem benefício ainda maior, visto que elas possuem capacidade de fixar nitrogênio a partir da simbiose com bactérias (Dias, 2005; Dias et al., 2007), e favorecer a translocação dos nutrientes das camadas mais profundas para a superfície do solo (Silva et al., 2013), além do enriquecimento da matéria orgânica do solo (MOS).

A MOS é heterogênea e, desta forma, responde de forma diferenciada ao manejo do solo e as mudanças no uso da terra, sendo dividida em fração recalcitrante e lábil (Kelleher et al., 2006).

A fração recalcitrante ou estável, representada pelas substâncias húmicas, é de elevada estabilidade (Passos et al., 2007) e apresenta envolvimento direto na maioria dos processos físicos, químicos e biológicos (Canellas et al., 2008), sendo considerada boa indicadora das mudanças causadas pelo manejo do solo. Por outro lado, a fração lábil, que tem como principal representante a biomassa microbiana, responde de maneira mais rápida às interferências antrópicas quando comparada aos atributos físicos e químicos, o que a torna excelente indicadora de qualidade do solo (Salvo et al., 2010). Estas frações somadas compõem o carbono orgânico total (COT).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o sequestro de carbono e a atividade microbiana em sistemas silvipastoris na Zona da Mata de Pernambuco.

REVISÃO DE LITERATURA

Atividade microbiana em pastagens

Considerada fração viva da matéria orgânica, a biomassa microbiana do solo (BMS) é responsável por processos bioquímicos e biológicos no solo e sensivelmente alterada pelas mudanças no uso do solo (Conceição et al., 2005; Mercante et al., 2008), por ser a principal responsável pela transformação da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, apresenta grande importância nos ciclos do nitrogênio (N), fósforo (P), enxofre (S) e, principalmente, do carbono (C), onde se destaca como o compartimento central do C no solo (Moraes et al., 2007).

Dos fatores que afetam a BMS, a quantidade e qualidade dos resíduos é um deles. Em áreas de pastagens, a maior presença de raízes fornecidas pelas gramíneas promove aumento na proporção de solo rizosférico e, quanto maior a presença de raízes, aliado à deposição de resíduos promovida pela parte aérea, mais alta a exsudação de compostos que serão utilizados pela BMS como fonte de C (Tisdall e Oades, 1982).

Cardoso et al. (2009) avaliando atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal, observaram uma redução nos teores de carbono da biomassa microbiana (Cmic) de 42% com substituição da floresta nativa por pastagem cultivada.

Contrariamente, avaliando atributos bioquímicos em dois solos do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo e uso, Carneiro et al. (2008) relataram aumento de carbono na biomassa microbiana (Cmic) de aproximadamente 50% em pastagem de *Brachiaria decumbens* e integração lavoura-pecuária (ILP) em relação à área de referência (Cerrado nativo), fato que está associado ao sistema radicular da gramínea, que concentra-se nos primeiros 10 cm e estimula atividade da microbiota do solo.

Assim como o carbono da biomassa microbiana, a respiração basal do solo também é um atributo sensível às mudanças de uso do solo. A determinação da respiração basal é um dos métodos mais utilizados para verificar a atividade da microbiota, pois a partir dele pode se quantificar o CO₂ liberado pela ação dos microrganismos (Matias et al., 2009).

Ramos (2013) avaliando a taxa de respiração basal (RBS) em um Latossolo Amarelo Distrocoeso sob diferentes sistemas de manejo de pastagem observou que em sua maioria, os tratamentos avaliados demonstraram um decréscimo na taxa de respiração do solo à medida que se aumentava a profundidade do solo.

Com as taxas de respiração basal e carbono da biomassa microbiana, outra variável de importância que pode ser gerada a partir destas é o quociente metabólico (qCO_2), medido a partir da relação respiração basal do solo/carbono da biomassa microbiana. Portanto, sendo a biomassa microbiana, taxa de respiração basal e quociente metabólico indicadores que refletem as mudanças no uso do solo, seus usos são eficientes no monitoramento de alterações decorrentes das práticas de manejo, uma vez que fornecem respostas imediatas às mudanças ocorridas (Cardoso et al., 2009; Graciano, 2013; Ramos, 2013).

Efeito estufa e sequestro de carbono no solo

O efeito estufa tendo sido objeto de preocupação de pesquisadores e líderes mundiais, principalmente nas duas últimas décadas (Vieira et al. 2009). Entre os gases do efeito estufa (GEEs), o dióxido de carbono (CO_2) teve grande aumento na sua concentração na atmosfera nos últimos anos, chegando a 391 ppm (partes por milhão na atmosfera) em 2011, enquanto no final do século XVIII esse valor era de 280 ppm (IPCC, 2013).

Por esse motivo, as alterações climáticas ocasionadas pela mudança no uso do solo quando feitas conversões das áreas de vegetação natural em áreas de cultivo agrícola se tornou um tema frequente em pesquisas (Gami et al., 2009; Pedra et al., 2012).

O solo, assim como os vegetais, também armazena carbono, sendo, deste modo, um fator importante no entendimento da mitigação dos GEEs, visto que o aumento no estoque de matéria orgânica do solo (MOS) é resultante da captação do carbono atmosférico pelos vegetais por meio da fotossíntese (Lal, 2002). No entanto, dependendo do manejo adotado, o solo pode ser tanto fonte como dreno de CO_2 atmosférico (Carvalho et al., 2009; Cardoso et al., 2009; Diekow et al., 2005).

Segundo Silveira et al. (2008), estudos que objetivam avaliar o estoque de carbono em áreas sob diferentes sistemas de manejo são importantes para o desenvolvimento de planos de execução que auxiliem no cálculo das emissões de gases do efeito estufa, tanto em sistemas antropizados como em áreas de floresta.

Manejo do solo nos estoques de carbono

O estoque de carbono é fortemente dependente do manejo das terras e práticas agrícolas, pois qualquer modificação nestas pode acarretar em mudanças (diminuição ou aumento) importantes dos estoques de C nos horizontes superficiais do solo (Arrouays et al., 2002).

A adoção de sistemas que favorecem maior proteção à matéria orgânica do solo como os sistemas silvipastoris, plantio direto, integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), manejo adequado de pastagens, podem potencializar ou mitigar a emissão de CO₂ para a atmosfera, aumentando consideravelmente os estoques de C no solo (Carvalho et al., 2010).

Szakács (2003) avaliando as potencialidades dos solos arenosos sob pastagens no Estado de São Paulo, constatou tendência decrescente do estoque de carbono em função da profundidade devido a entrada da matéria orgânica por cima.

Entre outros fatores, o acúmulo de C pode variar de uma região para outra devido às condições climáticas (Carvalho et al., 2010) e ao manejo (Carvalho et al., 2009). Em um Argissolo sob Caatinga em Petrolina (PE), Amorim (2009) avaliou a variação sazonal dos estoques de carbono e encontrou estoques de carbono de 16,5; 11,8 e 9,89 Mg ha⁻¹ no período de estiagem e após o período chuvoso 14,2; 10,0 e 8,99 Mg ha⁻¹ nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, respectivamente.

No sul do Brasil, Steiner (2012) estudou o estoque de carbono orgânico no solo afetado por adubação orgânica e sistemas de culturas e observou que, na camada de 0,0-0,20 m, nos diferentes sistemas de culturas os estoques de carbono variaram de 34,1 a 35,3 Mg ha⁻¹, respectivamente, nos sistemas soja/trigo/milho/trigo e soja/ervilhaca/ milho/ervilhaca. Hickmann e Costa (2012), também no sul do país, observaram em diferentes manejos de longa

duração que, após 23 anos de manejo, o sistema plantio direto promoveu maior aumento no estoque de C do que as formas de manejo convencional na camada 0-5 cm.

Tarré et al. (2001), comparando áreas de pastagem de *B. humidicola* com 9 anos de uso e consorciada com leguminosa, com uma área de mata adjacente, observaram maior tendência da área com pastagem de armazenar carbono, mas não encontraram diferenças significativas entre os sistemas avaliados. Segundo Costa et al. (2000), em áreas com manejo de pastagens há favorecimento da camada superficial com relação ao aporte de carbono devido ao sistema radicular das gramíneas que alcançam aproximadamente 40 cm de profundidade.

