

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

MARIANA BRITO SILVA

**ESTOQUES DE CARBONO E NITROGÊNIO E DISPONIBILIDADE DE
NUTRIENTES EM SISTEMAS SILVIPASTORIS EM REGIÃO
TROPICAL SUB-ÚMIDA**

Recife

2017

Mariana Brito Silva
Engenheira Agrônoma

**Estoques de carbono e nitrogênio e disponibilidade de nutrientes em sistemas
silvipastoris em região tropical sub-úmida**

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

Orientador: Prof. Dr. Mario de Andrade Lira Junior

Recife
2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586e Silva, Mariana Brito.
Estoques de carbono e nitrogênio e disponibilidades de nutrientes em sistemas silvipastoris em região tropical sub-úmida / Mariana Brito Silva. – 2017.
72 f. : il.

Orientador: Mario de Andrade Lira Junior.
Coorientador: Giselle Gomes Monteiro Fracetto.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, Recife, BR-PE, 2017.
Inclui referências.

1. Leguminosas 2. Fertilidade 3. Degradação 4. Pastagens I.Lira Junior, Mario de Andrade, orient. II. Fracetto, Giselle Gomes Monteiro, coorient. III. Título

CDD 630

MARIANA BRITO SILVA

**Estoques de carbono e nitrogênio e disponibilidade de nutrientes em sistemas
silvipastoris em região tropical sub-úmida**

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

Aprovada em 28 de Agosto de 2017

Prof. Dr. Mario de Andrade Lira Junior

Orientador

Universidade Federal Rural de Pernambuco

BANCA EXAMINADORA

Dra. Ana Dolores Santiago de Freitas

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dr. Dário Costa Primo

Universidade Federal de Pernambuco

Dedico

A minha mãe e melhor amiga Janice, e ao meu pai guerreiro Mariano (*In memoriam*) que sempre acreditaram em mim, me amaram e lutaram para que eu realizasse meus sonhos...

Agradecimentos

A Deus, por ter me dado força, para concluir mais uma etapa de meus sonhos, que me fez não ter desistido nos momentos mais difíceis dessa trajetória!

A minha mãe, companheira e melhor amiga “Janice Brito Silva”, que está comigo em todas as horas de minha vida, me apoiando. E a meu pai Mariano (*in memoriam*), que mesmo sem presença física, nunca deixou de fazer parte da minha vida.

Aos meus irmãos Ferdnando, Diêgo, Jamerson e Lucas, por todo o amor e apoio em todos os momentos, principalmente por terem estado com nossa mãe, nos momentos em que eu não pude estar presente. Amo vocês!

Ao meu namorado Marcelo Castro, por todo amor, apoio e conselho, nas horas de desânimo no final dessa jornada.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, por todo o conjunto que recebi, desde o conhecimento, até os cuidados com alimentação e saúde ao qual tive acesso, esse apoio foi de grande importância.

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

Ao meu orientador, Dr. Mario de Andrade Lira Junior, por ter acreditado em minha capacidade, e por todo apoio dado a mim, para a realização deste curso.

A minha coorientadora, Dra. Giselle Gomes Monteiro Fracetto, pelo apoio às pesquisas em laboratório, e também por seus conselhos durante a defesa do projeto, de como a pesquisa tem um grande papel não só na Ciência, mas também no crescimento pessoal e profissional do pesquisador. Além, de como responsável pelo laboratório de Microbiologia e Bioquímica do Solo, pela disponibilização em realizar as análises de minha dissertação.

Ao Departamento de Agronomia da UFRPE, pela disponibilidade em liberar o uso de equipamentos dos laboratórios.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) e seus funcionários, pela disponibilização da área experimental e pelo apoio com mão-de-obra, transporte dentro e fora da Estação Experimental de Itambé-PE. A Silvio, em especial, por todo o apoio.

Ao Pós-Doutorando Felipe Cury Fracetto, por toda ajuda na realização das análises laboratoriais e demais atividades de minha pesquisa.

Ao professor Rômulo Menezes, responsável pelo laboratório de Fertilidade do Solo, do Departamento de Energia Nuclear, da Universidade Federal de Pernambuco, pela disponibilidade para que eu pudesse realizar algumas análises de minha dissertação.

Ao Pós-Doutorando Dário Primo, e ao técnico de laboratório Gilberto Nascimento, por toda a paciência e ensinamentos de laboratório a mim repassados, meu muito obrigado.

Aos técnicos de laboratório Simone Lins e Pedro Lucena, com quem sempre pude contar nas dificuldades da realização das análises, por eu sempre encontrar o apoio de vocês nas horas mais difíceis.

A CAPES, pelo apoio financeiro.

As minhas amigas de jornada na pesquisa, Adeneide Cândido, Jaci Santana, Cybelle Oliveira, Vanessa Dina, Alane Danielle, vocês tornaram os meus dias mais felizes dentro da UFRPE, uma sala onde encontrávamos apoio e carinho umas das outras.

A Tainá, pela ajuda inicial no período de pesquisa.

As minhas amigas de casa, Kelly Maia e Ananda Rosa, por terem preenchido o vazio que é estar longe da família.

Aos meus amigos Marcondes Andrade e Felipe Rodrigues, por toda a disponibilidade em me ajudar e me divertir na realização dos trabalhos.

A Socorro, nossa mãe dentro do programa, que sempre está pronta a nos ajudar.

Ao Zeca pelos ensinamentos a mim repassados durante a preparação das amostras de solo.

A toda família Ciência do Solo da UFRPE, meu muito obrigado!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação mensal na estação experimental do IPA, no município de Itambé-PE, no período de novembro de 2015 à maio de 2016. Fonte: APAC, 2017.....32

Figura 2. Representação da parcela experimental, contendo 14 filas duplas de leguminosas arbóreas consorciadas com *B. decumbens*.....33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização do solo da área experimental antes da introdução das espécies leguminosas.....	32
Tabela 2: Valores de densidade do solo dos tratamentos avaliados.....	34
Tabela 3. Carbono da biomassa microbiana (C-BMS) durante período seco e chuvoso em diferentes distâncias da faixa das leguminosas nos três sistemas avaliados.....	39
Tabela 4. Respirometria do solo (RBS) durante período seco e chuvoso em diferentes distâncias da faixa das leguminosas, nos três sistemas avaliados.....	41
Tabela 5. Quociente metabólico (qCO ₂) durante período seco e chuvoso em diferentes distâncias da faixa das leguminosas nos três sistemas avaliados.....	44
Tabela 6. Carbono orgânico total (COT) durante período seco e chuvoso em diferentes distâncias da faixa das leguminosas nos três sistemas avaliados.....	46
Tabela 7. Nitrogênio total (NT) durante período seco e chuvoso em diferentes distâncias da faixa das leguminosas nos três sistemas avaliados.....	48
Tabela 8. Estoque de Carbono (EST C) durante período seco e chuvoso em diferentes distâncias da faixa das leguminosas nos três sistemas avaliados.....	52
Tabela 9. Estoque de Nitrogênio (EST N) durante período seco e chuvoso em diferentes distâncias da faixa das leguminosas nos três sistemas avaliados.....	53
Tabela 10. Ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina (HUM) no período seco em diferentes distâncias das faixas de leguminosas nos três sistemas avaliados.....	55
Tabela 11. Ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina (HUM) no período chuvoso em diferentes distâncias das faixas de leguminosas nos três sistemas avaliados.....	56

Tabela 12: Fósforo (P) no período seco e chuvoso em diferentes distâncias das faixas de leguminosas nos três sistemas avaliados.....	57
Tabela 13: Potássio (K) no período seco e chuvoso em diferentes distâncias das faixas de leguminosas nos três sistemas avaliados.....	58
Tabela 14: Cálcio (Ca) no período seco e chuvoso em diferentes distâncias das faixas de leguminosas nos três sistemas avaliados.....	59
Tabela 15: Magnésio (Mg) no período seco e chuvoso em diferentes distâncias das faixas de leguminosas nos três sistemas avaliados.....	60

Estoques de carbono e nitrogênio e disponibilidade de nutrientes em sistemas silvipastoris em região tropical sub-úmida

RESUMO

A pecuária é uma atividade de uso extensivo de grandes áreas de produção, que com o manejo incorreto das pastagens, como a ausência de reposição de nutrientes, torna-se o principal responsável pela alta proporção de pastagens degradadas observada em todas as regiões do Brasil. Assim, os sistemas silvipastoris, que integram em uma mesma área espécies arbóreas, pastagens e animais, estão sendo adotados para melhorar os atributos microbiológicos, químicos e físicos do solo, visando o aumento de produtividade agrícola. Neste trabalho, foi determinado os estoques de carbono e nitrogênio, avaliada a disponibilidade de nutrientes e atividade microbiana em solo cultivado com braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) em consórcio com gliricídia (*Gliricida sepium* Jacq. Steud) e sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) na zona da Mata de Pernambuco. Foram coletadas amostras de solo em época seca e chuvosa, até 100 cm de profundidade aos 0, 4 e 8 m de distância da faixa de leguminosa para análises químicas, e até 20 cm em pontos de 0, 2, 4, 6, e 8 m de distância da faixa de leguminosa, para análises microbiológicas. Foi determinado o estoque de carbono e nitrogênio e avaliado os teores de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (N-total), carbono da biomassa microbiana (C-BMS), teores de macro elementos e realizado o fracionamento da matéria orgânica desses solos. Para o C-BMS, o monocultivo de braquiária e o consórcio com gliricídia e sabiá foram semelhantes estatisticamente na profundidade 0-10 cm. A respiração basal no tratamento com braquiária foi superior à dos demais manejos na profundidade 0-10 cm. Para o quociente metabólico, os tratamentos de monocultivo de braquiária consorciada com gliricídia e sabiá, apresentaram comportamento semelhante. O consórcio de braquiária e sabiá apresentou valores de COT significativamente superior na camada 0-10 cm, nas duas épocas avaliadas. No consórcio entre braquiária e sabiá, apenas a distância de 4 m apresentou menores valores de N total. O consórcio de braquiária com sabiá apresentou maiores valores nos estoques de C em todas as distâncias da faixa de leguminosa. Na quantificação de carbono das frações da matéria orgânica, o tratamento braquiária + gliricídia apresentou maiores valores nas frações de ácidos húmicos e fúlvicos. Já na fração humina, a braquiária foi superior aos consórcios com gliricídia e sabiá. Percebe-se que ao longo desses sete anos, a partir da implantação, os três manejos adotados assemelharam-se na atividade biológica do solo, mas, para os valores de C e N total o consórcio com as leguminosas proporcionaram os maiores valores. O consórcio com sabiá demonstrou potencial quanto ao estoque de C no solo. Já para C nas frações da matéria orgânica, braquiária e gliricídia foram superiores aos demais manejos. A adoção de leguminosas em sistema silvipastoril, foram superiores quanto aos valores de N total e estoque de N em época chuvosa.

Palavras-chave: Leguminosas. Fertilidade. Degradação. Pastagens.

Carbon and nitrogen stocks and nutrient availability in silvopastoral systems in a tropical sub-humid region

ABSTRACT

Livestock is an activity of extensive use of large production areas without replacement of soil fertility, and may contribute to the degradation of pastures. Thus, silvopastoral systems, which integrate in the same area, tree species, pastures and animals are being adopted to improve the microbiological, chemical and physical attributes of the soil, aiming to increase agricultural productivity. In this aspect, the carbon stock, the nutrient cycling and microbial activity was evaluated in the soils of *Brachiaria decumbens* Stapf. in a consortium with Gliricidia (*Gliricida sepium* Jacq. Steud) and Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) in the Forest Zone Pernambuco area. Soil samples were collected in dry and rainy seasons up to 100 cm depth at 0, 4 and 8 m of legume range for chemical analysis, and up to 20 cm at 0, 2, 4, 6, and 8 m from the legume range, for microbiological analyzes. It was determined the carbon stock and evaluated the carbon and total organic nitrogen contents (CTO and N-total), carbon of the soil microbial biomass (C-SBM), macro element contents and the fractionation of the organic matter of these soils. The microbial activity was based on basal respiration of the soil (BRS), allowing to evaluate the metabolic quotient. For the C-SBM, the *Brachiaria* monoculture and the consortium with Gliricidia and Sabiá were statistically similar in depth 0-10 cm, already in BRS. The value of basal respiration in the treatment of *brachiaria* was superior to the other treatments at depth 0 -10 cm, and the biological evaluations, for the metabolic quotient, *Brachiaria* monoculture treatments consortium with Gliricidia and Sabiá presented similar behavior. For the quantification of CTO, the consortium of *Braquiária* and Sabiá had values significantly higher in the 0-10 cm layer, both in the dry season and in the rainy season. For the treatment of consortium between *Braquiária* and Sabiá, only the distance of 4 m showed lower values of total N. The *Braquiária* consortium with Sabiá showed higher values in C stocks at all distances of the legume range. In the quantification of Carbon of the organic matter fractions, the *Brachiaria* + Gliricidia treatment presented higher values in humic and fulvic acid fractions. In the humina fraction, the *Braquiária* was superior to the consortiums with Gliricidia and Sabiá. It is noticed that during the seven years, from the implantation, the three managements adopted resembled the biological activity of the soil, but, for the values of C and N total, the consortium with the legumes provided the highest values. The consortium with Sabiá demonstrated potential for soil C inventory. Already for C in the organic matter fractions, *Brachiaria* and Gliricidia were superior to the other treatments.

Keywords: Legumes. Fertility. Agrosilvopastoral. Degradation. Pasture.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	19
1.1- Hipótese.....	20
1.2- Objetivo Geral.....	21
1.3- Objetivos Específicos:.....	21
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
2.1- Sistema Silvopastoril.....	22
2.2- Contribuição da disponibilidade de nutrientes em sistema silvipastoril.....	23
2.3- Contribuição das leguminosas em sistema silvipastoril.....	25
2.4- Aspectos de sequestro de carbono no solo no sistema silvipastoril entre leguminosas e gramíneas.....	27
3- MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1- Área experimental.....	31
3.2- Coleta e análises das amostras de solo.....	33
3.3- Análise estatística.....	36
4- RESULTADOS e DISCUSSÃO.....	37
4.1- C-BMS.....	37
4.2- Respiração basal do solo.....	40
4.3- Quociente metabólico.....	42
4.4- Carbono e Nitrogênio orgânico total.....	45
4.5- Estoque de C e N no solo.....	49
4.6- Frações da matéria orgânica do solo.....	53
4.5- Macroelementos.....	57
5- CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

1. INTRODUÇÃO

A economia brasileira tem grande influência da atividade da agropecuária, dentre elas, destaca-se a criação de gado de corte e de leite. Sabe-se que essa atividade demanda grandes áreas de pastagem, que representa a base de exploração pecuária, e em sua maioria, a espécie de maior utilização é a braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf). Um problema que tem gerado bastante atenção nessa atividade é o crescimento de áreas de pastagem em estágio de degradação significantes, diminuição de produtividade, sendo muitas vezes abandonadas e havendo a necessidade de se buscar novas áreas para a implantação de pastagens. Nesse aspecto, essa degradação pode ocorrer por diversos fatores como escolha inadequada de espécies de forrageiras, época de semeadura inadequada, erro em taxa de lotação de animais, mas o principal fator dá-se pelo uso inadequado do solo, com implantação de pastagem sem adubação, tornando o solo cada vez mais empobrecido, e inexistência de adubação de manutenção da fertilidade do solo. Uma ferramenta que vem sendo testada para reverter esse problema, é a implantação de sistemas silvipastoris, citada como opção ambientalmente mais aceitável para o estabelecimento de novas pastagens, ou para a recuperação de pastagens degradadas. Esse sistema integra numa mesma área, espécies arbóreas ou arbustivas, pastagem e animais.

