



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CARACTERIZAÇÃO DE PASTAGEM DE *Brachiaria decumbens* Stapf. EM  
SISTEMAS SILVIPASTORIS**

**FELIPE DE ARAÚJO CABRAL**

**RECIFE**

**2013**

**CARACTERIZAÇÃO DE PASTAGEM DE *Brachiaria decumbens* Stapf. EM  
SISTEMAS SILVIPASTORIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal  
Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Mestre em Zootecnia (Área de  
Concentração: Forragicultura)

**Orientador:** Prof. José Carlos Batista Dubeux Jr.

**Co-orientadores:** Prof.<sup>a</sup> Mércia Virginia Ferreira dos Santos

**Prof.º** Mário de Andrade Lira

**Recife-PE**

**Janeiro, 2013**

Ficha Catalográfica

C117c Cabral, Felipe de Araújo  
Caracterização de pastagem de *Brachiaria decumbens*  
Stapf. Em sistemas silvipastoris / Felipe de Araújo Cabral. –  
Recife, 2013.  
112 f.: il.

Orientador (a): José Carlos Batista Dubeux Júnior.  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia,  
Recife, 2013.  
Referências.

1. Pastagens 2. Biomassa 3. Teor de nitrogênio 4. Índice  
de área foliar 5. Forragicultura I. Dubeux Júnior, José Carlos  
Batista, Orientador II. Título

CDD 633.2

**Ciclagem de nutrientes em sistemas silvipastoris na zona da mata de Pernambuco**

**FELIPE DE ARAÚJO CABRAL**

**Dissertação defendida em 31 de Janeiro de 2013 e aprovada pela banca examinadora:**

**Orientador:**

---

José Carlos Batista Dubeux Júnior, Ph D. Professor adjunto da UFRPE

**Examinadores:**

---

Prof. Mário de Andrade Lira Júnior, Ph D. Departamento de Agronomia-UFRPE

---

Prof. Márcio Vieira da Cunha, Departamento de Zootecnia- UFRPE

---

Alexandre Carneiro Leão de Mello, Departamento de Zootecnia- UFRPE

**Recife-PE**

**Janeiro 2013**

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

**FELIPE DE ARAÚJO CABRAL**, filho da Sra. Laurinete Lira de Araújo e do Sr. João Batista Cabral, brasileiro, natural de Paulista-PE, nasceu em 19 de maio de 1986. Concluiu o ensino médio na Escola de Paulista - PE, no ano de 2004. Ingressou no curso de graduação em Zootecnia, na Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, em Recife - PE, em 2005, concluindo-o em 2010. Durante sua graduação foi bolsista, por três anos, do Programa de Iniciação Científica PIBIC/FACEPE na área de Forragicultura. Em Agosto de 2010 iniciou seu mestrado pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, concluindo seus estudos em janeiro de 2013. Em 2010 foi professor estadual do Instituto Tecnológico Pernambucano - ITEP, do Vale do Pajeú/ Serra Talhada, tendo terminado seu contrato em outubro do mesmo ano. É funcionário contratado da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola da Bahia – EBDA, onde trabalha como extensionista rural.

## DEDICO

À minha família, mãe e pai, pela forma que eles me deram todo alicerce, servindo como minha base para construção de um bom futuro.

À minha amada Carolina Alves, pelo amor, companheirismo, apoio e compreensão em todos os momentos, principalmente os mais difíceis, pois foi dessa forma que construímos uma carreira, onde obtive o apoio e a força que precisei para chegar até o fim.

À minha irmã Ana Lúcia e seu namorado Arnaldo, meu irmão Tiago e sua esposa Patrícia, que em todos os momentos souberam me aconselhar para que eu conseguisse completar minha trajetória.

Aos meus tios, tias, primos e primas, sem exceção, que, com palavras e atitudes, me deram o carinho e a força que eu precisei.

Ao meu enteado “Zequinha”, pequena pessoa, pelo qual desenvolvi um amor imenso, pelos momentos de descontração e ternura.

“Só o que está morto não muda!  
Repito por pura alegria de viver:  
A salvação é pelo risco,  
Sem o qual a vida não vale a pena!”

Clarice Lispector

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, principalmente, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, por abrir portas para que após uma seleção eu conseguisse ingressar e desenvolver todo trabalho acadêmico, o qual será a base para minha carreira profissional.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE pela concessão da bolsa de estudos e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo financiamento do projeto.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco, por disponibilizar os espaços físicos e meios para realização do experimento.

Ao meu orientador, Prof. José Carlos Dubeux Jr., por nortear meus caminhos dentro da área acadêmica com seus conselhos, apoio e orientação em toda fase do curso e por oportunidades disponibilizadas, que infelizmente não pude aproveitar.