De maneira geral, as pesquisas mostram que para que se consiga se reduzir os impactos provocados pela elevação de emissão de gases que causam o efeito estufa na atmosfera, a adoção de práticas de manejo que favoreçam maior incremento de resíduos ao solo são fundamentais para manter e/ou aumentar a produtividade e promover maior retenção de carbono ao solo (Bayer et al., 2006; Costa et al., 2008).

Sistemas de pastagens com leguminosas

Da área total de pastagens no Brasil, estima-se que 120 milhões de hectares sejam apenas de pastagens cultivadas, e que 85% dessa área estão ocupados por gramíneas do gênero *Brachiaria*, que na sua maioria apresentam níveis baixos de produtividade forrageira e animal (Paulino e Teixeira, 2009).

Para aumentar a biodiversidade e sustentabilidade das pastagens favorecendo maior sequestro de carbono (Lambert e Clark, 2005; Kanninen, 2001), é necessária a introdução de espécies arbóreas em pastagens de regiões tropicais e subtropicais (Alonzo, 2000; Costa et al., 2005) que, no caso de leguminosas, tem benefício ainda maior, visto que elas possuem capacidade de fixar nitrogênio a partir da simbiose com bactérias (Dias, 2005; Dias et al., 2007), e favorecer a translocação dos nutrientes das camadas mais profundas para a superfície do solo (Silva et al., 2013).

O sistema que integra em mesma área espécies arbóreas, pastagem e animais é chamado sistema silvipastoril. O uso de sistemas como esse,

associado ao manejo adequado das pastagens contribui positivamente sobre os atributos químicos e físicos do solo, importantes fatores para o aumento de produtividade e melhoria da eficiência forrageira (Alves et al., 2008).

No entanto, a implantação de sistemas silvipastoris é vista por muitos pecuaristas como inviável, entre as razões pelas quais se destaca a dificuldade para a introdução das árvores em pastagem estabelecida (Andrade et al., 2002; Dias Filho, 2006).

Entre as leguminosas introduzidas em sistema silvipastoril, a gliricídia (*Gliricídia sepium*) é uma espécie com propriedades que beneficiam a produtividade do solo, além de promover também benefícios ao animal em períodos de estiagem (Drummond e Carvalho Filho, 2005). No Brasil, a gliricídia foi introduzida na década de 80 em Petrolina, Pernambuco, por ser uma planta resistente à seca (Drummond e Carvalho Filho, 2005), o que a torna uma importante fonte de nitrogênio em locais de baixa precipitação. É uma das leguminosas mais utilizadas por agricultores nos países da América Central e Costa Rica, seja como cerca viva ou em sistemas agroflorestais.

Outra espécie que pode ser utilizada em sistema silvipastoril por apresentar considerável rusticidade é a Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). Ela é uma leguminosa forrageira que possui sementes pequenas, tolerante a solos ácidos (Freire, 2010), apresenta crescimento rápido, possui boa capacidade de rebrota, que se inicia geralmente sete dias após o corte do tronco (Ribaski et al., 2003), ocorre naturalmente no Nordeste brasileiro, especialmente em áreas de caatinga (Figuerôa et al., 2005).

No entanto, apesar de todas essas características de adaptabilidade dessas leguminosas, o sucesso da introdução de uma espécie, sem proteção e na presença dos animais, depende não só da competição com a pastagem, mas também pela aceitabilidade pelos animais (Hindrichsen et al., 2004), pois isso vai influenciar diretamente na ciclagem de nutrientes, bem como no estoque de carbono por esses sistemas.

Portanto, é importante que estudos futuros considerem a responsabilidade de cada componente do sistema silvipastoril sobre a emissão de gases que contribuem para o efeito estufa avaliando o balanço geral desses gases, visto que também há a contribuição dos ruminantes (Soussana et al., 2007).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONZO, Y.M. Potential of silvopastoral systems for economic dairy production in Cayo, Belize and constraints for their adoption. 2000. 81p. Tesis (M.Sc.) - Universidad de Costa Rica, Turrialba.
- ANDRADE, C.M.S.; Valentim, J.F.; Carneiro, J.C. Árvores de baginha (*Stryphnodendron guianense*) em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, p.1-5, 2002.
- ARROUAYS, D. ; BALESSENT, J. ; GERMON, J. C.; JAYET, P. A.; SOUSSANA, J. F.; STENGEL, P. Contribution à la lutte contre l'effet de serre: stocker du carbone dans les sols agricoles de France? Paris: INRA, 2002, 332 p. Expertise scientifique collective, Relatório INRA.
- BAYER, C. et al. A method for estimating coefficients of soil organic matter dynamics based on long-term experiments. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 91, p. 217-226, 2006.
- 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.
- CARDOSO, E.L.; SILVA, M.L.N.; M, F.M.S. and CURI, N. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. vol.44, n.6, pp. 631-637. 2009.
- CARMO, C. A. F. S.; MANZATTO, C. V.; ALVARENGA, A. P.; TOSTO, S. G.; LIMA, J. A. S.; KINDEL, A.; MENEGUELLI, N. A. biomassa e estoque de carbono em seringais implantados na zona da mata de Minas Gerais. In: ALVARENGA, A. P., CARMO, C. A. F. S. Sequestro em seringais de cultivo e na vegetação natural: quantificação em seringais de cultivo e na vegetação natural. Viçosa, MG, 2006. p 352. p 77-108.
- CARNEIRO, M.A.C.; ASSIS, P.C.R.; MELO, L.B. de C.; PEREIRA, H.S.; PAULINO, H.B.; SILVEIRA NETO, A.N. da. Atributos bioquímicos em dois solos cerrado sob diferentes sistemas manejo e uso. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.38, p.276-283, 2008.
- CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R.; CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 277- 289, 2010.
- CARVALHO, J. L. N.; CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; PICOLLO, M. C.; GODINHO, V. P.; CERRI, C. C. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 103, n. 2, p. 342-349, 2009.

- CARVALHO, J.L.N.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; PICCOLO, M.C.; GODINHO, V.P.; CERRI, C.C. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. *Soil and Tillage Research*, v.103, p.342-349, 2009..
- CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J. & SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:777-788, 2005.
- COSTA, F. de S. et al. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 323-332, 2008.
- COSTA, N.L.; MAGALHÃES, J.A.; TOWSEND, C.R.; PEREIRA, R.G. de A. Produtividade de leguminosas forrageiras sob sombreamento de eucalipto. Disponível em: . Acesso em: nov. 2005.
- COSTA, O.V.; COSTA, L.M.; FONTES, L.E.F.; ARAÚJO, Q.R.; KER, J.C.; NACIF, P.G.S.; Cobertura do solo e degradação de pastagens em área de domínio de chernossolos no sul da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, n.4, p.843-856, 2000.
- DIAS FILHO, M. B. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. Anais... João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.
- DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; FRANCO, A. A. Leguminosas arbóreas introduzidas em pastagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 1, p.119- 126, 2007.
- DIAS, P.F. Importância da arborização de pastagens com leguminosas fixadoras de nitrogênio. 2005. 128p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- DIEKOW, J. et al. Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilization in a southernBrazil Acrisol managed under no-tillage for 17 year. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 81, p. 87-95, 2005.
- FIGUEIRÔA, J. M. de; PAREYN, F. G. C.; DRUMOND, M.; ARAÚJO, E. de L. Madeireiras. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C.; FIGUEIRÔA, J. M. de; SANTOS JÚNIOR, A. G. (Eds.). Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial. Recife: Associação Plantas do Nordeste, p. 101–133, 2005.
- GAMI, S.K.; LAUREN, J.G.; DUXBURY, J.M. Soil organic carbon and nitrogen stocks in Nepal long-term soil fertility experiments. *Soil & Tillage Research* v.106, p.95–103. 2009.