A presença de espécies arbóreas integradas com a pastagem traz ao ambiente benefícios com decomposição da serrapilheira e liberação de nutrientes necessários e ciclagem de nutrientes, gerando um desenvolvimento e produtividade da pastagem, além da conservação do solo e dos recursos hídricos, a promoção do sequestro de C e o aumento da biodiversidade. Outro fator importante é a criação de um microclima, que o desenvolvimento da copa das árvores gera devido a redução da radiação solar, podendo tornar a temperatura mais amena, aumentar a umidade do ar, reduzir a taxa de evapotranspiração e aumentar a umidade do solo. A existência de espécies arbóreas apresenta outro fator de relevância para a melhoria do solo de pastagem, através do sistema radicular, com a melhoria das propriedades físicas, como porosidade, infiltração e capacidade de retenção de água, além de utilizar nutrientes de horizontes mais profundos do solo na produção de biomassa e devolvê-lo a superfície do solo por meio da decomposição da serrapilheira.

A introdução de leguminosas no arranjo do sistema silvipastoril é de grande relevância, devido a capacidade que essas espécies possuem de absorver nitrogênio por meio da simbiose com bactérias que possuem a capacidade de fixar N atmosférico. Essa técnica

contribui com a diminuição do uso de adubos nitrogenados, podendo proporcionar uma maior produtividade às terras agrícolas, reduzir o custo de produção e melhorar a fertilidade do solo.

Outro fator importante na adoção de sistemas silvipastoris está relacionado ao sequestro de C, e vem sendo apontado como uma alternativa mitigadora das mudanças climáticas. Regiões tropicais com a presença de espécies arbóreas apresentam maior potencial de dreno de C, devido à maior biomassa depositada anualmente na forma de manta orgânica e de raízes mortas. A quantidade de C presente no solo está amplamente relacionada ao processo de decomposição da biomassa por atividades dos microrganismos, essa biomassa presente no material vegetal e no solo atua como reservatório capaz de promover a acumulação de grandes quantidades de C em seus compartimentos.

Através da cobertura do solo, da incorporação de material vegetal e suprimento de N do solo, as leguminosas arbóreas se fazem componentes eficientes na recuperação de áreas degradadas. O sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) apresenta baixa exigência em fertilidade e umidade dos solos, desenvolve-se bem, inclusive em áreas muito degradadas, sendo uma espécie amplamente utilizada na formação de cercas vivas e de quebra-ventos em diversas regiões do Brasil. A gliricídia (*Gliricidia sepium*), é uma das espécies mais utilizadas nos trópicos, especialmente pelos produtores de pequenas propriedades, pois é uma planta adaptada a solos pobres e ácidos, utilizada para sombreamento de culturas, adubação verde, cerca viva e quebra-vento. Ambas são bons exemplos de espécies a serem inseridas em sistemas silvipastoris.

Os sistemas silvipastoris revelam-se como suporte da sustentabilidade no manejo de pastagem, ciclagem de nutrientes, responsável por manter o solo produtivo, pois eleva o teor de matéria orgânica, aumenta a diversidade dos organismos do solo, sendo mais eficientes na utilização da água, luz e nutrientes, demonstrando benefícios na adoção desse sistema.

1.1- Hipótese

A introdução de leguminosas em sistema silvipastoril contribui com maior disponibilidade de nutrientes para o solo e a forragem, favorecendo o aumento do estoque de carbono e nitrogênio e aporte de matéria orgânica no solo.

1.2- Objetivo Geral

Avaliar o estoque de carbono e nitrogênio, e a disponibilidade dos principais nutrientes no solo em área de pastagem a partir da adoção de sistema silvipastoril com a introdução de leguminosas.

1.3- Objetivos Específicos:

- Verificar o comportamento dos principais nutrientes a partir da utilização de sistema silvipastoril em época chuvosa e época seca;
- Obter os teores de K, P, Mg e Ca para avaliar a disponibilidade de nutrientes;
- Avaliar o estoque de C na pastagem;
- Estimar C da biomassa microbiana;
- Estimar respiração basal do solo;
- Avaliar o fracionamento e quantificação da matéria orgânica, através da obtenção de ácidos húmicos, fúlvicos e humina.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- Sistema Silvipastoril

Segundo dados da Embrapa (2014), o Brasil é atualmente o segundo maior produtor e o maior exportador mundial de carne bovina. Praticamente toda a produção brasileira de carne bovina tem como base as pastagens, garantindo baixos custos de produção.

De acordo com estimativas do Censo Agropecuário Brasileiro 2006 (EMBRAPA, 2014), a área total de pastagens (naturais e plantadas) no Brasil é de 172,3 milhões de hectares. A produção animal em regime de pastagens, nos trópicos brasileiros, caracteriza-se pelo extrativismo, em que adoção de tecnologias e uso intensivo em capital restringe-se a um pequeno conjunto de produtores.

Na atividade pecuarista, há um grande problema que é a degradação das pastagens. Essa degradação é consequência de vários fatores que atuam isoladamente ou em conjunto, como preparo incorreto do solo, escolha errada da espécie forrageira, uso de sementes de baixa qualidade, má formação inicial, manejo inadequado e, principalmente, em razão da não-reposição dos nutrientes retirados no processo produtivo, por exportação pelos animais, erosão, lixiviação e volatilização ao longo dos anos. A persistência desse processo culmina com a degradação do solo e dos recursos naturais, com prejuízos irrecuperáveis para toda a sociedade (PERON; EVANGELISTA, 2004; LIRA et al., 2006).

De uma maneira geral, qualquer alternativa para reduzir ou evitar o processo de degradação da pastagem passa pela reposição de nutrientes ao solo, uma vez que a baixa fertilidade do solo figura entre os principais problemas de alguns ecossistemas, sendo o declínio da fertilidade um dos principais fatores de degradação (LIRA et al., 2006).

O uso de fertilizantes e corretivos pelos pecuaristas é muito limitado, apesar de ser uma maneira efetiva de repor nutrientes no sistema e, potencialmente, garantir a sustentabilidade do sistema de produção (BARCELLOS, 2008).

Pastagens, de forma geral, são ecossistemas com limitação de nutrientes. Nitrogênio e fósforo podem ser considerados elementos dos mais limitantes em pastagens de zona de clima quente, alta pluviosidade, solos com alto grau de intemperismo e elevada acidez. Mesmo em zonas temperadas, N, P e K limitam o crescimento de forrageiras (DUBEUX et al., 2015), sendo o N o elemento mais limitante para a produção de pastagens.

Técnicas estão sendo utilizadas para minimizar os efeitos negativos e melhorar as características físicas e químicas das pastagens, refletindo na produtividade das pastagens em termo de produção de forragem para os animais.

De acordo com Barcellos (2008), a intensificação dos sistemas de produção silvipastoris que é a combinação de árvores, pastagem e gado numa mesma área e ao mesmo tempo, e manejados de forma integrada é apontada como uma das alternativas de exploração sustentável, minimizando a pressão sobre a abertura de novas áreas para produção agropecuária.

Sistemas silvipastoris têm despontado, recentemente, como importante alternativa para melhorar a eficiência da ciclagem de nutrientes em pastagens. Os sistemas agroflorestais podem ser classificados de acordo com a composição e variações dos arranjos em: sistemas agrossilviculturais (combinam árvores com cultivos agrícolas anuais), agrossilvipastoris (combinam árvores com cultivos agrícolas e animais) e silvipastoris (combinam árvores, pastagens e animais) (APOLINÁRIO, 2014). A introdução de árvores com sistema radicular profundo em pastagens de gramíneas apresenta vantagens, como exploração de diferentes camadas do solo, aumentando a eficiência na aquisição de água e nutrientes, mas também na redução das perdas por lixiviação (DUBEUX et al., 2015), descompactação entre outros. Nesses sistemas almeja-se a obtenção de produtos de origem animal e vegetal, como carne, leite e madeira (ALLEN et al., 2011; RANGEL et al., 2008) e o aumento no sequestro de carbono da atmosfera (BARCELLOS, et al., 2008).

2.2- Contribuição da disponibilidade de nutrientes em sistema silvipastoril

O processo de ciclagem de nutrientes consiste na dinâmica dos diferentes elementos (N, P, K, etc.) entre os compartimentos da pastagem (ecossistemas do solo, planta, animal e a atmosfera). Nesta dinâmica, incluem-se distintos processos de entradas de nutrientes, tais como fixação de N₂, adubação, suplementação e de saídas, tais como volatilização, percolação, imobilização e exportação via produtos animais dos nutrientes de um compartimento para o outro (LIRA et al., 2006).

A matéria orgânica do solo é o principal reservatório de nutrientes no sistema solo/planta/animal, entretanto, devido à sua baixa taxa de mineralização anual ou baixo teor de nutrientes no solo de pastagem, pode não ser a principal fonte de nutrientes disponível para o crescimento vegetal, principalmente em sistemas mais intensivos de exploração (DUBEUX

JR. et al., 2004; LIRA et al., 2006). Decomposição de resíduos e excreta animal são fontes importantes de nutrientes na pastagem devido a maior taxa de decomposição anual, quando comparados com a matéria orgânica do solo.

No processo de ciclagem de nutrientes, a serrapilheira, material vegetal depositado sobre a superfície do solo, resultante da senescência de folhas, ramos, frutos e partes reprodutivas dos vegetais, é o fator inicial para ocorrer a ciclagem. A senescência e abscisão das folhas são partes do processo, através dos quais os ciclos bioquímicos e biogeoquímicos, respectivamente, se completam. O ciclo bioquímico representa o movimento de translocação de nutrientes nos tecidos velhos para os tecidos novos da planta, já o ciclo biogeoquímico compreende os processos de transferência de nutrientes dentro do sistema solo-planta ou seja, as formas de entrada e saída de nutrientes do solo (SILVA, 2009). A serrapilheira ou liteira é um importante compartimento de nutrientes para ecossistemas de pastagens (DUBEUX et al., 2006; SILVA, 2009).

As camadas de serrapilheira e raízes finas que se acumulam sobre a superfície do solo estão sujeitos a decomposição pelos microrganismos, além da micro, meso e macrofauna. A decomposição da matéria orgânica permite a liberação de nutrientes e a produção de compostos orgânicos altamente resistentes, que constituem os húmus. Os compostos húmicos acumulam-se sob a serrapilheira e compõem a matéria orgânica do solo. A dinâmica do estoque de C no solo pode ser dividida em dois estágios: processos liberadores de nutrientes pela ciclagem rápida de parte da serrapilheira, e processos mais lentos de produção, acumulação e ciclagem de húmus (PARRON, 2004).

A dinâmica de decomposição dos resíduos é, por sua vez, determinada pela natureza de seus constituintes, assim denominados: lábil e recalcitrante, isto é, de fácil e de difícil decomposição, respectivamente, determinados pelos teores de celulose e de lignina (ANGHINONI et al., 2011). Porém, muitos outros fatores interferem na decomposição da serrapilheira, entre eles a prática de adubações, presença de animais, enzimas e microrganismos (DUBEUX et al., 2006).

Nutrientes retornados via serrapilheira são distribuídos de forma mais uniforme, todavia, a elevada relação C/N da serrapilheira de gramíneas tropicais pode resultar na imobilização de N, resultando na menor disponibilização deste para as plantas e, conseqüentemente, reduzindo o potencial produtivo das forrageiras (CANTARUTTI et al., 2002; DUBEUX et al., 2015). A introdução de leguminosas arbóreas (*Gliricidia sepium* e *Mimosa caesalpinifolia*) em pastagem de *Brachiaria decumbens* melhorou a qualidade da

serrapilheira, sendo a deposição de serrapilheira dessas leguminosas, importante via de retorno de N para o solo. Com a introdução das leguminosas, após dois anos, observou-se aumento dos teores de N total na serrapilheira e redução das relações C:N (SILVA et al., 2013).

Muitos trabalhos têm sido realizados com a hipótese da gramínea (C4) se beneficiar com a introdução de leguminosas (C3) no sistema, pela fixação biológica de N₂ atmosférico, excreção direta dos compostos nitrogenados pelas raízes ou pela decomposição da serrapilheira (DIAS et al., 2007; SILVA, 2009).

A qualidade e quantidade de nutrientes disponibilizados via serrapilheira, é dependente das taxas nutricionais do material depositado. Além disso, as condições climáticas e fenológicas, entre outros, afetam a produção de serrapilheira e ciclagem dos nutrientes (POGGIANI; SCHUMACHER, 2000; PIMENTA et al., 2011).

2.3- Contribuição das leguminosas em sistema silvipastoril

O nitrogênio é o componente mais abundante na atmosfera, encontrando-se numa forma combinada N₂ que as plantas não são capazes de utilizar. Na maioria dos sistemas terrestres, é o elemento químico mais limitante para o crescimento vegetal (VITOUSEK et al., 1997; COLLETA, 2010). As plantas requerem nitrogênio em quantidade superior a qualquer outro nutriente mineral, e a disponibilidade deste nutriente geralmente limita a produtividade das plantas em muitos ecossistemas naturais e agrícolas (EPSTEIM; BLOOM, 2005; COLLETA, 2010).

O crescimento das plantas é induzido pela adição de grandes quantidades de adubos orgânicos, fertilizantes nitrogenados ou pelo processo natural de fixação biológica de nitrogênio (FBN), que constitui a quebra da ligação tripla de N₂ atmosférico. No entanto, apenas uma parcela relativamente pequena de espécies de procariotos possui a enzima nitrogenase que é capaz de reduzir o N₂ biologicamente disponível. Esses organismos são chamados de fixadores de N₂ ou diazotróficos e são eles os mediadores do processo de FBN, que na sua maioria, envolve as formas de simbiose microrganismo-planta vascular (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006; COLLETA, 2010).

A FBN é a principal via de inclusão do N atmosférico no sistema solo-planta (170 x 10 kg de N/ano) (PEOPLES; CRASWELL, 1992; BARCELLOS, 2008), sendo as leguminosas

verdadeiras biofábricas consumidoras de energia limpa e renovável cuja linha de produção é de interesse para muitos sistemas de produção animal e vegetal (BARCELLOS, 2008).

A simbiose rizóbio-leguminosa forma nódulos radiculares, que são estruturas nas raízes habitadas por microrganismos específicos como as bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* que fixam N₂ atmosférico. Nessa relação o microrganismo (rizóbio) utiliza a planta (leguminosa) como fonte de C enquanto libera o N fixado que será convertido em N orgânico e utilizado pela planta ou liberado como N inorgânico reduzido (NH₄₊) (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A introdução de leguminosas em pastagens é uma alternativa para minimizar via FBN a deficiência de N nesses ecossistemas, problemas com fertilidade dos solos, aumentar o teor de proteína ingerida pelos animais e na serrapilheira sobre à superfície dos solos e diminuir os processos de degradação (FREITAS et al., 2011). Além disso, leguminosas também podem trazer benefícios ambientais ao sequestrar C contribuindo na redução da emissão de gases causadores do efeito estufa com aumentos nos estoques de C no solo (BARCELLOS et al., 2008).

Lira et al. (2006) defenderam a introdução de leguminosas fixadoras de N na pastagem já que ao simularem o efeito de diferentes práticas de manejo sobre a quantidade de N reciclado e a capacidade de suporte, estimaram uma fixação em torno de 60 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ pelas leguminosas, sem esquecer que proporciona uma serrapilheira de maior qualidade.

A introdução de leguminosas fixadoras de nitrogênio em pastagens pode contribuir para o enriquecimento da forragem produzida, uma vez que normalmente essas espécies têm elevado teor de proteínas, bem como para melhoria da fertilidade dos solos, aumentando o rendimento de outras culturas. Em alguns casos, solos da região semiárida são pobres em nitrogênio (FREITAS et al., 2011), e a utilização de fertilizantes químicos é inacessível à maioria dos agricultores, sendo o uso de leguminosas uma alternativa acessível.