Aos meus coorientadores, Prof<sup>a</sup> Mércia Virginia Ferreira dos Santos e ao Prof. Mário de Andrade Lira, pela colaboração e incentivo que sempre necessitei.

Aos meus amigos (as) que foram companheiros durante o árduo e persistente desenvolvimento do experimento, Carolina Lira, Caroline Dykstra, Socorro Caldas, Erick Rodrigo e especialmente Diego Coelho, por toda sua dedicação e responsabilidade com o experimento.

Aos meus amigos especiais, Janete, Crissany Oliveira, Amanda Gallindo, Adineide Candido, Eduardo Bruno e Osniel Oliveira, pela amizade e carinho sempre que precisei.

A Hiran Silva, Felipe Martins, Francisco Machado e Vicente Imbroisi, por serem efetivos mestres em minha vida e me ensinarem muitos dos conceitos que sei hoje, fica para eles meu respeito e minha profunda admiração.

Aos meus colegas do IPA, Arlindo, Zui, Deka, Nego, Tonho, João Guilherme, Tarciso, Severino, Ferson, Júnior pelo acolhimento e ajuda na execução do trabalho.

Além de todos os amigos e amigas que torceram muito por mim e acreditaram que conseguiria, especialmente a Bruno Carneiro, pelo incentivo nos estudos.

Por fim e mais importante, a DEUS, nosso Criador, pelo dom da vida.

## SUMÁRIO

	Páginas
Lista de Tabelas	11
Lista de Figuras	11
Resumo Geral	15
General Abstract	17
Introdução Geral	19
<b>Capítulo I - Revisão De Literatura</b>	
1- Sistema Silvipastoril	23
2- Ciclagem de Nitrogênio em Sistema Silvipastoril	25
3- Produção de forragem no sub-bosque	27
3- Descrição morfofisiológica da <i>Brachiaria</i> no sub-bosque	28
4- Referências Bibliográficas	31
<b>Capítulo II - Caracterização da vegetação herbácea e serrapilheira em pastagem de brachiária em sistema silvipastoril e em monocultivo</b>	
Resumo	40
Abstract	42
Introdução	43
Material e Métodos	44
Resultados e Discussão	50
Conclusões	62
Referências Bibliográficas	62
<b>Capítulo III - Caracterização da vegetação herbácea, serrapilheira e solo em função da distância de leguminosas arbóreas em sistemas silvipastoris</b>	
Resumo	71
Abstract	73
Introdução	75
Material e Métodos	77
Resultados e Discussão	82
Conclusões	103
Referências Bibliográficas	104

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo II

	Página
<b>Tabela 1.</b> Caracterização do solo da área experimental antes da introdução das espécies leguminosas.	44

### Capítulo III

<b>Tabela 1.</b> Caracterização do solo da área experimental antes da introdução das espécies leguminosas.	78
<b>Tabela 2.</b> Fração leve da matéria orgânica (g/Kg) do solo em profundidade de 0-10 cm a 102 distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em SSP's na zona da mata de Pernambuco.	
<b>Tabela 3.</b> Fração leve da matéria orgânica do solo nas profundidades de 10-20 e 20-40 cm em pastagem de <i>Brachiaria decumbens</i> em um SSP na Zona da Mata de Pernambuco.	103

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo II

	Páginas
<b>Figura 1.</b> Precipitação pluvial mensal; média histórica e médias do período experimental (agosto de 2010 a setembro de 2011) no município de Itambé, Zona da Mata de Pernambuco.	44
<b>Figura 2.</b> Sistematização de coleta em SSP e medidas das parcelas experimentais	48
<b>Figura 3.</b> Altura comprimida da forragem, porcentagem de folha, índice de área foliar (IAF); contraste ortogonal entre silvipastoril e monocultivo avaliação.	52

<b>Figura 4.</b> Teor de N na forragem, índice SPAD, massa de matéria seca e teor de matéria seca na forragem; contraste ortogonal entre silvipastoril e monocultivo	56
<b>Figura 5.</b> Teor de N na serrapilheira; contraste ortogonal entre sistema silvipastoril e monocultivo.	58
<b>Figura 6.</b> Produção de serrapilheira; contraste ortogonal entre sistema silvipastoril e monocultivo.	60
<b>Figura 7.</b> Fração leve da matéria orgânica do solo em três profundidades; contraste ortogonal entre sistema silvipastoril e monocultivo.	61