- HICKMANN, C.; COSTA, L.M. Estoque de carbono no solo e agregados em Argissolo sob diferentes manejos de longa duração. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.16, n.10, p.1055–1061, 2012.
- HINDRICHSEN, I. K. et al. Effect of supplementation of maize stover with foliage of various tropical multipurpose trees and *Lablab purpureus* on intake, rumen fermentation, digesta kinetics and microbial protein supply of sheep. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 113, n. 1-4, p. 83-96, 2004.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Climate change 2013 - the physical science basis. New York: Cambridge University Press, 2013.
- KANNINEN, M. Sistemas silvopastoriles y almacenamiento de carbono: potencial para América Latina. 2001.
- LAL, R. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. *Environmental Pollution*, v.116, p. 353-362, 2002.
- LAMBERT, M. G.; CLARK, H. A systems approach to managing greenhouse gases on New Zealand sheep and beef farms. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 20, 2005, Dublin. Proceedings... Dublin: IGG, 2005. p.582.
- MACHADO, P.L.O.A.; MADARI, R.B.B.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. Os solos brasileiros e o seqüestro do carbono. *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Boletim Informativo*, v. 29, n. 3, p. 21-25, 2004.
- MATIAS, M.C.B.S.; SALVIANO, A.A.C.; LEITE, L.F.C.; ARAÚJO, A.S.F. biomassa microbiana e estoques de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo, no Cerrado do estado do Piauí. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.31, p. 517-521, 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 área cultivada com mandioca. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 34, n. 4, p. 479-485, 2008.
- 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.
- PAUSTIAN, K.; SIX, J.; ELLIOTT, E.T.; HUNT, H.W. Management options for reducing CO₂ emissions from agricultural soils. *Biogeochemistry*, v.48, p.147-163, 2000.
- PEDRA, W.N.; PEDROTTI, A.; SILVA, T.O.; MACEDO, F.L.; GONZAGA, M.I.S. Estoques de carbono e nitrogênio sob diferentes condições de manejo de

- um Argissolo Vermelho Amarelo, cultivado com milho doce nos tabuleiros costeiros de Sergipe. Semina: Ciências Agrárias, v.33, p.2075-2090. 2012.
- RAMOS, L.S. Eficiência de um sistema silvipastoril em substituição à adubação nitrogenada e a sua relação com a dinâmica da matéria orgânica em solo distrocoeso – UFSE, São Cristóvão, 2013. 79 f.(Dissertação de mestrado).
- RIBASKI, J.; LIMA, P. C. L.; OLIVEIRA, V. R. de; DRUMOND, M. A. Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) árvore de múltiplo uso no Brasil. Colombo: Ed. Embrapa Florestas, 2003. 4p. (Comunicado técnico).
- RIGUEIRO-RODRIGUES, A. Silvopastoral systems: analysis of an alternative to open swards. In: XX International Grassland Congress, 20. 2005. Dublin. Proceedings... IGC. Dublin. p.758.
- SILVA, A. B.; LIRA JUNIOR, M. A.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; FIGUEIREDO, M. V. B.; VICENTIN, R. P. Estoque de serapilheira e fertilidade do solo em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* após implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 502-511, 2013.
- SOUSSANA, J.F.; ALLARD, V.; PILEGAARD, K. et al. Full accounting of greenhouse gas (CO₂, N₂O and CH₄) budget of nine European grassland sites. Agriculture, Ecosystems and Environment. v. 121, p. 121-134, 2007.
- STEINER, F.; PIVETTA, L.A.; ZOZ, T.; PINTO JUNIOR, A.S. Estoque de carbono orgânico no solo afetado por adubação orgânica e sistemas de culturas no Sul do Brasil. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2775-2788, 2012
- SZAKÁCS, G.G.J. Sequestro de carbono nos solos- avaliação das potencialidades dos solos arenosos sob pastagens. Piracicaba – SP, 2003. 102.p. (dissertação de mestrado).
- TARRÉ, R.; MACEDO, R.; CANTARUTTI, R.B.; REZENDE, C.P.; PEREIRA, J.M.; FERREIRA, E.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. & BODDEY, R.M. The effect of the presence of a forage legume on nitrogen and carbon levels in soils under *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. Plant Soil, 234:15-26, 2001.
- TISDALL, J.M. & OADES, J.M. Organic matter and waterstable aggregates in soil. J. Soil Science., 33:141-163, 1982.
- VIEIRA, G.; SANQUETTA, C. R.; KLÜPPEL, M. L. W.; BARBEIRO, L. S. S. Teores de Carbono em espécies vegetais da Caatinga e do Cerrado. Revista Acadêmica Ciências. Agrária Ambiental, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 145-155, 2009.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área

O trabalho foi realizado em experimento já existente (Graciano, 2013; Silva et al. 2013), conduzido na Estação Experimental de Itambé, Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), Zona da Mata Seca de Pernambuco 07° 25' S e 35° 06' W, altitude de 190 m. O clima, do tipo AS' na classificação de Köppen, é quente e úmido, com precipitação média de 1220 mm /ano, temperatura anual média de 24°C e umidade relativa média anual de 80% (CPRH, 2003). A precipitação no período da amostragem é apresentada na Figura 1. 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).

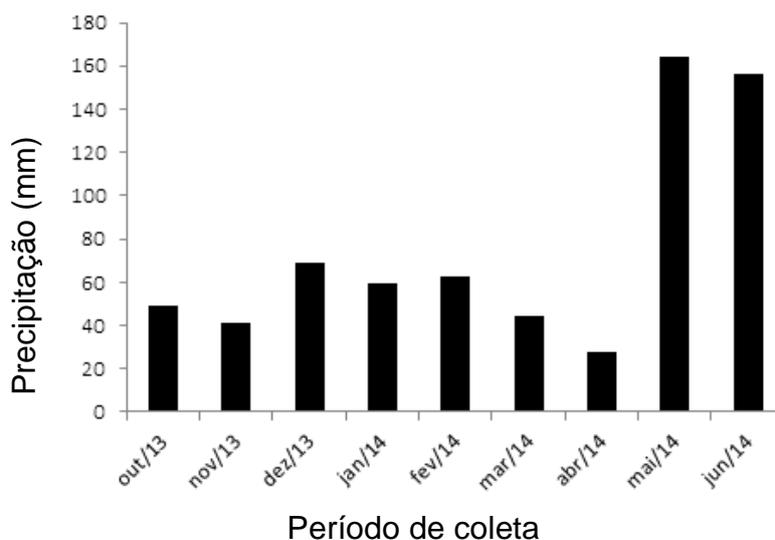


Figura 1. Precipitação mensal na estação experimental do IPA, no município de Itambé-PE, no período de outubro de 2013 à junho de 2014. Fonte: ITEP, 2015.

O experimento foi montado em janeiro de 2011 em uma área experimental de 6 ha, com a escolha das áreas e a eliminação da vegetação existente por meio de roço manual, seguido de queima.

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso com dois tratamentos e três repetições, em seis parcelas de 1 ha cada (43,5 x 230,0 m) onde foram

testados braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) + sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth); braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) + gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.), sendo as leguminosas selecionadas com base em estudos anteriores realizados na área (Machado, 2011) e em resultados de literatura (Carvalho et al., 2001; Dias Filho, 2007).

As mudas das leguminosas foram produzidas em bandejas, e as sementes foram inoculadas com as estirpes recomendadas para as espécies (BRASIL, 2006): gliricídia SEMIA 6168 (BR8801), SEMIA 6435 (BR8802), ambas *Rhizobium* sp., e sabiá SEMIA 6382 (BR3405) e SEMIA 6410 (BR3451) *Burkholderia sabiae* e *Burkholderia* sp., respectivamente, obtidas junto ao Laboratório de Microbiologia do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. O transplante para o campo foi feito em covas com dimensões de 20 x 20 x 20 cm, quando as plantas atingiram a altura de 25 cm. As leguminosas foram implantadas em 14 filas duplas, no espaçamento de 15,0 x 1,0 x 0,5 m, perfazendo, aproximadamente uma população de 2.500 plantas ha⁻¹, com plantio de *Brachiaria decumbens* nas faixas entre as fileiras duplas.

Apenas no primeiro bloco, a *Brachiaria decumbens* já estava estabelecida e era utilizada no manejo de rotina do rebanho bovino da Estação Experimental, estando diferida por três meses por ocasião do plantio. A área dos blocos restantes estava com aproximadamente 10 anos de pousio e vegetação típica de sucessão vegetal pioneira na região, que foi cortada. Nestes blocos, a *Brachiaria decumbens* foi implantada no início de abril/2011, com replante no final do respectivo mês, sendo realizado cultivo mínimo sem aplicação de herbicida e plantio em covas de captação abertas.