Silva et al. (2013), em seu trabalho de pesquisa em área de pastagem de braquiária utilizando o esquema de sistema silvipastoril com a introdução de leguminosas como o sabiá e gliricídia, obteve resultado de que as leguminosas apresentaram grande deposição de serrapilheira. Resultados semelhantes foram observados por Costa et al. (2004), no qual a deposição de gliricídia foi de 3,3 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ e 8,8 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ no sabiá, sugerindo maior acúmulo de serrapilheira existente para o sabiá. Quanto ao teor de N da serrapilheira, o sabiá apresentou 12,3 Kg⁻¹ e a gliricídia 11,4 Kg⁻¹, onde constatou-se que os elevados teores de N

total no sabiá, somados à maior massa de serrapilheira depositada, permitiram maiores conteúdos de N presente nas faixas cobertas com essa matéria verde.

2.4- Aspectos de sequestro de carbono no solo no sistema silvipastoril entre leguminosas e gramíneas

A capacidade da vegetação e do solo em remover carbono da atmosfera e assim regular a emissão de gases de efeito estufa (SCHLESINGER; ANDREWS, 2000; SMITH et al., 2013) é definida como um sistema ecossistêmico de regulação climática (DE GROOT et al., 2010), pois atua na redução dos efeitos das mudanças climáticas (CHAPIN et al., 2009). As florestas são o mais importante reservatório de carbono nos ecossistemas terrestres (FALKOWSKI et al., 2000). De fato, a soma do carbono estocado na biomassa viva e nos solos é três vezes maior do que o CO₂ presente na atmosfera (FALKOWSKI et al., 2000).

A formação do estoque de carbono na vegetação se dá pela absorção e fixação do CO₂ da atmosfera na biomassa. Posteriormente, parte dessa biomassa é depositada em forma de matéria orgânica (galhos, folhas e raízes) sobre ou abaixo do solo. Essa matéria orgânica permanece algum tempo no solo como matéria orgânica particulada (matéria orgânica não decomposta) e é posteriormente decomposta, sendo em parte incorporada pelo solo em forma de compostos intermediários ou sendo totalmente decomposta e devolvida como CO₂ para a atmosfera. A velocidade da decomposição depende da constituição da matéria orgânica, que pode ser mais ou menos difícil de ser decomposta. Uma vez que as plantas absorvem elementos distintos, elas produzem matéria orgânica com variação nas suas composições e na dificuldade de decomposição. Existe, portanto, uma forte relação entre estoque de carbono no solo e a vegetação (JOBÁGY; JACKSON, 2000), pois a vegetação é a principal fonte de matéria orgânica que é incorporada ao solo, além de protegê-la da perda dessa matéria por erosão (YAPP et al., 2010; SMITH et al., 2013).

O desmatamento reduz o carbono no solo porque diminui a deposição da matéria orgânica, mas também porque resulta do aumento da decomposição e na erosão causada pelos distúrbios no solo (SIX et al., 2000; MURTY et al., 2002; LAL et al., 2005; MC LAUHLAN, 2006; LAGANIERE et al., 2010). Os estoques de carbono também são afetados pelas mudanças no uso de solo. Essas mudanças alteram fatores relacionados com a taxa de decomposição da matéria orgânica (temperatura, umidade e microbiota do solo), e a estrutura e estabilidade do solo à erosão, fatores que influenciam a formação e manutenção do

estoque de carbono do solo (PRIMAVESI, 2002; ANDRADE et al., 2004; DAVIDSON; JANSSENS, 2006).

Devido à preocupação com a mudança climática global, vem se dando bastante atenção à quantidade de C fixado no solo e liberado para a atmosfera. Desta forma, tem se colocado o sistema pastoril como um dos grandes responsáveis por alterações negativas no meio ambiente. Isso se deve, principalmente, ao fato desse sistema aparecer, em geral, em substituição a ambientes naturais de mata, havendo, com isso, grandes liberações de C, principalmente devido às práticas de formação de pastos, em especial quando se faz o uso de queimadas.

Os seis gases definidos como gases de efeito estufa são: gás carbônico ou dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluorido de enxofre (SF_6), os quais são oficialmente medidos em equivalentes de carbono (IPCC, 1996). O setor pecuário é responsável por 18% das emissões dos GEE, 9% do gás emitido por fontes antrópicas (desmatamento para áreas de pastejo ou produção de grãos), 37% do CH_4 mundial (maior parte proveniente da fermentação ruminal) e 65% de todo o gás nitroso emitido (FAO, 2006; PERES; JOSAHKIAN, 2011).

As novas estimativas da FAO (2014) sobre os GEE mostram que as emissões procedentes da agricultura, da silvicultura e da pesca duplicaram nos últimos cinquenta anos e poderão aumentar em 30% a mais em 2050, caso não haja um esforço para reduzi-las. As emissões agrícolas procedentes da produção agropecuária cresceram de 4,7 milhões de toneladas de equivalentes de dióxido de carbono (CO_2 eq) em 2001, para mais de 5,3 milhões de toneladas em 2011, um aumento de 14%. O crescimento se deu principalmente nos países em desenvolvimento devido a expansão do total de produção agrícola. A maior fonte de emissões de gases de efeito estufa dentro da agricultura é a fermentação entérica, o metano produzido pela pecuária durante a digestão e expulsão ao baforar de herbívoros ruminantes, como bovinos, ovinos, bubalinos e caprinos, através da fermentação entérica, um processo digestivo que ocorre no rúmen, que representou em 2011, 39% das emissões totais de gases de efeito estufa do setor. As emissões procedentes da fermentação entérica aumentaram 11% entre 2001 e 2011. As emissões geradas durante a aplicação de fertilizantes sintéticos representaram 13% das emissões da agricultura (725.000 de CO_2 eq) em 2011, e são a fonte de emissões de mais rápido crescimento na agricultura com uma elevação de 37% desde 2001.

Além dessas emissões, também foi retirado da atmosfera 2 milhões de toneladas de CO₂ eq/ano durante o mesmo período como resultado da captura de carbono em escoadores florestais (FAO, 2014).

No Brasil, onde o sistema extensivo é predominante, deve-se levar em consideração o balanço entre emissão e sequestro de carbono. Os bovinos emitem os GEE, fato inerente ao processo digestivo da espécie, e na maioria das vezes as gramíneas retêm o carbono a um nível em que pode-se considerar a emissão nula, sendo que essa situação ocorre onde as pastagens recebem manejo correto (PERES; JOSAHKIAN, 2011).

As ações realizadas pela comunidade científica para a mitigação das emissões provenientes da pecuária de corte são focadas na gestão das pastagens e na intensificação das práticas de manejo animais (IPCC, 2007). No primeiro aspecto são enfatizadas: a) a gestão da cobertura de gramíneas, de maneira a garantir níveis adequados de capacidade suporte dos animais e a fertilidade do solo; b) a ampliação da produtividade das pastagens, que favorece a retenção de carbono no solo mediante técnicas de correção nutricional do solo e de irrigação (a adição de nitrogênio, contudo, pode elevar as emissões de metano); c) controle de queimadas naturais e antrópicas; d) o desenvolvimento e a utilização de linhagens de gramíneas de raízes mais profundas e o consórcio com leguminosas para ampliar a absorção de carbono no solo; e) restauração de pastagens degradadas (PERES; JOSAHKIAN, 2011).

Ao contrário do que se pensava até recentemente, a intensificação do uso das pastagens pode contribuir para o sequestro de carbono da atmosfera (ALLARD et al., 2007). Estudos feitos recentemente na Europa demonstraram que tanto o uso de nitrogênio quanto o consequente aumento da taxa de lotação, que promovem respectivamente a emissão de óxido nítrico e metano, foram compensados pelo aumento no sequestro de carbono no solo, configurando essas áreas como mitigadoras do efeito estufa (SOUSSANA et al., 2007). Impactos positivos ou negativos em ecossistemas de pastagens têm potencial de alterar importantes processos terrestres como sequestro de carbono, emissão de gases de efeito estufa e, consequentemente, aquecimento global (DUBEUX et al., 2011; DUBEUX et al., 2015).

As gramíneas forrageiras em condições adequadas de produção de massa vegetal, são capazes de sequestrar significativas quantidades de carbono fixando-o no solo na forma orgânica, tanto em sistemas de pastagens puras (HUMPHREYS, 1994; CERRI, et al., 2007; CARVALHO et al., 2010) como em sistemas rotacionados de grão com pastagens (FORNARA et al., 2008; SALTON et al., 2008; BARCELLOS, 2008).

Barcellos (2008) em estudos comparativos em áreas de pastagens exclusivas de gramíneas e consorciadas com leguminosas, indicaram aumentos significativos nos estoques de carbono em presença da leguminosa.

As pastagens em geral, têm a característica de possuírem sistema radicular agressivo e alta produção de parte aérea. Estes dois fatos se tornam bons aliados quando se deseja acumular carbono no solo, visto que a incorporação desse elemento por parte das gramíneas é alta (ASSMAN, 2013).

3- MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Área experimental

O estudo foi conduzido na estação experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), localizada no município de Itambé, na microrregião da Zona da Mata Norte, com coordenadas 7°25'S; 35°6'W e altitude de 190 m. O tipo climático é subúmido megatérmico, segundo a classificação de Thornthwaite. A precipitação média anual é de 1.300 mm, caracterizada por uma distribuição temporal irregular. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico úmbrico, com horizonte A proeminente textura média/argilosa, relevo suave ondulado, segundo Jacomine et al. (1973) atualizado de acordo com EMBRAPA (2006).

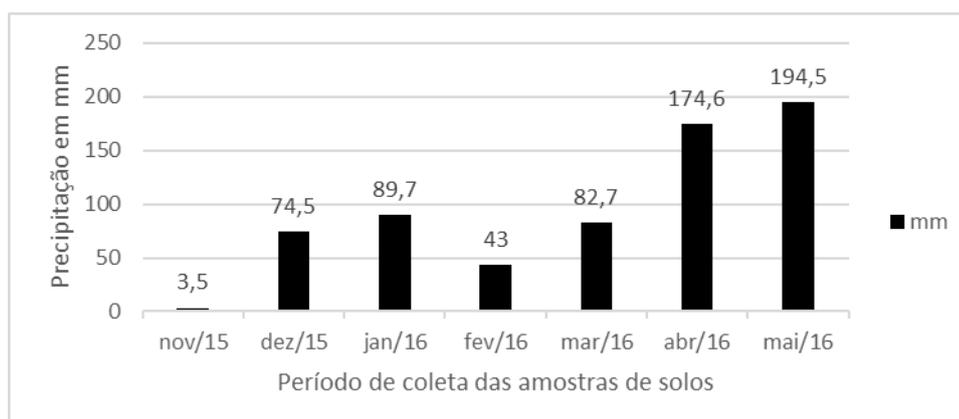


Figura 1. Precipitação mensal na estação experimental do IPA, no município de Itambé-PE, no período de novembro de 2015 à maio de 2016. Fonte: APAC, 2017

Antes da implantação do experimento de campo, foi realizada a caracterização da fertilidade do solo nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm (Tabela 1), conforme a metodologia descrita pela Embrapa (1997). Após a obtenção desses resultados, realizou-se a correção da acidez do solo, aplicando-se 1 Mg.ha⁻¹ de calcário.

No campo experimental foram testados três tratamentos: braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf) + gliricídia (*Gliricida sepium*), braquiária + sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) e monocultivo de braquiária. O delineamento foi em blocos inteiramente casualizados com três repetições por tratamento. O experimento foi implantado em 2011. Cada parcela mede 1 ha (230 m x 43,5 m), contendo bebedouro e cocho para fornecimento de sal mineral,

totalizando uma área experimental de 9 ha. Durante o período de avaliação houve o pastejo rotacionado de 02 animais nas parcelas.

Tabela 1: Caracterização do solo da área experimental antes da introdução das espécies leguminosas

Características químicas	Profundidade		
	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
T mmolc/dm ³	110,73 ± 10, 13	111,87 ± 10,12	104,99 ± 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

As leguminosas arbóreas foram estabelecidas em fileiras duplas com espaçamento de 15,0 m de faixa de braquiária x 1,0 m entre as fileiras duplas x 0,5 m entre plantas, perfazendo uma população de 2.500 plantas por ha⁻¹, sendo quatorze filas duplas de leguminosa por parcela (Figura 1). 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 transplântio 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.

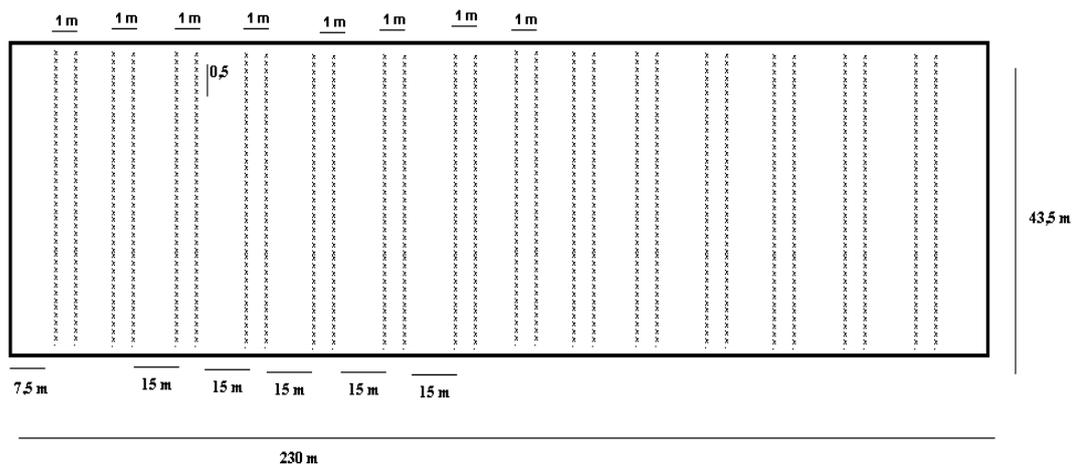


Figura 2. Representação da parcela experimental, contendo 14 filas duplas de leguminosas arbóreas consorciadas com *Brachiaria decumbens*

A área onde os blocos foram montados estava com aproximadamente 10 anos de pousio e vegetação típica de sucessão vegetal pioneira na região, que foi cortada. A *Brachiaria decumbens*, que estava presente em toda a área experimental foi implantada no início de abril/2011, com replantio no final do respectivo mês, sendo realizado cultivo mínimo sem aplicação de herbicida e plantio em covas de captação abertas. Na área foi realizada adubação com 500 Kg de P_2O_5/ha^{-1} a lanço de acordo com análise de solo, a aproximadamente 100 dias depois do plantio da leguminosa. Não houve aplicação de adubo nitrogenado.

3.2- Coleta e análises das amostras de solo

As amostras de solo foram coletadas na estação seca no mês de novembro de 2015 e a segunda em época chuvosa no mês de maio de 2016, para verificar o comportamento dos principais nutrientes nas duas épocas climáticas.

A densidade do solo foi obtida através de coleta de amostras indeformadas pelo método do anel volumétrico. A determinação da densidade foi obtida com base no peso das amostras secas e no volume do cilindro, segundo EMBRAPA (1997). Foram coletadas amostras de densidade apenas na época seca (Tabela 2), pois o período é curto de uma época para outra.

Tabela 2: Valores de densidade do solo dos tratamentos avaliados

Sistema	Camada (cm)	Densidade kg/dm³
B+S	0-10	1,45
	10-20	1,50
	20-40	1,45
	40-60	1,49
	60-80	1,51
	80-100	1,51
B+G	0-10	1,39
	10-20	1,39
	20-40	1,42
	40-60	1,49
	60-80	1,50
	80-100	1,49
B	0-10	1,33
	10-20	1,29
	20-40	1,45
	40-60	1,39
	60-80	1,50
	80-100	1,45

B+S: braquiária + sabiá, B+G: braquiária + gliricídia e B: Braquiária

Para a determinação da fertilidade foram coletadas amostras de solos em pontos perpendiculares às filas das leguminosas com distâncias (0,0 – 4,0 e 8,0 m), e nas profundidades (0-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80, e 80-100 cm), objetivando verificar o gradiente entre as filas duplas e a faixa exclusiva da gramínea, que também coletou-se nas mesmas profundidades. Cada parcela foi dividida em três transectos para a marcação dos pontos de coleta. Com isso, sendo formadas amostras compostas de cada posição. A parcela exclusiva de gramínea teve a mesma quantidade de pontos apenas em profundidade já que não há leguminosas nessa área, como nas áreas do consórcio.

Para estimar as variáveis de carbono da biomassa microbiana e respirometria do solo foram coletadas amostras de solo nas camadas 0-10 e 10-20 cm, nos pontos distanciados das fileiras duplas de leguminosas a (0 m, 2 m, 4 m, 6 m e 8 m para as parcelas com associação entre leguminosas e gramíneas, já as parcelas de Braquiária de apenas 1 ponto nas profundidades descritas anteriormente. As amostras de para análise microbiológica das

profundidades de 0-10 e 10-20 cm, forma acondicionadas em freezer e retiradas apenas no dia de realizar a análise.

As análises químicas e biológicas foram realizadas no laboratório de Microbiologia e Bioquímica do Solo, do Departamento de Agronomia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

O pH, e os teores de Ca, Mg, K, e P foram determinados, seguindo a metodologia da EMBRAPA (1997), no laboratório de Química Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Para a quantificação de carbono orgânico total, foi utilizado o método de Walkley-Black adaptado por Yeomans e Bremner (1988), que é feito por meio de oxidação via úmida, utilizando o dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) em meio ácido como agente oxidante.

O nitrogênio total foi obtido por digestão das amostras de solo em ácido sulfúrico (H_2SO_4) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), segundo o método de Thomas et al. (1967), e posteriormente, realizando a destilação e titulação da amônia com ácido clorídrico (HCl 0,07143N).

A determinação das substâncias húmicas, foi obtida por diferença de solubilidade das diversas frações em meio aquoso em função do pH, estabelecida pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas (SWIFT, 1996) e adaptada por Benites et al. (2003), obtendo-se ácido húmico, ácido fúlvico e humina. A quantificação de carbono dessas frações foi feita por oxidação de cada uma delas com excesso de dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) em meio ácido e a quente, conforme Yeomans e Bremner (1988).

O carbono da biomassa microbiana, foi obtido através do método irradiação-extração, segundo Islam e Weil (1998). A evolução de CO_2 , foi determinada pelo método de respirometria, segundo Jenkinson e Powlson (1976).

O quociente metabólico ($q\text{CO}_2$) foi calculado de acordo com Anderson e Domsch (1985), pela relação entre respiração basal e carbono da biomassa microbiana.

O estoque de carbono foi calculado de acordo com a equação de Veldkam (1994):

$$\text{Est C} = (\text{CO} \times \text{Ds} \times e) / 10$$

em que: Est C = estoque de C orgânico em determinada profundidade ($\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$), CO = teor de C orgânico total na profundidade amostrada ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$), Ds = densidade do solo da profundidade ($\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$) e e = espessura da camada considerada (cm).

3.3- Análise estatística

A análise foi conduzida separadamente para cada período amostral, considerando cada sistema de cultivo combinado com cada distância como um tratamento, e as camadas do solo como medidas repetidas. A análise utilizou o modelo misto, com seleção do modelo de covariância mais adequado para cada variável com base no AIC, e adotando o nível de 10% de significância. Quando adequado, as médias foram comparadas utilizando o teste de Dunnett comparando com o tratamento com braquiária solteira, ou a camada de 0-10, ou braquiária solteira na camada 0-10, com base na análise de variância.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- C-BMS

A biomassa microbiana do solo (BMS), ou seja, a parte viva da matéria orgânica do solo, é responsável pela maior parte da decomposição dos resíduos orgânicos e ciclagem de nutrientes de solo. Muito sensível às perturbações nos solos, a BMS fornece uma estimativa da quantidade de carbono microbiano em um determinado ambiente, levando-se em conta principalmente as condições de manejo e disponibilidade de matéria orgânica.

O monocultivo de braquiária e o consórcio com gliricídia e sabiá foram semelhantes estatisticamente na profundidade 0-10 cm (tabela 3), que apresentou os maiores valores de carbono da biomassa microbiana (C-BMS) tanto nas épocas seca, quanto na chuvosa. Nesses sistemas, a biomassa microbiana está mais concentrada na superfície do solo (VARGAS; SHOLLES, 2000), onde há maior quantidade de aporte de substrato, fazendo com que os processos de decomposição do substrato e ciclagem de nutrientes aí ocorram com maior intensidade. Além disso, a não existência de diferença estatística entre os consórcios com as leguminosas e o monocultivo de braquiária, pode ser explicado pelo fato de que, quando bem manejadas, as pastagens apresentam alto conteúdo de matéria orgânica e densa massa radicular, favorecendo a existência de grande biomassa microbiana na rizosfera (ALVARENGA et al., 1999).

Nos dados obtidos para época seca, no consórcio de braquiária com gliricídia, os maiores valores foram obtidos nas distâncias 0, 4 e 8 m da leguminosa, entre 264,08 e 297,68 $\mu\text{g g}^{-1}$ de C, na profundidade 0-10 cm. Já a braquiária com sabiá, o C-BMS atingiu 476,94 $\mu\text{g g}^{-1}$ solo de C a 2 m de distância da leguminosa na mesma profundidade. Apesar de a deposição de serapilheira de leguminosas influenciar mais a região sob a copa, há indícios de que para o sabiá essa deposição também contribuiu para alterações nas áreas adjacentes, quando a proporção de leguminosas é avaliada conjuntamente com a MO total da serapilheira (SILVA et al, 2013).

Na época chuvosa, os resultados de C-BMS foram maiores na camada 0-10 cm para os consórcios com gliricídia 4 metros de distância da leguminosa, chegando a 736,16 $\mu\text{g g}^{-1}$ de C. Na pesquisa de Coelho et al. (2016) na zona da mata de Pernambuco, o tratamento gliricídia x *B. decumbens* apresentou árvores da leguminosa com maior “stand” quando comparado ao de sabiá. Também é importante observar que no tratamento sabiá consorciada com gramínea *B. decumbens*, a leguminosa obteve redução de “stand”, com diferença

significativa, no mês de Agosto em relação ao mês de Fevereiro. É importante salientar que a gliricídia apresenta poucas raízes superficiais, o que implica em menor competição com as demais espécies herbáceas (DACCARET, 1967). Isto favorece a exploração das áreas mais profundas do solo em água e nutrientes, propiciando assim, a ciclagem de elementos minerais perdidos por lixiviação (FRANCO, 1988). Segundo Vargas e Scholles (2000), a presença de leguminosas aumenta a disponibilidade de N no solo, o que, na presença de C, aumenta a atividade microbiana.

Oliveira et al (2012) não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, tanto na época seca, quanto na chuvosa e atribuíram esses resultados ao fato do solo ter sido corrigido quanto a sua umidade, antes das análises. Entretanto, outra hipótese estaria relacionada com a adaptação gradativa da microbiota do solo às mudanças do ambiente, fator climático da região.

O consórcio com sabiá foi mais alto a 2 m do que nos demais pontos na seca, isso devido ao padrão de queda das folhas do sabiá na época seca, enquanto a menor C-BMS na chuva para todos os pontos exceto o meio é o efeito do sabiá sobre o crescimento da braquiária, já o efeito da gliricídia na seca parece ser um estímulo que vai reduzindo com o aumento da distância.

Ferreira (2015), avaliando gliricídia e sabiá consorciados com braquiária em relação ao monocultivo de braquiária, na mesma área do presente estudo, demonstrou que no período chuvoso não foi encontrada diferença significativa para C-BMS entre distâncias das faixas da leguminosa. No ponto 0 de distância da leguminosa, foram encontrados valores maiores na gliricídia $494 \mu\text{g g}^{-1}$ de solo de C, em relação ao sabiá $147 \mu\text{g g}^{-1}$ solo de C.

Segundo Vivaldi (2001), a rizosfera de culturas em consórcio pode contribuir para uma maior disponibilidade de substratos orgânicos, prontamente disponíveis à microbiota do solo. Carneiro et al. (2008) relataram aumento de aproximadamente 50% no valor de C-BMS, em ambientes de pastagem de *Brachiaria decumbens* em integração lavoura-pecuária em relação ao cerrado nativo, o que foi atribuído ao sistema radicular fasciculado da gramínea, que se concentra nos primeiros 10 cm de profundidade e resulta em maior entrada de carbono no solo, via rizosfera e necromassa que atuam positivamente na ativação da microbiota do solo.

A utilização do sistema integrado da lavoura com pastagem, além dos fatores que protegem os microrganismos pela utilização de resíduos como cobertura, rotação de culturas, e o não revolvimento do solo favorecem os microrganismos pela adição de excrementos

(KLUTHCOUSHI et al., 2003). Outro fato importante nesse aspecto, é que estudos comprovam que os animais, em pastejo, agregam ao sistema quantidades de nutrientes essenciais para as plantas promovem aumento significativo da biomassa de microrganismos (GHANI et al., 2003; GARCIA; NAHAS 2007).

Tabela 3. C-BMS durante período seco e chuvoso em diferentes distâncias da faixa das leguminosas, nos três sistemas avaliados

Distância (m)	B	B + G	B+S
	Cmic ($\mu\text{g C g}^{-1}$ solo) - Época seca		
0-10 cm			
–	254,33 *		
0		264,08 *	190,76
2		297,68 *	476,94 *
4		265,20 *	167,03
6		206,79	146,69
8		123,21	163,45
10-20 cm			
–	254,33 *		
0		211,55	168,9
2		147,5	163,17
4		118,51	147,87
6		171,34	190,18
8		155,21	164,14
Cmic ($\mu\text{g C g}^{-1}$ solo) - Época chuvosa			
0-10			
–	425,16 *		
0		125,09	327,83
2		300,98	170,96
4		736,16 *	250,04
6		139,84	169,61
8		211,62	486,81 *
10-20 cm			
–	425,16 *		
0		140,41	129,08
2		166,3	107,79
4		239,58	602,03 *
6		237,77	339,33
8		222,09	120,06

B=monocultivo de Braquiária (controle), B+G=Braquiária consorciada com Gliricídia, B+S=Braquiária consorciada com Sabiá. (*) igual ou maior que o controle: Braquiária pura a 0-10 cm, ao nível de 10% de significância

4.2- Respiração basal do solo

A respiração basal do solo indica quanto de C-CO₂ é emitido pela biomassa microbiana, atribuindo os elevados valores a uma maior atividade microbiana em determinado solo. No presente trabalho, foi possível observar que houve diferença significativa para os valores da respiração basal do solo, para monocultivo de braquiária em relação a gliricídia consorciada apenas na distância de 2 m da leguminosa, na profundidade 0-10 cm, e a 8 m na profundidade 10-20 cm época seca (Tabela 4). Segundo Balota et al. (1998), a respiração basal por unidade de biomassa microbiana diminui em agroecossistemas mais estáveis. Insam e Domsch (1988), à medida que uma determinada biomassa microbiana se torna mais eficiente, menos carbono é perdido como CO₂ pela respiração e uma fração significativamente de carbono é incorporada à BMS. Considerando a mesma constituição da comunidade microbiana, uma BMS “eficiente” teria menor taxa de respiração.

Em relação à época chuvosa, o valor da respiração basal no tratamento de braquiária foi superior aos dos demais manejos na profundidade 0-10 cm chegando a 66,54 $\mu\text{g g}^{-1}\text{dia}^{-1}$ de CO₂. Roscoe et al. (2006) afirmam que uma alta taxa de respiração pode ser interpretada como característica desejável quando se considera que a decomposição dos resíduos orgânicos irá disponibilizar nutrientes para a planta. Assim, Islam e Weil (2000) concluem que a taxa de respiração mais elevada pode ser desejável ou não, pode indicar tanto distúrbio, como alto nível de produtividade do ecossistema, devendo ser analisada em cada contexto.

Silva et al. (2010) observaram que os maiores valores da respiração basal do solo em sistemas com pastagens consorciadas com coqueiro, pode ser devido à grande quantidade de serapilheira no solo, ao qual proporciona a uma matéria orgânica com grandes quantidades de carbono prontamente disponível.

De acordo com Assis Junior et al. (2003), a respiração do solo pode atingir valores quatro vezes maior em ecossistemas com pastagens consorciadas em relação a uma monocultura. Ferreira (2015), observou que no período chuvoso, a respiração basal do solo apresentou diferença significativa entre as distâncias da faixa da leguminosa na camada 10-20 cm com menor liberação de CO₂ na distância 0 (20 $\mu\text{g g}^{-1}\text{dia}^{-1}$ de CO₂). Nessa profundidade ocorre menor influência da gramínea, a qual provavelmente foi responsável pela maior adição de material vegetal para a microbiota, resultando em maior atividade respiratória.

Barros et al. (2010) observaram que a respiração basal do solo foi maior no mês mais chuvoso, assim como Adachi et al. (2006) que também atribuiu maiores valores da respiração basal do solo ao fator umidade e ao conteúdo de carbono em solos de região tropical. Porém,

segundo Islam e Weil (2000), altas taxas de respiração podem indicar ou não algum tipo de distúrbio no solo, por esse motivo a análise da respiração basal não deve ser feita isoladamente e sim em conjunto com o quociente metabólico.

Tabela 4. Respiração basal do solo (RBS) durante período seco e chuvoso em diferentes distâncias das leguminosas, nos três sistemas avaliados

Distância (m)	B	B + G	B + S
	RBS ($\mu\text{g CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) - Época seca		
	0-10 cm		
-	16,92 *		
0		10,40	14,34
2		17,49 *	9,80
4		9,50	8,77
6		16,81 *	13,68
8		13,14	10,56
	10-20 cm		
-	16,92 *		
0		10,04	8,80
2		16,21	10,75
4		15,75	11,76
6		7,68	10,59
8		21,10 *	7,84
	RBS ($\mu\text{g CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) - Época chuvosa		
	0-10 cm		
-	66,54 *		
0		45,62	64,37
2		57,03	56,76
4		47,80	50,79
6		36,66	62,19
8		44,27	61,92
	10-20 cm		
-	66,54 *		
0		54,32	54,59
2		48,34	55,13
4		43,18	55,95
6		48,61	54,59
8		43,72	51,87

B=monocultivo de Braquiária (controle), B+G=Braquiária consorciada com Gliricídia, B+S=Braquiária consorciada com Sabiá. (*) igual ou maior que o controle: Braquiária pura a 0-10 cm, ao nível de 10% de significância

4.3- Quociente metabólico

O quociente metabólico, obtido pela relação entre C da RBS e C-BMS pode expressar tanto a disponibilidade de material facilmente decomponível no solo, quanto condições de estresse. Este último pode ser atribuído à desestabilização da matéria orgânica do solo, ao rompimento de agregados por erosão ou condições de manejo, ou ainda degradabilidade de um solo, frente as condições climáticas de cada região de estudo.