Foi realizada adubação com 500 Kg de P₂O₅/ha a lanço de acordo com análise de solo, aproximadamente 100 dias depois do plantio da leguminosa. Não houve aplicação de adubo nitrogenado.

O controle de plantas indesejáveis nas faixas das leguminosas foi realizado por meio de capina manual, enquanto o controle de formigas foi feito através da aplicação de Sulfuramida mediante a observação de ataque.

Amostragem

A coleta de solo foi realizada nos inícios dos períodos seco e chuvoso, em outubro de 2013 e junho de 2014, respectivamente. A parcela foi dividida em três transectos no sentido do maior comprimento, ao longo do qual foram marcados pontos entre as filas simples da leguminosa na fila dupla (0 m), equidistantes entre a fila dupla e o ponto central entre a fila dupla (4 m) e no centro da braquiária entre as filas duplas (8 m) para obtenção de amostras compostas nas camadas 0 - 10 cm; 10 - 20 cm; 20 - 40 cm; 40 - 60 cm; 60 - 80 cm; 80 - 100 cm. Além destes, também foram amostrados pontos aos 2 m e 6 m de distância da faixa da leguminosa, para obtenção de amostras nas camadas de 0 - 10 cm e 10 - 20 cm para determinação apenas de carbono da biomassa microbiana e respiração basal do solo, para de avaliar a influência da leguminosa na atividade microbiana aos 2 e 6 m de distância da faixa da leguminosa. No total foram obtidas 132 amostras (Figura 2).

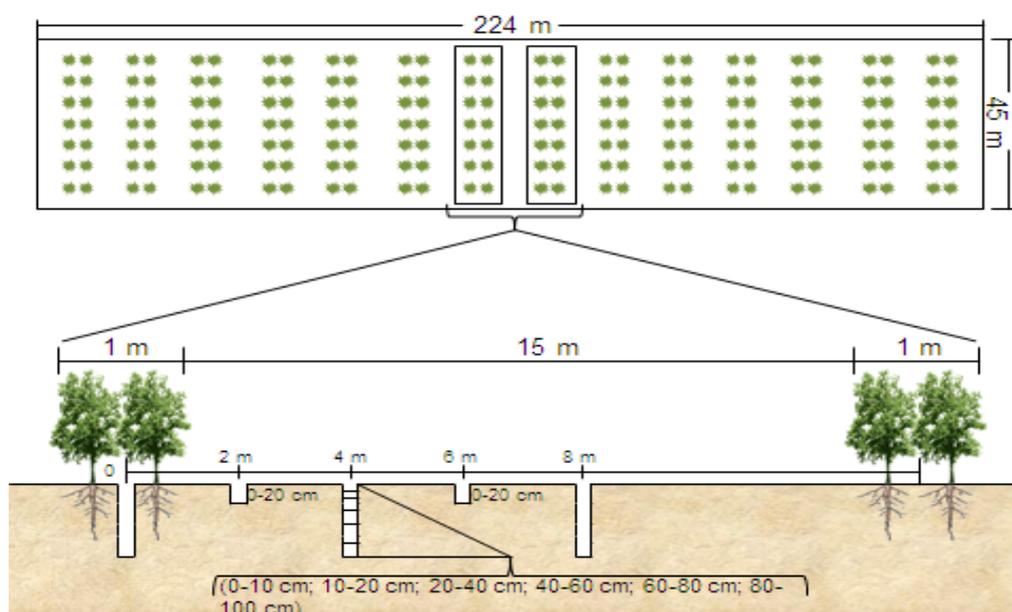


Figura 2. Representação da parcela experimental e distribuição dos transectos para coleta de solo na avaliação do estoque de carbono e atividade microbiana em sistemas silvipastoris na Zona da Mata de Pernambuco.

Para carbono da biomassa microbiana e respiração basal do solo, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e mantidas em isopor com gelo até serem encaminhadas à Universidade Federal Rural de

Pernambuco, onde foram mantidas sob refrigeração até serem passadas em peneiras de malha de 2,00 mm antes do início da análise.

Para as demais análises, o solo foi seco ao ar por aproximadamente 3 dias e depois passado em peneira com malha de 2mm, armazenados e identificados em potes de plástico.

Análises

Foram determinados carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT), fracionamento químico da matéria orgânica do solo, e densidade do solo nas seis camadas amostradas nos pontos 0, 4 e 8 m de distância da faixa da leguminosa. Carbono da biomassa microbiana (Cmic) e respiração basal do solo (RBS) foram determinados nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm nos pontos 0, 2, 4, 6 e 8 m.

Para C e N o solo foi moído em moinho de bola e aproximadamente 10 a 15 mg foi retirado para ser encaminhado para análise no analisador de CHNS por combustão seca, no Laboratório de Solos e Plantas da University of Florida – North Florida Research and Education Center em Marianna.

O fracionamento químico foi realizado segundo o método sugerido pela International Humic Substances Society (SWIFT, 1996). Desse fracionamento, obtiveram-se as frações ácidos fúlvicos (FAF), ácidos húmicos (FAH) e huminas (FH). A determinação de C em cada fração foi realizada conforme Yeomans e Bremner (1988).

A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico, conforme EMBRAPA (1997).

O carbono da biomassa microbiana (Cmic) foi determinada pelo método de irradiação-extração de acordo com Islam e Weil (1998).

A respiração basal foi quantificada conforme Alef & Nannipieri (1995).

O quociente metabólico (qCO_2) foi calculado de acordo com Anderson e Domsch (1985), pela relação entre respiração basal e carbono da biomassa microbiana.

A partir do carbono orgânico total (COT) e densidade do solo foi calculado o estoque de carbono (EC) para cada profundidade, conforme a seguinte equação: $EC (Mg/ha) = (COT \times Ds \times e)$, onde: EC é o estoque de

carbono orgânico total (Mg/ha) em determinada profundidade; COT é o teor de carbono orgânico total (%); D_s a densidade do solo em cada profundidade (g/cm^3); e e a espessura da camada considerada (cm).

Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando o SAS (SAS Inst., 1996), usando o modelo misto para medição repetida, considerando as camadas como medição repetida, e os demais fatores como um fatorial (Wolfinger e Chang, 2006). O modelo de covariância foi selecionado com base no AIC conjuntamente para as duas épocas de amostragem e as análises foram feitas separadamente para período seco e chuvoso. Os consórcios, distâncias e camadas foram submetidas ao teste de Tukey ao nível de 0,10 de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo e quociente metabólico

A camada 0-10 cm apresentou maior C_{mic} no período chuvoso, com $350 \mu\text{g C g}^{-1}$ solo, mas não diferiu significativamente da camada 10-20 cm com $228 \mu\text{g C g}^{-1}$ solo, o que pode estar relacionado à maior disponibilidade de água, nutrientes e matéria orgânica, como observado por Silva e Mendonça (2007).

Já no período chuvoso não foi encontrada diferença significativa para C_{mic} entre distâncias das faixas da leguminosa, apenas entre consórcios no ponto 0, foi maior na gliricídia, com $494 \mu\text{g C g}^{-1}$ solo, que no sabiá, com teor de $147 \mu\text{g C g}^{-1}$ solo (Tabela 1). O maior C_{mic} em um sistema, segundo Mercante et al. (2004) implica em maior imobilização temporária de nutrientes e, conseqüentemente, menor propensão a perdas no sistema solo-planta.

Tabela 1. Carbono da biomassa microbiana (Cmic) e Respiração basal do solo (RBS) durante período chuvoso em diferentes distâncias da faixa das leguminosas em dois sistemas consorciados

Distância (m)	Consórcios	
	Braquiária + Glicírdia	Braquiária + Sabiá
	Cmic ($\mu\text{g C g}^{-1}$ solo)	
0	494 Aa	147 Ab
2	442 Aa	312 Aa
4	334 Aa	154 Aa
6	225 Aa	300 Aa
8	273 Aa	337 Aa
	RBS ($\mu\text{g CO}_2 \text{g}^{-1} \text{dia}^{-1}$)	
0	36 Aa	20 Aa
2	45 Aa	20 Ab
4	57 Aa	29 Aa
6	34 Aa	25 Aa
8	30 Aa	39 Aa

Letras iguais nas colunas (maiúsculas) e nas linhas dentro de cada distância (minúsculas) para a mesma variável, não diferem significativamente ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste de Tukey. Dados transformados por log10.