Os resultados obtidos no presente trabalho (Tabela 5) para o quociente metabólico, mostraram que houve diferença estatística entre as profundidades nos tratamentos. Os menores valores foram encontrados em Braquiária na profundidade 0-10 cm. Os baixos valores observados em pastagens e áreas agricultáveis sugerem que essas áreas possuem biomassa microbiana mais eficiente na utilização da energia, caracterizando ambientes mais estáveis (CHAER, 2001), e que também possuem maior diversidade microbiana (MADER et al., 2002).

Na época seca, para o consórcio entre Braquiária e Gliricídia, o ponto 0 m de distância da leguminosa, apresentou menor valor em relação aos demais pontos nas duas profundidades avaliadas, ao contrário do observado para o consórcio com Sabiá. Quando a biomassa microbiana se torna mais eficiente, menos CO₂ é perdido para atmosfera e maior taxa de carbono é incorporado a biomassa microbiana, resultando em menores valores de qCO₂ (CUNHA et al., 2011).

Para a época chuvosa, os tratamentos dos consórcios entre gliricídia e sabiá, apresentaram comportamento semelhante, em relação ao quociente metabólico, e simultaneamente os mais altos valores. Altos valores do qCO₂ significam que a população microbiana está oxidando carbono de suas próprias células (respiração de manutenção dos microrganismos vivos) para a sua manutenção e adaptação ao solo, portanto, a população microbiana se encontra em condições adversas ou estressantes (ANDERSON; DOMSCH, 1993; ISLAM; WEIL, 2000).

Ferreira (2015), observou uma uniformidade nos valores de quociente metabólico entre as distâncias e camadas na área consorciada com sabiá, provavelmente pelo fato do tipo do material vegetal mais recalcitrante fornecido por este consórcio, dificultando o desenvolvimento dos microrganismos, fazendo com que a quantidade de CO₂ liberada por unidade de biomassa microbiana fosse menor.

De acordo com Gama-Rodrigues (2008), em solos com matéria orgânica de baixa qualidade nutricional, a biomassa microbiana encontra-se sob estresse e é incapaz de utilizar totalmente o C orgânico e, nesse caso, o quociente metabólico tende a diminuir.

De acordo com Tótolá e Chaer (2002), um baixo quociente metabólico indica economia na utilização de energia e, supostamente, reflete um ambiente mais estável ou mais próximo do seu estado de equilíbrio; ao contrário, valores elevados são indicativos de ecossistemas submetidos a alguma condição de estresse ou de distúrbio.

Em algumas pesquisas parecem ocorrer uma relação inversa entre a biomassa microbiana e o quociente metabólico, sugerindo que, em maiores teores de C, podem ocorrer aumento da BM e diminuição na atividade metabólica (INSAM et al., 1991), isso informação foi comprovada no presente trabalho.

Tabela 5. Quociente metabólico (qCO_2) durante período seco e chuvoso em diferentes distâncias da faixa das leguminosas nos três sistemas avaliados

Distância (m)	B	B+G	B+S
	qCO_2 - Época seca		
0-10 cm			
–	0,06		
0		0,03	0,09 *
2		0,07 *	0,03
4		0,04	0,05
6		0,11 *	0,09 *
8		0,12 *	0,07 *
10-20 cm			
–	0,06		
0		0,04	0,05
2		0,11 *	0,07 *
4		0,15 *	0,09 *
6		0,05	0,08 *
8		0,16 *	0,04
qCO_2 - Época chuvosa			
0-10 cm			
–	0,22		
0		0,64 *	0,24 *
2		1,58 *	0,34 *
4		0,06	0,21
6		0,28 *	0,36 a*
8		0,25 *	0,12
10-20 cm			
–	0,22		
0		0,39 *	0,48 *
2		0,43 *	0,65 *
4		0,25 *	0,09
6		0,33 *	0,23 *
8		0,21	1,89 *

B=monocultivo de Braquiária (controle), B+G=Braquiária consorciada com Gliricídia, B+S=Braquiária consorciada com Sabiá. (*) igual ou maior que o controle: Braquiária pura a 0-10 cm, ao nível de 10% de significância

4.4- Carbono e Nitrogênio orgânico total

Avaliando os dados de C total nas duas épocas climáticas (tabela 6), os valores encontrados no tratamento de consórcio das leguminosas e o monocultivo de braquiária, foram estatisticamente iguais na profundidade 0-10 cm. A não diferenciação dos resultados de COT entre os sistemas de consórcio e o monocultivo de braquiária, ocorre devido a maior quantidade de CO em superfície, que diz respeito à presença de gramíneas nos ambientes estudados, as quais incorporam tanto ou mais material orgânico ao solo quando comparado a outros tipos de cobertura vegetal (PULROLNIK et al., 2009) porque boa parte de seu sistema radicular está localizado na superfície do solo, aumentando dessa maneira a quantidade de carbono nas primeiras camadas do solo. Já os valores obtidos no consórcio de braquiária e sabiá foi significativamente superior na camada 0-10 cm, tanto na época seca, quanto na chuvosa, já nos pontos de distância de 4 e 8 m da leguminosa, os valores foram superiores apenas na época chuvosa, isso é recorrente maior presença de umidade na época chuvosa, o que favorece a decomposição e disponibilidade de C no solo. Os maiores teores de carbono orgânico na profundidade 0-20 cm são resultantes do maior aporte de resíduos orgânicos na camada superficial do solo, conforme observado em outras literaturas (COSTA et al., 2009; RANGEL; SILVA, 2007). O bom resultado do consórcio com sabiá nas duas épocas avaliadas pode ser atribuído a informação de que a adesão de N fixado biologicamente que pode aumentar a estabilização dos teores de C orgânico do solo (RESH et al., 2002; SISTI et al., 2004), além da sua alta produção de fitomassa que a espécie apresenta.

Ferreira (2015), observou maiores teores de COT nas camadas superficiais, com valores entre 2,33 a 2,63 dag Kg⁻¹. Já no presente trabalho, os valores de COT No consórcio com *Glicírdia*, aos 8 m de distância da faixa de leguminosa, nas camadas 0-10 e 10-20 cm, foram maiores do que os da Braquiária. Comparando aos resultados obtidos por Sierra et al (2002), pode-se observar diferenças entre os valores de COT, pois estes autores constaram que a *glicírdia* proporcionou ao solo maiores incrementos nos teores de COT em relação à área de monocultivo de pastagem sem adubação nitrogenada.

Ramos (2013), encontrou valores de COT superiores em solos de pastagem consorciada com *glicírdia*. Segundo o autor, este aumento de COT, deriva da interação entre *Brachiaria Brizantha* e *Glicírdia Sepium*, e isso provavelmente ocorreu devido ao aporte da serapilheira via *glicírdia* e pela renovação do sistema radicular da gramínea.

Nos trabalhos de Nair et al. (2009), comparando-se o carbono do solo em sistema de monocultivo com silvipastoril, foi observado que em áreas submetidas ao sistema silvipastoril

apresentaram maior fixação de carbono orgânico no solo derivados de plantas C3 nas camadas de 0-5, 50-75 e 75-125 cm de profundidade, demonstrando a contribuição da leguminosa no sequestro de carbono. Já Costa et al. (2000) verificaram que o uso de gramíneas que possuem considerável sistema radicular nas camadas superficiais do solo concomitante ao uso de leguminosas arbóreas contribuem para o acréscimo no aporte do carbono orgânico do solo.

Tabela 6. Carbono orgânico total (COT) durante período seco e chuvoso em diferentes distâncias da faixa das leguminosas nos três sistemas avaliados

COT (dag kg ⁻¹) - Época seca							
	B	B+G			B+S		
	-	0	4	8	0	4	8
0-10	4,17 *	3,83	3,78	3,98	4,19 *	3,88	3,98
10-20		3,65	3,32	4,23 *	3,85	3,86	3,76
20-40		3,14	3,27	3,34	3,46	3,13	3,37
40-60		2,63	2,71	2,44	2,76	2,55	2,66
60-80		2,24	2,28	1,92	2,22	2,34	2,38
80-100		2,25	1,88	1,84	2,03	1,92	2,18
COT (dag kg ⁻¹) - Época chuvosa							
	B	B+G			B+S		
	-	0 m	4 m	8 m	0 m	4 m	8 m
0-10	2,41 *	2,30	2,44 *	2,47 *	2,57 *	2,54 *	2,48 *
10-20		2,08	2,23	2,32	2,13	2,24	2,27
20-40		1,19	1,51	1,54	2,51 *	2,82 *	2,80 *
40-60		0,97	1,31	1,26	2,11	2,29	1,99
60-80		0,87	0,91	1,22	1,63	1,78	1,69
80-100		0,81	1,14	0,98	1,18	1,49	1,06

B=monocultivo de Braquiária (controle), B+G=Braquiária consorciada com Gliricídia, B+S=Braquiária consorciada com Sabiá. (*) igual ou maior que o controle: Braquiária pura a 0-10 cm, ao nível de 10% de significância

Para os valores de N Total (Tabela 7), verificou-se que apenas o valor de monocultivo de Braquiária foi superior aos demais tratamentos na profundidade 0-10 cm na época seca, o

que pode ser justificado pelo acúmulo de matéria vegetal nesse tratamento. Segundo Braz et al. (2005), o elevado acúmulo de serapilheira das gramíneas C4 em relação às leguminosas deve-se à sua maior eficiência na fotossíntese, o que repercute na produção de fitomassa e conseqüentemente na deposição de material ao solo. Resultado diferente foi observado no trabalho na época chuvosa, em que os valores para braquiária, foram inferiores aos encontrados no consórcio com as leguminosas. Segundo Braga (2011), comparadas às gramíneas, as leguminosas têm maior velocidade de decomposição e liberação de nitrogênio (N), o que está aliado as características da época chuvosa, devido a maior umidade no solo, favorecendo assim, a decomposição da serapilheira das leguminosas. Já no tratamento de gliricídia em consórcio com braquiária, valores maiores foram obtidos nas distâncias da leguminosa de 0 e 4 m até a profundidade de 20-40, com valores variando de 3,93 a 5 g. Kg⁻¹ de N total. As leguminosas fixadoras de nitrogênio fornecem material formador de serapilheira rico em N que além de melhorar a fertilidade do solo (DOMMERGUES et al., 1999). A quantidade de N fixado pelas espécies arbóreas varia em função das espécies e das relações bióticas e abióticas envolvidas no processo de FBN, podendo ser nula em alguns casos e extremamente alta em outros (BUCK et al., 1998; HUXLEY, 1999; NAIR et al., 1999, FRANCO; BALIEIRO, 2000). Além de fixar grandes quantidades de N e contribuir com aporte elevado de biomassa ao solo, estas espécies podem contribuir para a reciclagem de nutrientes de modo efetivo, uma vez que a qualidade do material aportado é geralmente superior àquela oriunda de espécies não leguminosas. Em solos das regiões tropicais úmidas a manutenção da matéria orgânica no solo pode ser até mais importante para manter a sua produtividade do que a liberação de nutrientes a curto prazo e possivelmente as espécies de menor taxa de decomposição serão as que mais beneficiam a sustentabilidade dos sistemas produtivos a médio e longo prazos.

Para o tratamento de consórcio entre braquiária e sabiá, apenas a distância de 4 m apresentou menores valores de N total inferior, aos demais tratamentos. Em um trabalho realizado por Cabral (2013), ao avaliar a caracterização da serapilheira de braquiária em função da distância de leguminosas arbóreas, observou que o teor de N da serapilheira reduziu-se linearmente com o aumento da distância das árvores.

Entre as duas leguminosas consorciadas avaliadas no presente trabalho, não houve diferença significativa. Já Apolinário (2014), demonstrou que o aporte de nitrogênio durante doze ciclos pela serapilheira de gliricídia foi maior que do sabiá, retornando ao solo 105 e 87 kg⁻¹ ha⁻¹ ano, respectivamente.

Silva et al. (2013), avaliando solos de Pernambuco com consórcio com braquiária e outras leguminosas, incluindo gliricídia e sabiá, mostraram que os teores de N total variaram significativamente entre as espécies apenas nas faixas de leguminosas, com aumento em relação às faixas de braquiárias, com valores de 11,40 e 12,35 g. Kg⁻¹, respectivamente. Além disso, foi observado que os elevados teores de N total no Sabiá, somados à maior massa de serapilheira depositada, permitiram maiores conteúdos de N em relação as demais leguminosas, não diferindo apenas no tratamento consorciado com a gliricídia.

Tabela 7. Nitrogênio total (NT) durante período seco e chuvoso em diferentes distâncias da faixa das leguminosas nos três sistemas avaliados

NT (g. Kg ⁻¹) - Época seca							
	B	B+G			B+S		
	—	0	4	8	0	4	8
0-10	8,76 *	8,50	8,30	7,86	7,56	8,30	7,86
10-20		8,03	6,86	8,03	7,63	8,03	7,46
20-40		7,40	6,46	6,96	5,70	7,23	7,83
40-60		5,33	6,43	5,30	5,20	6,23	5,73
60-80		5,63	5,63	5,20	5,10	5,86	4,80
80-100		4,33	5,20	4,30	4,30	4,73	4,06
NT (g. Kg ⁻¹) - Época chuvosa							
	B	B+G			B+S		
	—	0 m	4 m	8 m	0 m	4 m	8 m
0-10	3,83 *	4,00 *	5,00 *	4,00 *	4,16 *	3,50	5,5 *
10-20		4,16 *	4,5 *	4,46 *	4,26 *	3,33	4,4 *
20-40		4,96 *	5,5 *	4,26 *	5,13 *	3,10	3,56
40-60		4,83 *	4,23 *	4,46 *	4,96 *	2,43	3,16
60-80		3,40	3,83	3,93 *	2,93	2,86	3,00
80-100		2,46	2,60	3,33	2,56	2,93	2,66

B=monocultivo de Braquiária (controle), B+G=Braquiária consorciada com Gliricídia, B+S=Braquiária consorciada com Sabiá. (*) igual ou maior que o controle: Braquiária pura a 0-10 cm, ao nível de 10% de significância

4.5- Estoque de C e N no solo

Em relação ao estoque de C, foi possível observar que os valores apresentaram diferença significativa, nas duas épocas climáticas avaliadas (Tabela 8).

O consórcio de braquiária com sabiá apresentou maiores valores nos estoques de C tanto da faixa de leguminosa de 0 m, quanto nas distâncias de 4 e 8 m de distância nas épocas seca e chuvosa. A possível explicação para os maiores valores de estoque carbono no solo no consórcio de braquiária e sabiá, pode estar relacionado ao potencial de cobertura do solo pelo volume de biomassa que a planta libera, além de disponibilizar nitrogênio por meio da FBN, o que ocasiona em aumento da biomassa que retorna ao solo como aporte de carbono.

Para o tratamento de braquiária com sabiá não houve diferença significativa no monocultivo de braquiária apenas na profundidade 0-10 cm na época seca. O tratamento em consórcio com gliricídia mostrou-se menores valores em relação ao estoque de C no período seco, diferente do observado na época chuvosa, destacando-se os pontos de 4 e 8 m de distância da faixa da leguminosa. De acordo com Paula (2015), em sua pesquisa com produção e decomposição de *Gliricidia sepium* e outras leguminosas quanto aos tempos de meia-vida e às constantes de decomposição, observou-se que a decomposição dos resíduos foi ligeiramente mais lenta durante a estação seca, devido, provavelmente, às condições climáticas associadas a menores precipitações pluviométricas durante esse período.

De acordo com Duda et al. (2003), que avaliaram o efeito de diferentes leguminosas nos teores de COT sob Argissolo Vermelho Amarelo, verificaram que o uso das mesmas, podem proporcionar um aumento nos teores de COT. Esses autores observaram que a manutenção dos resíduos das leguminosas como cobertura de solo promoveu ampliação nos teores COT, enfatizando a importância da utilização dessa prática para melhorar a fertilidade do solo.