Os resultados deste trabalho concordam com Graciano (2013), que também não encontrou diferenças significativas entre braquiária consorciada com glicírdia e braquiária com sabiá, a qualquer distância das faixas da leguminosa para o Cmic na zona da mata de Pernambuco.

No período chuvoso, a atividade microbiana apresentou interação significativa ($p < 0,10$) entre distâncias das faixas das leguminosas e diferentes coberturas vegetais com RBS maior no consórcio com glicírdia com $45 \mu\text{g CO}_2 \text{g}^{-1} \text{dia}^{-1}$, e apenas $20 \mu\text{g CO}_2 \text{g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ no consórcio com sabiá na distância 2. Maior RBS pode ser interessante do ponto de vista nutricional, pois a atividade microbiana durante a decomposição dos resíduos vai disponibilizar nutrientes para as culturas, em contrapartida, essa maior liberação de C pode ser indesejável do ponto de vista ambiental, pois significa maior liberação de C para a atmosfera (D'Andréa et al, 2002). É importante tomar cuidado ao avaliar a maior taxa de RBS no consórcio com glicírdia, pois segundo Islam e Weil (2000) dependendo do ponto de vista, altas taxas de respiração podem ser consideradas tanto um distúrbio quanto alto nível de produtividade do ecossistema.

Ainda no período chuvoso, a RBS também apresentou diferença significativa ($p < 0,10$) entre distâncias da faixa da leguminosa na camada de 10-

20 cm com menor liberação de CO₂ na distância 0 (20 µg CO₂ g⁻¹ dia⁻¹), ponto de menor influência da gramínea, que provavelmente foi a responsável nos demais pontos pela maior adição de material vegetal que resultou em maior atividade respiratória (Tabela 2).

Tabela 2. Respiração basal do solo (RBS) durante período chuvoso em diferentes distâncias das faixas de leguminosas, em duas camadas de amostragem em sistemas consorciados

Distância (m)	0-10 cm	10-20 cm
	(µg CO₂ g⁻¹ dia⁻¹)	
0	35 Aa	20 Ba
2	18 Aa	49 Aa
4	48 Aa	34 Aa
6	35 Aa	24 Aa
8	36 Aa	32 Aa

Letras iguais nas colunas (maiúsculas) e nas linhas dentro de cada distância (minúsculas) não diferem significativamente ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste de Tukey. Dados transformados por log10.

Houve diferença significativa ($p < 0,10$) entre camadas no consórcio com gliricídia na distância 0 com 5 e 14 µg.g C-CO₂ e na distância 2, com 19 e 7 µg.g C-CO₂ nas camadas 0-10 e 10-20 cm, respectivamente. Entre distâncias, houve diferença significativa apenas na camada 0-10 cm do consórcio com gliricídia (Tabela 3). A maior uniformidade do quociente metabólico entre as distâncias e camadas na área com sabiá provavelmente é reflexo do material fornecido por este consórcio, que devido a sua recalcitrância dificultou a atividade dos micro-organismos, fazendo com que a quantidade de CO₂ liberada por unidade de biomassa microbiana fosse menor.

Tabela 3. Quociente metabólico (qCO₂) no período seco em diferentes distância das faixas de leguminosas, em duas camadas de amostragem em dois sistemas consorciados

Distância (m)	Braquiária + Gliricídia		Braquiária + Sabiá	
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm
0	5 Bb1	14 Aa1	11 Aa1	6 Aa1
2	19 Aa1	7 Ab1	4 Aa2	7 Aa1
4	11 Aa1	7 Aa1	11 Aa1	8 Aa1
6	7 Ba1	8 Aa1	11 Aa1	5 Aa1
8	10 Aa1	12 Aa1	5 Aa1	10 Aa1

Letras iguais nas colunas (maiúsculas) e nas linhas dentro de cada distância (minúsculas) entre camadas no mesmo tratamento e números nas linhas entre mesma camada e tratamentos diferentes não diferem significativamente ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste de Tukey. Dados transformados por log10.

Entre consórcios, o maior qCO_2 no período seco ocorreu no consórcio com gliricídia na camada de 0-10 cm, distância 2, com 19 $\mu g \cdot g^{-1} C-CO_2$, enquanto no consórcio com sabiá, 4 $\mu g \cdot g^{-1} C-CO_2$. Sistemas como o consórcio entre braquiária e sabiá que conseguem segurar as perdas de C na forma de CO_2 são considerados de maior sustentabilidade no que se refere ao fluxo de C (Barreta et al., 2005).

Teor e estoque de carbono

O COT variou significativamente entre as distâncias nos dois consórcios com os menores teores na distância 0, com 2,20 $dag \cdot kg^{-1}$ no consórcio com gliricídia e 2,38 $dag \cdot kg^{-1}$ sabiá. Os baixos teores de COT na distância zero (0) provavelmente foram ocasionados pela ausência da gramínea neste ponto, que contribui com grande deposição de material da parte aérea e principalmente do sistema radicular, ficando a adição de material orgânico neste ponto, dependente apenas da leguminosa. Entre os consórcios, houve diferença apenas na distância 4, com maior teor no consórcio com sabiá com 2,33 $dag \cdot kg^{-1}$ (Tabela 4.).

Tabela 4. Carbono total (COT) e estoque de carbono (EC) no período seco em diferentes distâncias das faixas de leguminosas em dois sistemas consorciados

Distância (m)	Braquiária + Gliricídia	Braquiária + Sabiá
	COT ($dag \cdot kg^{-1}$)	
0	2,20 Ba	2,38 Ba
4	2,33 ABb	2,63 Aa
8	2,50 Aa	2,41 Aa
	EC ($Mg \cdot ha^{-1}$)	
0	51,95 Ba	56,20 Ba
4	54,91 ABb	62,08 Aa
8	59,07 Aa	57,02 Aa

Letras iguais nas colunas (maiúsculas) e nas linhas dentro de cada distância (minúsculas) para cada variável não diferem significativamente ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste de Tukey. Dados transformados por \log_{10}

Houve efeito significativo ($p < 0,10$) para COT e EC nas camadas, onde observou-se que os maiores teores de COT se concentraram nas camadas superficiais (Tabela 5). Valores semelhantes foram obtidos por Matias et al. (2009) que avaliando solo sob sistema de plantio direto e convencional no cerrado piauiense, encontraram teores de carbono de 2,8 e 2,0 $dag \cdot kg^{-1}$, respectivamente, na camada superficial. Também na região Nordeste, Ramos

(2013) avaliando sistema silvipastoril com oito anos de implantação, encontrou maior teor de COT em tratamento composto por braquiária e gliricídia comparado a pastagem pura com diferentes doses de nitrogênio (N), com maior concentração na camada superficial (0-2,5 cm), o que é muito comum também em outros sistemas de manejo (Metay et al., 2007; Pereira et al., 2010; Bezerra et al., 2013; Leite et al., 2014), visto que na camada superficial é onde ocorre maior deposição de matéria orgânica (Costa et al., 2009).

Tabela 5. Carbono total (COT) e estoque de carbono (EC) no período seco em seis camadas de amostragem em sistemas consorciados

Camadas (cm)	COT (dag kg ⁻¹)	EC (Mg ha ⁻¹)
0 -10	2,77 a	40,25 c
10 – 20	2,89 a	43,40 c
20 – 40	2,51 b	72,84 a
40 – 60	2,41 b	71,82 a
60 – 80	2,09 c	63,27 b
80 – 100	1,92 c	57,99 b

Letras iguais nas colunas (minúsculas) para cada variável não diferem significativamente ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste de Tukey. Dados transformados por log₁₀.