Com o aumento da profundidade, os teores de C foram diminuindo, uma vez que os maiores aportes de matéria orgânica são observados nas camadas superficiais.

Ferreira (2015), encontrou maiores estoques de C nas camadas de 20-40 e 40-60 cm, com 72,84 e 71,82 Mg ha⁻¹, respectivamente. Esses resultados foram superiores aos obtidos no presente trabalho.

Costa (2009) não encontrou diferenças ($p < 0,05$) entre a mata e as pastagens para os teores e estoques de C, devido ao maior aporte de matéria orgânica proporcionado pelas raízes. Leite et al. (2013), observando no consórcio a superioridade nos estoques de C nas camadas superficiais. Esses autores afirmam que esses resultados podem ser atribuídos ao

acúmulo de resíduos vegetais e dos animais depositados sobre o solo. Além disto, as gramíneas perenes, componentes das pastagens, possuem sistemas radiculares abundantes e elevada rizodeposição com distribuição uniforme de exsudatos no solo o que favorece a manutenção do teor de matéria orgânica (CARNEIRO et al., 2009; SILVA JÚNIOR et al., 2009). Outros autores (SIQUEIRA et al., 1991; SILVA et al., 2004) relatam que a presença de espécies arbóreas altamente produtivas como o eucalipto nos sistemas, tem elevada adição de resíduos que nem sempre pode estar diretamente relacionada à incorporação a curto prazo do C na matéria orgânica do solo, pois a presença de altas concentrações de celulose, lignina e outros polifenóis, podem inibir a ação microbiana, retardando o processo de decomposição dos resíduos vegetais, fato que, por outro lado, favorece a manutenção de uma cobertura vegetal constante e elevada sobre o solo.

Os resultados das avaliações para estoque de nitrogênio, observa-se que os valores apresentaram diferença significativa, nas duas épocas climáticas avaliadas (Tabela 9).

Como foi visto nos resultados de nitrogênio total, com valores superiores para os consórcios com leguminosas nos sistemas silvipastoris, demonstrando assim, benefícios com a maior disponibilidade de nitrogênio por meio da FBN realizada pelas espécies adotadas, o mesmo ocorreu em relação aos valores de estoque de nitrogênio, onde em ambas as épocas avaliadas, o monocultivo de braquiária mostrou-se inferior aos consórcios com leguminosas.

Na época chuvosa, foi observado maior concentração de estoque de nitrogênio, nos 03 pontos de distâncias da leguminosa (0, 4, e 8 m), demonstrando a importância fatores edafoclimáticos favoráveis para ocorrer a maior decomposição e liberação de nutrientes para o solo.

Para a braquiária + gliricídia, os resultados foram superiores a braquiária até profundidades mais subsuperficiais, chegando até 60-80 cm. Já no consórcio com sabiá, esses valores foram superiores até a profundidade de 40-60 cm. Deixando claro, a capacidade que essas leguminosas arbustivas têm em fixar nitrogênio, buscar nutrientes em camadas mais profundas e devolver esses nutrientes a partir da deposição e decomposição de sua fitomassa.

Na época seca, os valores superiores de estoque de nitrogênio concentraram-se nas camadas superiores do solo, entre 0-10 e 10-20 cm.

Nos sistemas silvipastoris, a presença de leguminosas arbóreas pode incrementar os teores de nitrogênio no solo, uma vez que esses vegetais associam-se à bactérias diazotróficas responsáveis pela fixação de nitrogênio do ar, aumentando assim a disponibilidade de N no solo para ser absorvido pela pastagem (CASTRO; PACIULLO, 2006). O uso de sistemas que

integram espécies arbóreas leguminosas e gramíneas pode constituir-se em opção viável visando o aumento do estoque de N no solo (CARVALHO et al., 2004; NOGUEIRA et al., 2009). Os bons resultados para o estoque de nitrogênio, também ocorre devido a adição de resíduos orgânicos provocar alterações no solo, como maior agregação e, conseqüentemente, maior proteção da matéria orgânica, além de uma reorganização da estrutura do solo, promovendo menores perdas de C e de N (SALTON, 2005; BOENI, 2007).

Trabalhos que avaliam a relação entre C e N no solo, mostram que aumentos nos estoques de C estão também relacionados a aumentos nos estoques de N no solo, o que significa que, quando se objetiva a recuperação dos estoques de matéria orgânica de um solo degradado, a adição de N ao sistema é fundamental (VIEIRA, 2007). Entre a utilização de fertilizantes nitrogenados minerais e a inclusão do cultivo de plantas leguminosas no sistema de rotação de culturas, o que se deduz é que o N adicionado via fixação simbiótica é mais eficiente que o N adicionado via fertilizante em promover acúmulo de C no solo, demonstrando assim, que há uma contribuição desses dois elementos quando utiliza-se de leguminosas objetivando melhorar as características químicas de um determinado solo.

Tabela 8. Estoque de Carbono (EST C) durante período seco e chuvoso em diferentes distâncias da faixa das leguminosas nos três sistemas avaliados

EST C (Mg.ha⁻¹) - Época seca							
	B	B+G			B+S		
	_	0	4	8	0	4	8
0-10	55,52 *	53,34	52,64	55,43	60,84 *	56,37 *	57,83 *
10-20		50,74	46,25	58,83 *	57,77 *	57,99 *	56,48 *
20-40		44,60	46,43	47,56	50,17	45,44	48,98
40-60		39,31	40,49	36,42	41,23	38,03	39,74
60-80		33,65	34,24	28,80	33,55	35,39	35,93
80-100		33,64	28,08	27,43	30,73	29,10	33,01

EST C (Mg.ha⁻¹) - Época chuvosa							
	B	B+G			B+S		
	_	0 m	4 m	8 m	0 m	4 m	8 m
0-10	32,15 *	32,07	34,02 *	34,43 *	37,40 *	36,84 *	36,04 *
10-20		28,99	31,12	32,30 *	32,05	33,71 *	34,09 *
20-40		16,94	21,53	21,89	36,53 *	40,97 *	40,60 *
40-60		14,48	19,55	18,91	31,52	34,25 *	29,69
60-80		13,05	13,68	18,40	24,69	26,87	25,59
80-100		12,07	17,01	14,73	17,88	22,51	16,15

B=monocultivo de Braquiária (controle), B+G=Braquiária consorciada com Gliricídia, B+S=Braquiária consorciada com Sabiá. (*) igual ou maior que o controle: Braquiária pura a 0-10 cm, ao nível de 10% de significância

Tabela 9. Estoque de Nitrogênio (EST N) durante período seco e chuvoso em diferentes distâncias da faixa das leguminosas nos três sistemas avaliados

EST N (Mg ha ⁻¹) - Época seca							
	B	B+G			B+S		
	—	0	4	8	0	4	8
0-10	9,27	9,31 *	9,04	8,43	8,36	9,42 *	8,80
10-20		8,66	7,04	8,66	8,75	9,35 *	8,50
20-40		7,95	6,63	7,34	5,66	7,88	8,75
40-60		5,26	6,90	5,22	5,07	6,61	5,86
60-80		5,75	5,75	5,10	4,98	6,14	4,53
80-100		3,77	5,07	3,73	3,78	4,43	3,42

EST N (Mg ha ⁻¹) - Época chuvosa							
	B	B+G			B+S		
	—	0 m	4 m	8 m	0 m	4 m	8 m
0-10	3,10	3,47 *	4,86 *	3,47 *	3,86 *	2,90	5,80 *
10-20		3,70 *	4,17 *	4,12 *	4,15 *	2,75	4,35 *
20-40		4,92 *	5,68 *	3,92 *	5,26 *	2,32	3,00
40-60		4,96 *	4,07 *	4,42 *	5,16 *	1,39	2,48
60-80		2,85	3,50 *	3,65 *	2,16	2,06	2,27
80-100		1,44	1,64	2,73	1,61	2,16	1,76

B=monocultivo de Braquiária (controle), B+G=Braquiária consorciada com Gliricídia, B+S=Braquiária consorciada com Sabiá. (*) igual ou maior que o controle: Braquiária pura a 0-10 cm, ao nível de 10% de significância

4.6- Frações da matéria orgânica do solo

Quanto aos valores de carbono orgânico das frações húmicas, houve diferença significativa a ($p < 0,10$) entre os tratamentos avaliados (Tabelas 9 e 10). As maiores concentrações de carbono encontravam-se na fração de ácidos húmicos nas duas épocas

avaliadas. Dobbss et al. (2009) observaram que as FAH são mais pobres em O e mais ricas em C em relação as FAF, possuindo assim, um maior grau de humificação e que as FAH também possuem uma baixa relação C/N.

No presente trabalho observou-se que, os valores de C da FAH no solo sob o consórcio com as duas leguminosas utilizadas foram maiores em comparação aqueles sob os solos de pastagem, demonstrando que a utilização de espécies de leguminosas em sistema silvipastoril contribuiu para aumentar a qualidade da matéria orgânica no solo.

O tratamento braquiária + gliricídia apresentou maiores valores do que os demais, para a quantificação de carbono dos ácidos fúlvicos, nas profundidades 0-10 e 10-20 cm na época seca, enquanto que na época chuvosa os três manejos apresentaram-se semelhantes em quantificação de carbono. Xavier et al (2004) observaram que a fração AF possui maior labilidade, o que facilita seu uso pela biomassa microbiana do solo, bem como sofrer lixiviação no perfil do solo. Ebeling et al. (2011b) ainda informaram que devido essa mobilidade, a FAF representa o principal fluxo de C no sistema.

Quanto aos valores de carbono da fração humina, a braquiária foi superior aos consórcios com gliricídia e sabiá. Em estudo com pastagem, sistema agroflorestal, sistema agrossilvipastoril e mata nativa sob Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico na região norte do Mato Grosso, Martins et al. (2009) encontraram maior valor para a fração CHUM na área com sistema agrossilvipastoril em comparação com outras frações e outras áreas. Os autores atribuíram o resultado a baixa degradabilidade dos resíduos florestais devido a constituição química recalcitrante.

Ramos (2013), avaliando pastagem com diferentes doses de N em consórcio de gliricídia, observou-se que o carbono da humina, dentre todas as frações humificadas, foi a que esteve em maior proporção no solo. Ainda nesse aspecto, segundo Fontana et al. (2011), a humina é um indicador eficaz da presença da matéria orgânica recalcitrante e fortemente estabilizada com a matriz mineral do solo. Já, segundo Ferreira et al. (2015), a fração AF foi quem apresentou os menores teores de C, atribuindo esses dados ao fato desta fração ser mais suscetível às perdas por lixiviação devido a sua constituição por moléculas alifáticas que apresentam maior quantidade de radicais carboxílicos. Já nos dados obtidos nessa pesquisa, os ácidos fúlvicos e humina, apresentaram resultados inferiores.

Tabela 10. Teores de carbono das frações ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina (HUM) no período seco em diferentes distâncias das faixas de leguminosas em três sistemas avaliados

Profundidade (cm)	B	B + G				B + S		
	Distância (m)							
	—	0	4	8	0	4	8	
AH (dag Kg⁻¹)- Época seca								
0-10	11,78	12,05 *	11,32	11,41	12,14 *	12,77 *	13,14 *	
10-20		11,41	10,96	12,32 *	11,69	13,32 *	12,32 *	
20-40		12,32 *	10,51	12,86 *	10,78	11,05	11,96 *	
40-60		9,96	9,60	11,14	9,33	7,34	7,43	
60-80		7,06	8,70	5,25	6,16	6,96	7,15	
80-100		5,07	6,07	4,53	4,16	4,89	5,34	
AF (dag Kg⁻¹)- Época seca								
0-10	2,40	2,57 *	1,77	1,95	2,04	1,95	2,31	
10-20		2,04	2,75 *	2,04	1,95	1,68	1,77	
20-40		0,88	1,95	2,13	1,68	1,60	0,88	
40-60		0,35	1,77	1,86	1,15	1,77	2,13	
60-80		1,33	1,60	1,42	1,42	2,48 *	1,77	
80-100		1,06	0,88	1,42	1,51	1,51	1,77	
HUM (dag Kg⁻¹)- Época seca								
0-10	1,84 *	1,59	1,58	1,67	1,60	1,38	1,37	
10-20		1,49	1,34	1,57	1,27	1,38	1,18	
20-40		1,36	1,25	1,34	1,55	1,24	1,26	
40-60		1,22	1,24	1,30	1,44	1,02	1,42	
60-80		1,21	1,19	1,22	1,21	1,13	1,26	
80-100		1,16	1,15	0,93	0,72	0,88	1,10	

B=monocultivo de Braquiária (controle), B+G=Braquiária consorciada com Gliricídia, B+S=Braquiária consorciada com Sabiá. (*) igual ou maior que o controle: Braquiária pura a 0-10 cm, ao nível de 10% de significância

Tabela 11. Teores de carbono das frações ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina (HUM) no período chuvoso em diferentes distâncias das faixas de leguminosas nos três sistemas avaliados

Profundidade (cm)	Distância (m)						
	B	B + G			B + S		
	-	0	4	8	0	4	8
AH (dag Kg⁻¹)- Época chuvosa							
0-10	11,17 *	10,34	11,90 *	11,72 *	11,72 *	12,09 *	12,62 *
10-20		12,18 *	11,17 *	12,18 *	12,63 *	12,27 *	14,56 *
20-40		8,70	9,43	11,26 *	11,90 *	12,73 *	10,80
40-60		5,49	6,77	6,86	8,06	7,19	8,70
60-80		4,57	2,65	3,38	3,48	5,12	4,94
80-100		1,28	1,46	3,02	2,93	2,67	1,28
AF (dag Kg⁻¹)-Época chuvosa							
0-10	2,79 *	2,56	2,79 *	3,68 *	3,75 *	3,97 *	2,97 *
10-20		2,52	2,97 *	2,40	2,58	2,43	2,79 *
20-40		2,33	2,15	2,11	2,83 *	2,75	1,42
40-60		1,63	1,94	2,06	0,87	1,54	2,43
60-80		0,91	1,44	1,62	1,97	1,08	1,94
80-100		0,41	2,10	1,72	1,54	1,90	0,65
HUM (dag Kg⁻¹)-Época chuvosa							
0-10	1,73	1,77 *	1,76 *	2,16 *	1,85 *	1,38	1,80 *
10-20		1,72	1,66	1,45	1,59	1,46	1,70
20-40		1,46	1,41	1,58	1,49	1,56	1,17
40-60		1,32	1,50	1,41	1,23	1,60	1,17
60-80		1,12	1,33	1,27	1,29	1,45	1,31
80-100		1,13	1,17	1,26	1,24	1,11	1,16

B=monocultivo de Braquiária (controle), B+G=Braquiária consorciada com Gliricídia, B+S=Braquiária consorciada com Sabiá. (*) igual ou maior que o controle: Braquiária pura a 0-10 cm, ao nível de 10% de significância

4.5- Macroelementos

O fósforo (P) é um dos dezesseis elementos essenciais à nutrição das plantas e um dos três macronutrientes primários. É absorvido do solo através das raízes nas formas de íons $H_2PO_4^-$ e HPO_4^{2-} . De acordo com a interpretação dos resultados da análise química do solo, os valores obtidos demonstram que a camada superficial de 0-10 cm, com valores entre 7 e 15 apresentou valores médios para o P, as demais camadas apresentaram teores abaixo de 7, caracterizando-se com baixo teor de P. Houve um comportamento diferenciado para o Consórcio com Gliricídia na distância de 8 m da leguminosa, apresentado alto teor de fósforo na época seca e chuvosa.