Houve diferença significativa ($p < 0,10$) entre camadas para estoques de carbono (EC) no período seco, com maior concentração nas camadas de 20-40 e 40-60 cm, com 72,84 e 71,82 Mg ha⁻¹, respectivamente. Ainda assim, é válido destacar que a partir dos 20 cm a análise ocorreu em maior espessura, justificando, portanto, os valores quase dobrados das camadas abaixo (Tabela 5).

Os EC encontrados neste trabalho são superiores aos valores encontrados sob outras coberturas vegetais. Por exemplo, menor EC foi encontrado por Rigolin et al., (2013) na camada 20-40 cm estudando sistemas vegetais com manejo agrícola diferenciado no oeste paulista, com 15,98 Mg ha⁻¹ em tratamento com Eucalipto (*Eucalyptus grandis*) com 3 anos de manejo convencional, e 14,03 Mg ha⁻¹ em tratamento com pastagem de *Urochloa brizantha* sem manejo específico há 3 anos.

Por outro lado, resultados semelhantes ao deste trabalho podem ser confirmados por Nogueira et al. (2009), que avaliando EC em sistemas Convencionais e Agroflorestais no Nordeste brasileiro, encontraram maiores valores de EC no solo na camada de 0-5 cm em sistema silvipastoril formado por gliricídia e pastagem quando comparado aos sistemas agrícolas

convencionais, confirmando a hipótese de que os sistemas agroflorestais podem ser uma alternativa para reduzir emissão do carbono para a atmosfera.

Tabela 6. Teor (COT) e estoque de carbono (EC) no período chuvoso em diferentes distâncias das faixas de leguminosas, em seis camadas de amostragem em dois sistemas consorciados

Camada (cm)	Braquiária + Gliricídia			Braquiária + Sabiá		
	0	4	8	0	4	8
	COT (dag kg⁻¹)					
0-10	2,21 Aa1	2,12 Aa1	1,54 BCb2	2,24 Aa1	2,11 ABa1	2,37 Aa1
10 – 20	1,99 ABa1	2,01 Aa1	2,13 Aa1	2,15 Aa1	2,26 Aa1	1,87 Ba1
20 – 40	1,75 Bb1	2,15 Aa1	1,90 ABab1	1,94 ABa1	1,79 BCa1	1,86 Ba1
40 – 60	1,64 Ba1	1,58 Ba1	1,41 Ca1	1,56 BCa1	1,50 CDa1	1,63 Ba1
60 – 80	1,19 Ca1	1,28 BCa1	1,42 Ca1	1,27 CDa1	1,29 DEa1	1,29 Ca1
80 – 100	0,98 Ca1	1,04 Ca1	1,06 Da1	1,06 Da1	1,06 Ea1	0,98 Da1
	EC (Mg ha⁻¹)					
0-10	32,53 Ba1	31,20 Ca1	23,06 Db2	32,53 Ca1	30,66 Da1	34,48BCa1
10 – 20	29,86 Ba1	30,20 Ca1	32,10 Ca1	32,23 Ca1	33,91 CDa1	28,10 Ca1
20 – 40	51,64 Ab1	63,21 Aa1	56,05 Aab1	57,05 Aa1	52,68 Aa1	54,77 Aa1
40 – 60	49,43 Aa1	47,65 Ba1	42,51 Ba1	46,75ABa1	45,01 ABa1	48,86 Aa1
60 – 80	35,06 Ba1	37,84 Ca1	41,89 Ba1	37,98BCa1	38,49 BCa1	38,67 Ba1
80 – 100	29,60 Ba1	31,27 Ca1	31,95 Ca1	32,04 Ca1	32,24 CDa1	29,70 Ca1

Letras iguais nas colunas (maiúsculas) e nas linhas dentro de cada camada (minúsculas) entre distâncias no mesmo tratamento e números nas linhas entre mesma camada e distância em tratamentos diferentes para mesma variável não diferem significativamente ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste de Tukey.

No período chuvoso observou-se distribuição semelhante ao que ocorreu no período seco, com diminuição dos teores de COT com aumento da profundidade, independente da distância da faixa da leguminosa, à exceção da distância 8 no tratamento com gliricídia, onde o maior teor de COT foi verificado na camada de 10-20 cm ($2,13 \text{ dag kg}^{-1}$) (Tabela 6), variação que pode estar relacionada ao sistema radicular da gramínea, já que este ponto fica no centro da área coberta com a braquiária, o que proporcionou maior retenção de COT no solo abaixo da camada superficial.

Ainda no ponto 8 na camada de 0-10 cm, houve diferença significativa entre os tratamentos onde a área com sabiá teve teores de COT superiores ($2,37 \text{ dag kg}^{-1}$) à área com gliricídia ($1,54 \text{ dag kg}^{-1}$), o que pode estar relacionado à quantidade de material orgânico adicionado neste ponto, que tem maior influência da braquiária. Silva et al. (2013) na Zona da Mata de Pernambuco avaliaram consórcios de braquiária com diferentes leguminosas e também encontraram maiores quantidades de MO da serapilheira em consórcio com braquiária e sabiá, independente da distância da faixa da leguminosa.

Para EC a distribuição entre camadas e distância da faixa da leguminosa foi semelhante ao ocorrido para o COT, com diferença significativa entre os tratamentos apenas na camada de 0-10 cm na posição 8, com $34,48 \text{ Mg ha}^{-1}$ na braquiária + sabiá, 33% superior ao tratamento com braquiária + gliricídia ($23,06 \text{ Mg ha}^{-1}$) (Tabela 6), atribuindo ao tratamento com sabiá maior capacidade de sequestrar carbono quando consorciado com pastagem de braquiária.

Nitrogênio total

Os teores de N do solo variaram significativamente entre camadas ($p < 0,10$), nos dois períodos avaliados (Tabela 7). Ocorreu maior concentração nas camadas superficiais com redução em profundidade, independente da época de amostragem, variando de $0,120$ a $0,203 \text{ dag kg}^{-1}$ no período seco e de $0,061$ a $0,151 \text{ dag kg}^{-1}$ no período chuvoso. A maior concentração de N nas camadas superficiais se deve a baixa relação C/N das leguminosas que favorecem a decomposição rápida da MO e isto faz com que a planta absorva

de forma mais rápida o N e diminua a capacidade dele migrar para ser incorporado em profundidade.

Tabela 7. Nitrogênio total (N) no período seco e chuvoso em seis camadas de amostragem em sistemas consorciados

Camada (cm)	Teor N (dag kg ⁻¹) (Seco)	Teor N (dag kg ⁻¹) (Chuvoso)
0-,10	0,203 a	0,151 a
10 – 20	0,212 a	0,144 a
20 – 40	0,170 b	0,118 b
40 – 60	0,156 c	0,094 c
60 – 80	0,131 d	0,075 d
80 – 100	0,120 d	0,061 e

Letras iguais nas colunas (minúsculas) para cada variável não diferem significativamente ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste de Tukey. Dados transformados por log₁₀

Segundo Stevenson (1994), o teor de N no solo pode variar entre 0,02 e 0,40 dag kg⁻¹ em solos sob clima tropical, exceto em solos orgânicos que esse teor pode atingir até 2 dag kg⁻¹. Portanto, os teores encontrados (0,06 a 0,20 dag kg⁻¹) neste trabalho estão dentro do que é considerado comum em solos tropicais. Comportamento semelhante foi encontrado por Pimentel (2011), que avaliando a dinâmica do nitrogênio total do solo sob diferentes usos da terra em Minas Gerais, observou decréscimo de N com o aumento da profundidade em tratamento com pastagem de *Brachiaria decumbens*, com teores de N variando de 0,24 a 0,12 dag kg⁻¹.

Houve diferença significativa ($p < 0,10$) entre consórcios nos teores de nitrogênio do solo no período seco, onde o consórcio com sabiá apresentou teor de N de 0,169 dag kg⁻¹, superior à glicíndia com 0,166 dag kg⁻¹. O maior teor de N no consórcio com sabiá provavelmente se deve à qualidade e quantidade da MO proveniente desta consorciação. Avaliando consórcios de braquiária com leguminosas na Zona da Mata de Pernambuco, Silva et al. (2013) encontraram maior teor de MO total na serrapilheira de braquiária em consórcio com sabiá (1,56 Mg ha⁻¹).

Fracionamento químico da matéria orgânica do solo

A interação consórcio x camada x distância da faixa da leguminosa foi significativa ($p < 0,10$) para AF, AH e HUM no período seco e no geral, a fração

AF apresentou os menores teores de C (Tabela 8). Os menores valores de AF são justificados pelo fato de esta ser uma fração suscetível a perdas por lixiviação devido a sua constituição por moléculas alifáticas que apresentam maior quantidade de radicais carboxílicos, mais reativas no solo, de maior solubilidade (Stevenson, 1994). O predomínio das frações AH e HUM em ambos consórcios se deve a maior recalcitrância dessas frações devido ao maior grau de polimerização, maior presença de grupos aromáticos e anéis benzênicos, o que as tornam menos suscetíveis ao ataque microbiano (Fontana et al., 2006),

Tabela 8. Ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina (HUM) no período seco em diferentes distâncias das faixas de leguminosas, em seis camadas de amostragem em dois sistemas consorciados

Camada (cm)	Braquiária + Gliricídia			Braquiária + Sabiá		
	0	4	8	0	4	8
	AF (dag kg⁻¹)					
0-,10	0,35 Aab1	0,213 Bb1	0,632 Aa1	0,057Ac2	0,138Ab1	0,317Aa1
10 – 20	0,032 Cb1	0,052 Cb1	0,554 Aa1	0,056Ab1	0,106Aab1	0,224ABa1
20 – 40	0,018 Dc1	1,030 Aa1	0,214 Bb1	0,034Bb1	0,054Bb2	0,190Ba1
40 – 60	0,103 Bb1	0,499 Aa1	0,163 Bb1	0,062ABb1	0,132Aab2	0,196ABa1
60 – 80	0,014 Dc2	0,534 Aa1	0,150 Bb1	0,046ABb1	0,235Aa1	0,329ABa1
80 – 100	0,013CDb1	0,514ABa1	0,396ABa1	0,027ABb1	0,167ABab1	0,196ABa1
	AH (dag kg⁻¹)					
0-,10	0,906 Aa1	0,866 Ba1	0,665 Cb1	0,621 Aa2	0,770 Aa1	0,737 ABa1
10 – 20	0,858 Aa1	0,900 Ba1	0,763 BCa1	0,672 Aa2	0,688 ABa2	0,698 ABa1
20 – 40	0,753 Ab2	1,172 Aa1	1,340 Aa1	0,715 Aa2	0,586 Ba2	0,710 Aa2
40 – 60	0,575 Bc2	0,845 Bb1	1,227 Aa1	0,280 Bb2	0,345 Cb2	0,567 Ba2
60 – 80	0,505 Bb1	0,593 Cb1	0,781 BCa1	0,246 Ba2	0,284 Ca2	0,396 Ca2
80 – 100	0,566 Bb1	0,914 Ba1	0,852 Ba1	0,146 Ba2	0,189 Ca2	0,296 Ca2
	HUM (dag kg⁻¹)					
0-,10	0,569 Ac2	1,306 Aa1	0,862 BCb1	0,982 Ab1	1,334 Aa1	1,054 Ab1
10 – 20	0,539 Ac2	1,070 Bb1	1,307 Aa1	0,880 ABa1	0,906 Ba1	0,909 Ba2
20 – 40	0,327 Bb2	0,473 Cb2	0,858 Ba1	0,876 ABa1	0,824 BCa1	0,722 Ca1
40 – 60	0,442 Ab2	0,569Cab2	0,743 Ca1	0,731 BCa1	0,781 BCa1	0,669CDa1
60 – 80	0,265 Bc2	1,333 Aa1	0,596 Db1	0,737 Ba1	0,685 CDa2	0,573 Da1
80 – 100	0,276 Bb2	0,564 Ca1	0,499 Da1	0,578 Ca1	0,629 Da1	0,546 Da1

Letras iguais nas colunas (maiúsculas) e nas linhas dentro de cada camada (minúsculas) entre distâncias no mesmo tratamento e números nas linhas entre mesma camada e distância em tratamentos diferentes não diferem significativamente ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quando se comparou cada distância entre consórcios, houve diferença significativa ($p < 0,10$) nas distâncias 8, 4 e principalmente na distância 0 (zero), área de influência direta da leguminosa, onde o consórcio contendo braquiária e sabiá apresentou maiores teores de HUM em todas as camadas. Esse resultado provavelmente pode ser atribuído à adição de resíduos fornecidos pela braquiária e sabiá com maior relação C/N, fazendo com que ocorra uma decomposição mais lenta desse material quando comparado ao fornecido pela consórcio com gliricídia, favorecendo a formação de substâncias de maior estabilidade, como a humina. Graciano (2013) encontrou maior teor de lignina em braquiária consorciada com sabiá que em tratamento com braquiária solteira, conferindo à leguminosa capacidade de disponibilizar nutrientes de forma mais lenta e, por outro lado, contribuir para estocar por mais tempo o carbono no solo, evitando sua liberação rápida para a atmosfera.

Assim como no período seco, houve diferença significativa ($p < 0,10$) entre consórcio x camada x distância para AF, AH e HUM no período chuvoso (Tabela 9).

A mesma tendência ocorreu quanto aos teores de cada fração no solo no período seco, com teores mais baixos de AF, que apresentou diferença significativa entre os consórcios na distância 0 (zero) em todas as camadas, com exceção da camada 80-100 cm. Os baixos teores de AF no consórcio com braquiária + gliricídia mostram que, assim como foi evidenciado pelo Cmic (Tabela 1), ele tem formas de carbono menos humificadas apresentando, portanto, carbono prontamente disponível, e possivelmente ciclagem de nutriente mais rápida do que no consórcio com sabiá.

Tabela 9. Ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina (HUM) no período chuvoso em diferentes distâncias das faixas de leguminosas, em seis camadas de amostragem em dois sistemas consorciados

Camada (cm)	Braquiária + Gliricídia			Braquiária + Sabiá		
	0	4	8	0	4	8
	AF (dag kg⁻¹)					
0-,10	0,070 Aa2	0,049 Aa2	0,066 Aa2	0,514 Aa1	0,234 Ab1	0,219 Ab1
10 – 20	0,038ABab2	0,027 Ab2	0,065 Aa2	0,399 Aa1	0,135 ABb1	0,217Aab1
20 – 40	0,046 ABa2	0,046 Aa1	0,050 Aa2	0,445 Aa1	0,082 Bc1	0,221 Ab1
40 – 60	0,030 Bb2	0,041Aab2	0,063 Aa2	0,405 Aa1	0,225 Ab1	0,349Aab1
60 – 80	0,015 Ba2	0,032 Aa1	0,088 Aa1	0,357 Aa1	0,104 ABa1	0,232 Aa1
80 – 100	0,039 ABa1	0,064 Aa2	0,061 Aa2	0,092 Bb1	0,250 Aa1	0,270 Aa1
	AH (dag kg⁻¹)					
0-,10	0,66 BCa2	0,57 Aa2	0,61 Aa2	1,00 Aa1	0,98 ABa1	0,87 Aa1
10 – 20	0,68 BCa2	0,61 Aa2	0,67 Aa1	1,02 Aa1	0,98 Aa1	0,75 ABb1
20 – 40	0,72 ABa1	0,65 Aa1	0,55 ABa2	0,87 Aa1	0,72 BCa1	0,81 ABa1
40 – 60	0,62 BCa1	0,62 Aa1	0,48 ABa1	0,81 Aa1	0,65 Ca1	0,65 ABa1
60 – 80	0,44 Ca1	0,15 Bb2	0,45 ABa1	0,58 Ba1	0,61 Ca1	0,61 Ba1
80 – 100	0,97 Aa1	0,61 Ab1	0,29 Bc2	0,31 Cb2	0,59 Ca1	0,57 Ba1
	HUM (dag kg⁻¹)					
0-,10	0,64 Aa1	0,62 Aa2	0,62 Aa2	0,43 ABb1	1,22 Aa1	1,08 Aa1
10 – 20	0,58 Aa1	0,73 Aa1	0,41 ABCa2	0,23 ABb1	0,60 Bb1	1,25 Aa1
20 – 40	0,53 Aa1	0,49 ABa1	0,32 BCa1	0,25 ABb1	0,67 Ba1	0,63 Ba1
40 – 60	0,40 Aa1	0,24 Ca2	0,34 Ba2	0,45 ABb1	0,65 Ba1	0,57 Bab1
60 – 80	0,42 Aa1	0,28 BCa2	0,24 Ba2	0,51 Aa1	0,60 Ba1	0,48 Ba1
80 – 100	0,42 Aa1	0,42 Aa1	0,09 Cb2	0,32 Bb1	0,61 Ba1	0,50 Bab1

Letras iguais nas colunas (maiúsculas) e nas linhas dentro de cada camada (minúsculas) entre distâncias no mesmo tratamento e números nas linhas entre mesma camada e distância em tratamentos diferentes não diferem significativamente ao nível de 0,10 de probabilidade pelo teste de Tukey.