Tabela 12: Fósforo (P) no período seco e chuvoso em diferentes distâncias das faixas de leguminosas nos três sistemas avaliados

	B		B + G			B + S	
	=	0 m	4 m	8 m	0 m	4 m	8 m
P (mg dm⁻³) - Época seca							
0-10	10,46	9,78	9,37	18,52	13,33	7,6	9,45
10-20	6,93	5,91	5,79	10,34	8,67	5,96	6,96
20-40	4,51	3,72	4,25	5,47	5,33	2,77	5,79
40-60	2	1,97	2,94	2,64	2,33	1,67	2,45
60-80	0,72	0,99	2,03	1,4	1	1,29	2,16
80-100	1,78	0,8	1,87	0,92	1	1,53	1,93
P (mg dm⁻³) - Época chuvosa							
0-10	11,01	10,17	14,74	47,39	10,12	13,38	7,5
10-20	7,42	8,2	6,64	41,3	6,62	8,51	5,06
20-40	1,35	4,24	3,69	11,72	4,44	4,79	1,74
40-60	1,87	3,29	4,24	3,78	3,77	3,95	1,2
60-80	1,64	3,52	3,35	1,57	3,76	3,6	1,14
80-100	1,87	3,31	3,06	2,01	3,02	3,17	1,1

B=monocultivo de Braquiária (controle), B+G=Braquiária consorciada com Gliricídia, B+S=Braquiária consorciada com Sabiá

Em solos deficientes, o potássio pode se esgotar em menos de um dia. Há necessidade de liberar potássio para a solução do solo. Este processo se dá pela troca de cátions, onde o potássio trocável cede o seu lugar e migra para a solução do solo; daí a necessidade de manter uma quantidade de potássio no solo. Nas camadas superficiais, os valores de K, apresentaram-se altos, de acordo com os valores de interpretação para o estado de Sergipe. Já os teores nas camadas inferiores, esses valores decaem. O comportamento na distribuição de K no solo, assemelhou-se nas duas épocas avaliadas.

Tabela 13: Potássio (K) no período seco e chuvoso em diferentes distâncias das faixas de leguminosas nos três sistemas avaliado

	B		B + G			B + S	
	-	0 m	4 m	8 m	0 m	4 m	8 m
	K (cmolc dm⁻³)						
0-10	0,3	0,43	0,3	0,45	0,26	0,15	0,15
10-20	0,37	0,17	0,21	0,33	0,16	0,07	0,13
20-40	0,28	0,1	0,1	0,21	0,11	0,03	0,09
40-60	0,2	0,11	0,07	0,09	0,05	0,03	0,05
60-80	0,09	0,02	0,04	0,05	0,04	0,03	0,05
80-100	0,06	0,03	0,03	0,04	0,05	0,03	0,04
	K (cmolc dm⁻³)						
0-10	0,21	0,22	0,35	0,24	0,3	0,19	0,19
10-20	0,17	0,18	0,24	0,22	0,18	0,13	0,16
20-40	0,05	0,1	0,13	0,01	0,05	0,04	0,06
40-60	0,03	0,08	0,09	0,02	0,04	0,03	0,03
60-80	0,03	0,05	0,06	0,01	0,04	0,02	0,03
80-100	0,02	0,04	0,07	0,01	0,04	0,03	0,03

B=monocultivo de Braquiária (controle), B+G=Braquiária consorciada com Gliricídia, B+S=Braquiária consorciada com Sabiá

O Cálcio, é outro macronutriente importante para as plantas. É chamado macronutriente secundário junto com o magnésio (Mg) e o enxofre (S). Os efeitos indiretos do cálcio são tão importantes quanto o seu papel como nutriente. Sua principal função é a redução da acidez do solo, melhora o crescimento das raízes, aumento da atividade microbiana, aumento da disponibilidade de molibdênio (Mo) e de outros nutrientes. De acordo com os valores das tabelas da Embrapa de interpretação de solos, valores de Ca entre 4 e 7 mmol dm⁻³, identificam valores médios de Ca² trocável, esses valores diminuem ao longo das profundidades.

Tabela 14: Cálcio (Ca) no período seco e chuvoso em diferentes distâncias das faixas de leguminosas nos três sistemas avaliados

	B		B + G			B + S	
	-	0 m	4 m	8 m	0 m	4 m	8 m
Ca (cmolc dm⁻³) - Época seca							
0-10	3,9	4,4	4,03	4,13	4,6	4,83	4
10-20	3,73	3,8	3,83	3,47	3,83	4,26	3,9
20-40	3,5	4,27	3,4	2,7	3,47	3,16	3,3
40-60	2,33	2,8	3,23	1,92	2	2,76	2,17
60-80	1,57	1,93	2,13	1,5	1,9	2,03	1,8
80-100	1,57	1,97	1,8	1,47	1,7	2,13	1,63
Ca (cmolc dm⁻³) - Época chuvosa							
0-10	3,67	5	4,83	4,63	5,2	3,97	4,33
10-20	3,7	3,87	4,53	4,56	4,16	3,27	4,3
20-40	2,6	2,1	2,76	2,8	2,6	2,57	2,2
40-60	1,53	1,67	2,03	1,66	2,07	1,77	1,6
60-80	1,33	1,6	1,5	1,76	1,23	1,57	1,55
80-100	1,33	1,37	1,33	1,33	1,07	1,3	1,33

B=monocultivo de Braquiária (controle), B+G=Braquiária consorciada com Gliricídia, B+S=Braquiária consorciada com Sabiá

O Magnésio (Mg) é um macronutriente catiônico e secundário muito importante para o desenvolvimento das plantas. A deficiência de Magnésio no solo pode surgir em decorrência de pH menos que 5,4, que caracteriza-se em solos ácidos. No presente trabalho, todos os sistemas avaliados apresentam pH menor que 5,4, onde o valor do monocultivo de Braquiária foi de 5,0, Braquiária com Gliricídia 4,89 e Braquiária com Sabiá 4,72, concluindo que todos os sistemas apresentaram solos ácidos.

Tabela 15: Magnésio (Mg) no período seco e chuvoso em diferentes distâncias das faixas de leguminosas nos três sistemas avaliados

	B		B + G			B + S	
	-	0 m	4 m	8 m	0 m	4 m	8 m
Mg (cmolc dm⁻³) - Época seca							
0-10	1,8	1,9	2,3	2,5	2,07	1,23	2,67
10-20	2,07	2,1	1,9	2,37	1,9	1,23	2,1
20-40	1,7	2,53	0,77	2,23	1,4	1,03	1,77
40-60	1,27	1,27	0,9	1,35	1,75	1,36	1,45
60-80	1,23	1,2	0,77	1,27	1,17	1,43	1,35
80-100	1,33	1,4	1,13	1,07	1,8	1,03	1,55
Mg (cmolc dm⁻³) - Época chuvosa							
0-10	2,37	0,87	2,46	2,53	1,3	2,63	2,43
10-20	1,6	1,47	1,33	2,33	1,1	2,2	1,33
20-40	1,6	1,43	1,63	1,36	1,1	1,83	1,5
40-60	1,4	1,3	1,36	1,16	1,37	1,23	1,3
60-80	1,1	1,3	1,23	0,8	1	1,37	1,1
80-100	0,9	0,87	1,16	0,66	1,1	0,8	1,03

B=monocultivo de Braquiária (controle), B+G=Braquiária consorciada com Gliricídia, B+S=Braquiária consorciada com Sabiá

5- CONCLUSÕES

- Em relação aos parâmetros microbiológicos, ao longo dos 07 anos, desde a implantação do experimento, os resultados foram semelhantes entre o monocultivo de braquiária e o sistema silvipastoril, o que pode ter sido atribuído a forma de coleta e armazenamento das mesmas, gerando um ambiente homogêneo para os microrganismos. Deixando claro, a importância de realizá-las em locu.
- O consórcio com as leguminosas, aumentaram os teores de C e N total, em época chuvosa.
- Os valores de estoque de carbono e nitrogênio, foram superiores com a adoção dos sistemas silvipastoris, demonstram assim, grande potencial na utilização desses sistemas para melhorar a qualidade do solo.
- A gliricídia apresentou potencial de estoque de N nos três pontos de distância da leguminosa avaliados (0,4 e 8 m), e até 40-60 cm.
- A fração AH demonstrou maior proporção em relação a AF e HUM, proporcionando maior quantidade de carbono presente na matéria orgânica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADACHI, M.; BEKKU, Y. S.; RASHIDAD, W.; OKUDA, T.; KOIZUMI H. Differences in soil respiration between different tropical ecosystems. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 34, n. 2-3, p 258-265, 2006.
- ALLARD, V.; SOUSSANA, J. F.; FALCIMAGNE, R.; BERBIGIER, P.; BONNEFOND, J. M.; CESCHIA, E.; D'HOOR, P.; HÉNAULT, C.; LAVILLE, P.; MARTIN, C.; PINARES-PATINO C. The role of grazing management for the net biome productivity and greenhouse gas budget (CO₂, N₂O and CH₄) of seminatural grasslands. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Toronto, v. 121, p. 47-58, 2007.
- ALLEN, V.G.; BATELLO, C.; BERRETTA, E. J.; HODGSON, J.; KOTHMANN, M.; LI, X.; MCLVOR, J.; MILNE, J.; MORRIS, C.; PEETERS, A.; SANDERSON, M.C. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, Cork, v. 66, p. 2–28, 2011.
- ALVARENGA, M. I. N.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Teor de carbono, biomassa microbiana, agregação e micorriza em solos de Cerrado com diferentes usos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, no. 3, p. 617-625, 1999.
- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient of CO₂ (q CO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental condition, such as pH, on the microbial of forest soil. **Soil Biology and Biochemistry**, Amesterdam, v. 25, n. 3, p. 393-395, 1993.
- ANGHINONI, I.; ASSMANN, J. M.; MARTINS, A. P.; COSTA, S. E.; CARVALHO, P. C. F. Ciclagem de nutrientes em integração lavoura-pecuária. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 3., 2011, Pato Branco. **Trabalho apresentado...** Synergismus scyentifica UTFPR , Pato Branco , 6, n.2, 2011.
- APOLINÁRIO, V. X. de O. **Contribuição de leguminosas arbóreas em sistemas silvipastoris com *Brachiaria decumbens* Stapf**. 2014. 109 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- ASSIS JUNIOR, S. L.; ZANUNCIO, J. C.; KASUYA, M. C. M.; COUTO, L.; MELIDO, R. C. N. Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monoculturas, mata natural e área desmatada. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.1, p.35-41, 2003.
- ASSMANN, J. M. **Estoque de Carbono e nitrogênio no solo e Ciclagem de nutrientes em sistema de integração soja-bovinos de corte em plantio direto de longa duração**. 2013. 135 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- AZAR, G.S; ARAÚJO, A.S.F.de; OLIVEIRA, M.E; AZEVÊDO, D. M. M. R. Biomassa e atividade microbiana do solo sob pastagem em sistemas de monocultura e silvipastoril. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2727-2736, 2013.

BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 641-649, 1998.

BARCELLOS, A. de 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**, Minas Gerais, v.37, suplemento especial, p.51-67, 2008.

BARROS, J. M.; VASCONCELOS, S. S.; FERREIRA, N. M. da S. TRINDADE, I. A. **Respiração basal do solo em sistemas de produção agropecuária no Nordeste Paraense**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8., 2010, Guarapari. Fontes de nutrientes e produção agrícola: modelando o futuro: anais. Viçosa, MG: SBCS, 2010.

BENITES, V. M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. **Fracionamento quantitativo de substâncias húmicas: um procedimento simplificado e de baixo custo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 14p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 16).

BERG, B.; MCCLAUGHERTY C. Plant Litter: Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration. **Editora Springer**, Berlim, 2 ed., 2008. 340 f.

BOENI, M. **Proteção física da matéria orgânica em Latossolos sob sistemas com pastagens na região do Cerrado Brasileiro**. 2007. 136p. (Doutorado em Ciências do Solo) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BRAZ, A.J.B.P.; KLIEMANN, H.J.; SILVEIRA, P.M. Produção de fitomassa de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distrófico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, p. 55-64, 2005.

BUCK, L. E.; LASSOIE, J. P.; FERNANDES, E. C. M. Agroforestry in sustainable agricultural systems. **CRC**, Boca Raton, 415 p., 1998.

CABRAL, F. de A. **Caracterização de pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf. em sistemas silvipastoris**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

CALDEIRA, M. V. W.; SOARES, R. V.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes – Floresta Ombrófila Mista Montana-Paraná. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 101-116, 2007.

CANTARUTTI, R.B.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; CADISCH, G.; REZENDE, C. P.; PEREIRA, J. M.; BRAGA, J. M.; GOMIDE, J. A.; FERREIRA, E.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. The effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen dynamics in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the south of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosyst**, Berlim, v. 64, p. 257–271, 2002.

CARNEIRO, M. A. C.; MELO, L. B. de C.; ASSIS, P. C. R.; 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**, Goiânia, v.38, p.276-283, 2008.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D. de.; REIS, E. F. dos.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. de. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.147-157, 2009.
 CARVALHO, J. L. N.; AVANZI JUNIOR, C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R. de; CERRI, C. E. P. **Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil**. Revista Brasileira de Ciência Solo, Viçosa. v. 34, n. 2, 2010.

CARVALHO, M. M.; FERNANDES, E. N.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. Experiências com sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. In: MULLER, M. W.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; BRANDÃO, I. C. F. L.; SÊRODIO, M. H. C. F. **Sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos: sustento da vida e sustento da vida**. Ilhéus: Sociedade Brasileira de sistemas agroflorestais: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira; Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense, p. 125-140, 2004.

CERRI, C.E.P.; EASTER, M.; PAUSTIAN, K.; KILLIAN, K.; COLEMAN, K.; BERNOUX, M.; FALLON, P.; POWSON, D. S.; BATJES, N.; MILNE, E.; CERRI, C. C. Simulating SOC changes in 11 land use change from Brazilian Amazon with Roth C and Century models. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 122, p. 46-57, 2007.

COELHO, D. de L. **Características estruturais e produtivas de Brachiaria Decumbens Stapf. em monocultivo e em sistemas silvipastoris, na Zona da Mata de Pernambuco**. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

CHAER, G. M. **Modelos para determinação de índice de qualidade do solo baseado em indicadores físicos, químicos e biológicos**. 2001, 103 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

COLETTA, L. D. **Estudo da fixação biológica do nitrogênio em leguminosas (família fabaceae) arbóreas tropicais através do enriquecimento do isotópico do ¹⁵N**. 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo. Piracicaba.

CORREIA, K. G. **Biota do solo e atividade microbiana de áreas em diferentes estágios sucessionais e aspectos sócio-econômicos no município de Santa Terezinha-PB**. 2010. 123 f. Tese (Doutorado em Recursos naturais)- Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

COSTA, E.S.; LUIZÃO, R.C.; LUIZÃO, F.J. Soil microbial biomass and organic carbon in reforested sites degraded by bauxite mining in the Amazon. **Advances in Geoecology**, Estugarda, v. 31, p. 443- 450, 1998.

COSTA, N. de L.; LEÔNIDAS, F. das C.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; VIEIRA, A.H. Avaliação de leguminosas arbóreas e arbustivas de múltiplo uso na Amazônia Ocidental. **Amapá Ciência e Tecnologia**, Macapá, v.1, n.1, p.52-58, 2000.

COSTA, G. S.; FRANCO, A. A.; DAMASCENO, R. N.; FARIA, S. M. Nutrient input through litter in a degraded area revegetated with legume trees. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n .5, p. 919- 927, 2004.

COSTA, O. V.; CANTARUTTI, R. B.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M. da; NACIF, P. G. S.; FARIA, J. C. Estoque de carbono solo sob pastagem em área de Tabuleiro Costeiro no Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 1137-1145, 2009.