O consórcio braquiária + sabiá apresentou os maiores teores de AF, AH e HUM no período chuvoso. Esse sistema pode ter contribuído com a adição de resíduos de decomposição mais lenta, favorecendo o processo de humificação em detrimento do processo de mineralização, contribuindo com a maior resistência à perda de carbono para a atmosfera. De acordo com Aita & Giacomine (2003), a lignina é um dos principais fatores que influenciam a decomposição. Silva et al. (2013), também na zona da mata de Pernambuco, avaliando pastagens de braquiária consorciada com leguminosas forrageiras, encontraram maiores teores de lignina em tratamento com sabiá, isto explica o que provavelmente contribuiu para ocorrência de maior teor de C nas frações húmicas do solo no tratamento com sabiá.

CONCLUSÕES

- Apesar de o experimento ter apenas três anos de implantação, a atividade biológica refletida pelos valores de carbono da biomassa microbiana e respiração basal do solo, comprovam a capacidade desses consórcios em sustentar a microbiota do solo.
- Os maiores teores de C nas frações mais estáveis (AF, AH e HUM) no consórcio com sabiá o destacam como um sistema com maior eficiência de reter carbono.
- O sistema silvipastoril apresentou EC semelhante a outros sistemas de manejo, mas não se descarta possibilidade de maior retenção de C em uma avaliação do experimento a longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEF, K. & NANNIPIERI, P. (Eds.). *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. London: Academic Press, 1995, 576p.
- AITA, C. e GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, p. 601-612, 2003.
- ANDERSON, J.P.E.; DOMSCH, K.H. Determination of ecophysiological maintenance carbon requirements of soil microorganisms in dormant state. *Biology Fertility Soils*, Berlin, v.1, n.1, p.81-89, 1985.
- BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; FIGUEIREDO, S.R.;KLAUBERG-FILHO, O. Efeito do monocultivo de Pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol.29, n.5, pp. 715-724, 2005.
- BRASIL, S.d.D.A.-M.d.A.P.e.A., Instrução Normativa Nº10, de 21 de março de 2006, in *Diário Oficial da União - Seção 1*. 2006, Imprensa Nacional: Brasília.
- CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; ALVIM, M. J. Características de algumas leguminosas arbóreas adequadas para a associação com pastagens. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. 24 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 64).
- COSTA, O.V.; COSTA, L.M.; FONTES, L.E.F.; ARAUJO, Q.R.; KER, J.C.; NACIF, P.G.S. Cobertura do solo e degradação de pastagens em área de domínio de Chernossolos no sul da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.843-856. 2000.
- COSTA, O.V.; CANTARUTTI, R.B.; FONTES, L.E.F.; COSTA, L.M.; NACIF, P.G.S.; FARIA, J.C. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de Tabuleiro Costeiro no Sul da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.1137-1145. 2009.
- CPRH, Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. Diagnóstico sócio ambiental do litoral norte de Pernambuco. Recife, 214p. 2003.
- D'ANDRÉA, A. F. et al. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do Cerrado no sul do estado de Goiás. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, p. 913-923, 2002.
- DIAS FILHO, M.B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 3., 2007. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190 p.

- EIRAS, P.P.; COELHO, F.C. Adubação verde na cultura do milho. Manual Técnico, 28, ISSN 1983-5671, 2010.
- EMBRAPA – CNPS. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa – SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p. 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: 1997.
- FONTANA, A.; Pereira, M. G.; Loss, A.; Cunha, T. J. F.; Salton, J. C. Atributos de fertilidade e frações húmicas de um Latossolo Vermelho no Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, p.847-853. 2006.
- GRACIANO, E. S.A. Atividade microbiana e decomposição de serrapilheira em pastagens consorciadas na zona da mata seca de Pernambuco. – Recife, UFRPE, 2013. 145 p. (Tese de Doutorado).
- 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.
- ISLAM, K.R. & WEIL, R.R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. Agriculture, Ecosystems & Environment 79:9-16, 2000.
- 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, 359p., 1973.
- MACHADO, F. A. Avaliação de pastagens de Brachiaria decumbens Stapf consorciadas com leguminosas na Zona da Mata Seca de Pernambuco. 2011, 132 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.
- MATIAS, M. C. B.; SALVIANO, A. A. C.; Leite, L. F. C.; GALVÃO, S. R. S. Propriedades químicas em Latossolo Amarelo de Cerrado do Piauí Sob diferentes sistemas de manejo. Revista Ciência Agronômica, v.40, p.356-362, 2009.
- METAY, A.; MOREIRA, J.A.A.; BERNOUX, M.; BOYER, T.; DOUZET, J.; FEIGL, B.; FELLER, C.; MARAUX, F.; OLIVER, R.; SCOPEL, E. Storage and forms of organic carbon in a no-tillage under cover crops system on clayey Oxisol in dryland rice production (Cerrados, Brazil) Soil and tillage research, v.94, p.122-132. 2007.
- MERCANTE, F. M.; FABRICIO, A. C.; MACHADO, L. A. Z.; SILVA, W. M. Parâmetros microbiológicos como indicadores de qualidade do solo sob

sistemas integrados de produção agropecuária. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004.

- MUNDUS, S.; MENEZES, R.S.C.; NEERGAARD, A.; GARRIDO, M.S. Maize growth and soil nitrogen availability after fertilization with cattle manure and/or gliricidia in semiarid NE Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v.82,n.1, p.61-73. 2008.
- OLIVEIRA, F. O, SANTOS, M. V. F, LINS, M. M. et al., Composição botânica e solo descoberto de pastagens de brachiaria decumbens sob diferentes lotações animais. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5, 2008, Aracajú, Anais... SNPA, [2008] (CD-ROM).
- PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; BEUTLER, S. J.; TORRES, J. L. R. Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 45, n. 5, p. 508-514, 2010.
- PIMENTEL, R. M. Propriedades físicas, carbono e nitrogênio do solo em sistemas agropecuários. Lavras: UFLA, 2012. 99 p. (Dissertação mestrado).
- RIGOLIN, I. M.; SANTOS, H. S.; CALONEGO, J.C.; TIRITAN, C.S. Estoque de carbono do solo em sistemas vegetais com manejo agrícola diferenciado no Oeste paulista. *Colloquium Agrariae*, v. 9, n.2, p.16-29, 2013.
- SILVA, I.R. & MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, G.N.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, B. & NEVES, J.C.L., eds. *Fertilidade do solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.275-374.
- SILVA, A.B., M.A. LIRA, J.C.B.DUBEUX JR, M.V.B. FIGUEIREDO, AND R.P.VICENTIN. 2013. Soil litter stocks and fertility after planting leguminous shrubs and forage trees on degraded signal grass pasture. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 37:502-511.
- STEVENSON, F.J. *Humus Chemistry: Genesis, composition, reactions*. New York, Willey & Sons Inc., 1994.496 p.
- SWIFT, R. S. Method for extraction of IHSS soil fulvic and humic acids. In: SPARK, K. M.; WELLS, J. D.; JOHNSON, B. B. *Methods of soil analysis*. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p. 1018-1020.
- WOLFINGER, R. and M. CHANG, Comparing the SAS® GLM and MIXED procedures for repeated measures, in *SAS Statistics & Operations Research Papers*. 2006, SAS Institute: Cary.
- YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Comm. Soil Science Plant Anal.*, 19:1467-1476, 1988.