CUNHA, E. de Q.; STONE, L. F.; FRERREIRA, E. P. de B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo de solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. II-Atributos biológicos do solo (1). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, p.603-611, 2011.

DACCARET, M. A. **La influencia de los arboles leguminosas y no leguminosas sobre el forrage que cresce bajos ellos**. 1967. 34 p. Dissertação (Mestrado) - Centro Agrônômico Tropical de Investigacion y Ensenanza - CATIE, Costa Rica.

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. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 352-356, 2007.

DOBBS, L. B.; RUMJANECK, V. M.; BALDOTTO, M. A.; VELLOSO, A. C. X.; CANELLAS, L. P. Caracterização química e espectroscópica de ácidos húmicos e fúlvicos isolados da camada superficial de Latossolos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.33, p. 51-63, 2009.

DOMMARGUES, Y.; DUHOUX, E.; DIEM, H. G. Les Arbres fixateurs d'azote – caractéristiques fondamentales et rôle dans l'aménagement des écosystèmes méditerranéens et tropicaux avec référence particulière aux zones subhumides et arides. **CIRAD**, Rome, 499 p, 1999.

DUBEUX, J.C.B. Jr.; SANTOS, H.Q.; SOLLENBERGER, L.E. Ciclagem de nutrientes: Perspectivas de aumento da sustentabilidade da pastagem manejada intensivamente. In C.G.S. Pedreira et al (ed.) **Fertilidade do solo para pastagens produtivas**, Piracicaba, p. 357–400, 2004.

DUBEUX, J. C. B.; SOLLENBERGER, L.; VENDRAMINIC, J. M. B.; STEWARD, R. L.; INTERRANTEB, S. M. Litter Mass, Deposition Rate, and Chemical Composition in Bahiagrass Pastures Managed at Different Intensities. **Crop Science Society of America**, Madison, v. 46, p. 1299–1304, 2006.

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

- DUBEUX, J. C. B. Jr.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; MUIR, J.; SILVA, M. A. da; TEIXEIRA, V. I.; MELLO, A. C. L. de. Soil characteristics under legume and non-legume tree canopies in signalgrass (*Brachiaria decumbens*) pastures. **African Journal of Range & Forage Science**, Abingdon-on-Thames, v. 31, p. 37-42, 2014.
- DUDA, G. P.; GUERRA, J. G. M.; MONTEIRO, M. T.; DE-POLLI, H. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 139-147, 2003.
- EBELING, A. G.; ANJOS, L. H. C. dos; PEREIRA, M. G.; PINHEIRO, E. F. M.; VALADARES, G. S. Substâncias húmicas e relação com os atributos edáficos. **Bragantia**, Campinas, v.70, p. 157-165, 2011.
- EMBRAPA – CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa – SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p. 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Diagnóstico de pastagem no Brasil**. 1 ed. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 38 p.
- FAO-ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. **Perspectivas agrícolas 2015-2014**. Informação e documentação, Cap. 2. Brasília, 2015.
- FAO-ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. **Base de dados estatísticos 2006**. Disponível em <<http://faostat.fao.org/default.aspx>>. Acesso em 21 de Setembro de 2015.
- FERREIRA, J. da S. **Estoque de carbono e atividade microbiana em sistemas silvipastoris na zona da mata de Pernambuco**. 2015. 47 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Ciência do Solo), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- FILHO, M. B. D. **Diagnósticos de Pastagens no Brasil: Documentos 402. Embrapa Amazônia Oriental**, Belém-PA, 2014.
- FONTANA, A.; SILVA, C. F. da; PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; BRITO, R. J. de; BENITES, V. de M. Avaliação dos compartimentos da matéria orgânica área da Mata Atlântica. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 545-550, 2011.
- FORNARA, D.A; TILMAN, D. Plant functional composition influences rates of soil carbon and nitrogen accumulation. **Journal of Ecology**, Londres, v. 9, p. 314-322, 2008.
- FRAGA, V.S.; SALCEDO, I.H. Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arid soils under subsistence farming. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 68, p.215-224, 2004.

FRANCO, A. A. **Uso de *Gliricidia sepium* como moirão vivo**. Seropédica: EMBRAPA-UAPNPBS, 1988. 5 p. (EMBRAPA-UAPNPBS. Comunicado Técnico, 3).

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. de; DIAS, L. E. **The Importance of biological nitrogen fixation on land rehabilitation**. In: PEDROSA, F. O.; HUNGRIA, M.; YATES, G.; NEWTON, W. E., (Ed.). Nitrogen fixation: from molecules to crop productivity. Kluwer, Dordrecht, p. 569-570, 2000.

FREITAS, A. D. S. Nodulação e fixação de nitrogênio por forrageiras da caatinga cultivadas em solos do semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.9, p.1856-1861, 2011.

GAMA-RODRIGUES, E.F. da; A.C. da. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L.S. CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. rev. e atual. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.159-170.

GARCIA, M. R. L.; NAHAS, E. Biomassa e atividades microbianas em solo sob pastagem com diferentes lotações de ovinos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 269-276, 2007.

GHANI, A.; DEXTER, M.; PERROTT, K. W. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. **Soil Biology and Biochemistry**, Amestredam, v. 35, n. 4, p. 1231-1243, 2003.

HUXLEY, P. Tropical agroforestry. **Blackwell Science**, Oxford, 371p, 1999.

INSAM, H.; DOMSCH, K. H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. **Microbial Ecology**, Berlim, v. 15, n. 4, p. 177-188, 1988.

INSAM, H.; MITCHELL, C. C.; DORMAAR, J. F. Relationship of soil microbial biomass and activity with fertilization practice and crop yield of three ultisols. **Soil Biology and Biochemistry**, Amestredam, v. 23, n. 5, p. 459-464, 1991.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. **Reference Manual**, v. 3, 1996.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate change: Impacts, adaptation and vulnerability. Reference Manual, v. 2, 987 f., 2007.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbono. **Biology and Fertily of Soils**, Berlim, 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 and Environment**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 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.

KLUTHCOUSHI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003.

LEITE, L. F. C.; ARRUDA, F. P. de; COSTA, C. do N.; FERREIRA, J. da S.; HOLANDA NETO, M. R. Qualidade química do solo e dinâmica de carbono sob monocultivo e consórcio de macaúba e pastagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.12, p.1257–1263, 2013.

LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; DUBEUX, J. C. B. J.; LIRA, M. de A. J.; MELLO, A. C. L. de. Sistema de produção de forragem: Alternativas para sustentabilidade da pecuária. In: SIMPÓSIO DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa – PB, **Anais**, p. 405-423.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, p.133-146, 2009 (suplemento especial).

MADER, P.; FLIEBACH, A.; DUBOIS, A.; GUNST, L., FRIED, P.; NIGGLI, U. Soil fertility and biodiversity in organic farming. **Science**, Pensilvânia, v. 96, p. 1694-1697, 2002.

MARTINS, E. de L.; CORINGA, J. do E.S.; WEBER, O.L. dos S. Carbono orgânico nas frações granulométricas e substâncias húmicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico – LVAd sob diferentes agrossistemas. **Acta Amazonica**, Manaus, v.39, p.655-660, 2009.

MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, E. D. S.; SAMPAIO, E. V. de S. B. Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestral no Agreste Paraibano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 555- 564. , 2006.

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do solo**. Editora Ufla, 2. ed, 729 p.. Lavras-MG, 2006.

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**, Viçosa, v.25, p. 863-871, 2001.

NAIR, P. K. R.; NAIR, V. D.; KUMAR, B. M.; HAILE, S. G. Soil carbon sequestration in tropical agroforestry systems: a feasibility appraisal. **Environmental Science & Policy**, Amsterdam, v.12, p.1099-1111, 2009.

NOGUEIRA, R. S.; OLIVEIRA, T. S.; TEIXEIRA, A. S.; CAMPANHA, M. M. Distribuição espacial do estoque de carbono orgânico total em Luvisolos sob sistemas agrícolas convencionais e agroflorestrais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v.4, p. 2118-2122, 2009.

- OLIVEIRA, C. A. **Estimativas de fixação biológica de Nitrogênio em cana-de-açúcar por 15N**. 2012. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo de Campinas-SP. Campinas.
- PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T. **Sistema silvipastoril e pastagem exclusiva de braquiária para recria de novilhas leiteiras: massa de forragem, qualidade do pasto, consumo e ganho de peso** – Juiz de Fora : Embrapa Gado de Leite, 21 p. 2006.
- PARRON, L. M. **Aspectos da Ciclagem de nutrientes em função do gradiente topográfico, em uma mata de galeria no Distrito Federal**. 2004. 184 f. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de Brasília. Brasília.
- PAULA, P. D.; CAMPELLO, E. F. C.; GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. de A.; RESENDE, A. S. Decomposição das podas das leguminosas arbóreas *Gliricidia Sepium* e *Acacia Angustissima* em um sistema agroflorestal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 791-800, 2015.
- PEOPLES, M.B.; CRASWELL, E.T. Biological nitrogen fixation: investments, expectations and actual contributions to agriculture. **Plant and Soil**, Crawley, v.141, n.1-2, p.13-40, 1992.
- PERES, M. A.; JOSAHKIAN, A. L. Estratégias de mitigação dos gases de efeito estufa na pecuária de corte. **Cadernos de pós-graduação**, v. 1. Faculdades Associadas Uberaba, 2010. 8 f.
- PERON, A. J., EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões do Cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 655-661, 2004.
- PIMENTA, J. A.; ROSSI, L. B.; TOREZAN, J. M. D.; CAVALHEIRO, A. L.; BIANCHINI, E. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma floresta estacional semidecidual no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 25, n.1, p. 53-57. 2011.
- POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: Goncalves, J.L.M. & Benedetti, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**, Piracicaba, p. 287-308, 2000.
- PULROLNIK, K.; BARROS, N.F.; SILVA, I.R.; NOVAIS, R.F.; BRANDANI, C.B. Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e Cerrado no vale do Jequitinhonha – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p.1125–1136, 2009.
- 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 distrocioso**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.
- RANGEL, O.J.P.; SILVA, C.A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.1609-1623, 2007.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; MELO, L. C. A.; OLIVEIRA, A. C. de J. Carbono orgânico e nitrogênio total do solo e suas relações com o espaçamento de plantio de Cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 2051-2059, 2008.

RESH, S. C.; BINKLEY, D.; PARROTA, J. A. Greater soil carbon sequestration under nitrogenfixing trees compared with Eucalyptus species. **Ecosystems**, New York, n. 5, p. 217-231, 2002.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006.

SALTON, J; MIELNICZUK, J; BAYER, C. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 32, p. 11-21, 2008.

SARAIVA, F. M. **Ciclagem de nutrientes em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob diferentes intensidades de pastejo**. 2010. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.

SIERRA, J.; DULORMNE, M.; DESFONTAINES, L. Soil nitrogen as affected by *Gliricidia sepium* in a silvopastoral system in Guadeloupe, French Antilles. **Agroforestry Systems**, Berlim, v. 54, p. 87-97.2002.

SILVA, I.R.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. & SILVA, E.F. Manejo de resíduos e matéria orgânica do solo em plantações de eucalipto: Uma questão estratégica para a manutenção da sustentabilidade. B. Inf. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p.10-20, 2004.

SILVA, H. M. S. **Decomposição e composição química da liteira de *Brachiaria decumbens* Stapf e *Calopogonium mucunoides* desv.** 2009. 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.

SILVA JÚNIOR, M. L.; DESJARDINS, T.; SARRAZIN, M.; MELO, V. S. de; MARTINS, P. F. da S.; SANTOS, E. R.; CARVALHO, C. J. R. de. Carbon content in Amazonian Oxisols after Forest conversion to pasture. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.1603-1611, 2009.

SILVA, R. R. da; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L. C.; MOREIRA, F. M. de 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**, Viçosa, v. 34, p. 1585-1592, 2010.

SILVA, A. B.; LIRA JÚNIOR, M. de A.; DUBEUX, J. C. B. J.; FIGUEIREDO, M. do V. B.; VICENTINI, 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.

SISTI, C.P.J., SANTOS, H.P., KOHHANN, R., ALVES, B.J.R., URQUIAGA, S., BODDEY, R.M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil Tillage and Research**, Amsterdam, v. 76, p. 39-58, 2004.

SWIFT, R. S. Organic matter characterization. In: SPARKS, D. L.; PAGE, A. L.; HELMKE, P. A.; LOEPPERT, R. H.; SOLTANPOUR, P. N.; TABATABAI, M. A.; JOHNSTON, C. T.; SUMNER, M. E. (Ed.) **Methods of soil analysis**. Madison: Soil Science Society of America/ American Society of Agronomy, 1996. p.1011-1020.,Pt. 3. (Soil Science Society of America Book Series, 5).

SIQUEIRA, J. O.; NAIR, M. G.; HAMMERSCHMIDT, R.; SAFIR, G. R. Significance of phenolic compounds in plant-soilmicrobial systems. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Knoxville, v.10, n.1, p.63-121, 1991.

SISTI, C.P.J.; SANTOS, H.P.; KOHHANN, R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in Southern Brazil. **Soil Tillage Research**, Amesterdam, v. 76, p. 39-58, 2004.

SOUSSANA, J.F., ALLARD, V.; PILEGAARD, K.; AMBUS, P.; AMMAN, C.; CAMPBELL, C.; CESCHIA, E.; CLIFTON-BROWN, J.; CZOBEL, S.; DOMINGUES, R.; FLECHARD, C.; FUHRER, J.; HENSEN, A.; HORVATH, L.; JONES, M.; KASPER, G.; MARTIN, C.; NAGY, Z.; NEFTEL, A.; RASCHI, A.; BARONTI, S.; REESL, R.M.; SKIBA, U.; STEFANI, P.; MANCA, G.; SUTTON, M.; TUBA, Z.; VALENTINI, R. Full accounting of the greenhouse gas (CO₂, N₂O, CH₄) budget of nine European grassland sites. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 121, p. 121–134, 2007.

TÓTOLA, M.R.; CHAER, G.M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade do solo. In: ALVAREZ VENEGAS, V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F. de; MELLO, J.W.V. COSTA, L.M. da. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p.195-276.

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**, Viçosa, v. 24, p. 35-42, 2000.

VELDKAMP, E. Organic Carbon Turnover in Three Tropical Soils under Pasture after Deforestation. **Soil Science Society of America Journal**, Viçosa, v.58, p.175-180, 1994.

VILELA, L.; MARTHA JR., G.B.; BARIONI, L.G.; BARCELLOS, A.O.; ANDRADE, R.P. **Pasture degradation and long-term sustainability of beef cattle systems in the Brazilian Cerrado**. IN: XIX ANNUAL MEETING OF THE SOCIETY FOR CONSERVATION BIOLOGY CAPACITY BUILDING & PRACTICE IN A GLOBALIZED WORLD, Brasília, July, 2005.

XAVIER, F. A. da S.; MAIA, S. M. F.; OLIVEIRA, T. S. de; MENDONÇA, E. de S. Compartimentos da matéria orgânica do solo em sistemas agrícolas orgânicos e convencional na Chapada da Ibiapaba-CE. In: MENDONÇA, E. de S.; XAVIER, F. A. da S.; LIBARDI, P. L.; ASSIS, JR. R. N. de; OLIVEIRA, T. S. de. **Solo e água: aspectos de uso e manejo com ênfase no semiárido nordestino**. Fortaleza-CE, 2004, p. 31-50.

ZOTTI, C. A.; PAULINO, V. T. Metano na produção animal: Emissão e minimização de seu impacto. **Instituto de Zootecnia, APTA/SAA**, Nova Odessa, 2009.