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo III

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Precipitação pluvial mensal; média histórica do período experimental (agosto de 2010 a setembro de 2011) no município de Itambé Zona da Mata de Pernambuco	78
<b>Figura 2.</b> Sistematização de coleta e medidas da parcela de leguminosas arbustivas consorciadas com <i>Brachiaria decumbens</i>	80
<b>Figura 3.</b> Porcentagem de material morto em pastagem de <i>Brachiaria decumbens</i> em um SSP e precipitação pluvial (mm) na zona da mata de Pernambuco	84
<b>Figura 4.</b> Porcentagem de colmo de <i>Brachiaria decumbens</i> a cinco distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em SSP's na zona da mata de Pernambuco	85
<b>Figura 5.</b> Altura da <i>Brachiaria decumbens</i> a cinco distâncias das leguminosas forrageiras	87

arbóreas em um SSP na zona da mata de Pernambuco

- Figura 6.** Índice de Área Foliar (IAF) em pastagem de *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em SSP's na Zona da Mata de Pernambuco. 89
- Figura 7.** Teor de N-total na *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em SSP's na Zona da Mata de Pernambuco 92
- Figura 8.** Índice SPAD na *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em SSP's na zona da mata de Pernambuco 94
- Figura 9.** Massa de matéria seca da *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias de leguminosas forrageiras arbóreas em SSP's na zona da mata de Pernambuco 95
- Figura 10.** N-total da serrapilheira (gramínea e leguminosa) em pastagem *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em um SSP na zona da mata de Pernambuco. 98
- Figura 11.** Produção de serrapilheira (gramínea/leguminosa) em pastagem de *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em um SSP na zona da mata de Pernambuco. 99
- Figura 12.** Produção de serrapilheira (gramínea/leguminosa) em pastagem de *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em um SSP na zona da mata de Pernambuco. 101

## RESUMO GERAL

O objetivo deste estudo foi avaliar a biomassa, teor de N da forragem e da serrapilheira, resposta morfofisiológica da planta, em diferentes distâncias das árvores dentro dos sistemas silvopastoris e comparar esse sistema com o sistema de monocultivo (a pleno sol) na Zona da Mata de PE. Os tratamentos experimentais consistiram na associação da gramínea *Brachiaria decumbens* Stapf. com as leguminosas sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) e gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp] e mais dois tratamentos da *B. decumbens* em monocultivo sendo um a gramínea exclusiva sem adubação nitrogenada e outro formado pela gramínea adubada com 60 kg N/ha/ano. As amostragens foram realizadas na fila dupla de leguminosas arbóreas e em quatro diferentes pontos que se distanciavam da fileira dupla das leguminosas, ou seja, 1,375; 2,75; 4,125 e 5,5 m, e de forma aleatória em sistema de monocultivo. Foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de material morto e de folha, altura do dossel, Índice de Área Foliar (IAF), índice SPAD, massa de forragem, teor de N na *Brachiaria decumbens*, teor de N da serrapilheira. Os teores de N na forragem foram menores a 5,5 m de distância das árvores, variando entre os diferentes períodos de avaliação entre 1 a 1,63%. A maior massa de forragem foi de 8376 kg MS/ha verificada a 4,125 m das árvores. Nos diferentes períodos de avaliação o contraste mostra ( $P=0,0001$ ) que em sistemas silvipastoril o teor de N na *Brachiaria decumbens* foi maior, quando comparado ao monocultivo com e sem adubação, com exceção dos meses de setembro de 2010 e fevereiro de 2011 onde a *Brachiaria decumbens* em monocultivo, recebendo adubação nitrogenada, apresentou maiores teores de N, sendo de 1,02 e 1,7%, respectivamente, quando comparado ao sistema silvipastoril apenas no tratamento da gramínea consorciada com o Sabiá, que apresentou 0,9 e 1,64 % nos meses de setembro de 2010 e fevereiro de 2011, respectivamente. O menor teor de N na serrapilheira

observado em sistema silvipastoril foi ao mês de maio de 2011, onde tanto o consórcio com a *Gliricidia* quanto a *Sabiá* em Ssp apresentaram 1% no teor de N na serrapilheira. Em sistema silvipastoril há influência do componente arbóreo sobre a maioria das características do pasto, conforme o distanciamento da fileira das árvores. A presença de árvores em sistema silvipastoril promove uma maior deposição de N via serrapilheira, podendo, a longo prazo contribuir para sustentabilidade do sistema. A fração leve da matéria orgânica, em monocultivo, foi menor em 62, 68 e 53% da observada em sistema silvipastoril para as profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm, respectivamente.

**Palavras-chave:** biomassa, índice de área foliar, teor de nitrogênio.

## GENERAL ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the biomass, chemical composition of the fodder and litter, Morphophysiological response of the plant at different distances from the trees in silvopastoral systems and compare this system with the monoculture (full sun) Zona da Mata of PE. The treatments were: association of *Brachiaria decumbens* pasture with the following tree legumes: “Sabiá” (*Mimosa caesalpinifolia* L.) and gliricidia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp] and two additional treatments B. decumbens in the grassy monocultivo being an exclusive without nitrogen fertilization and another formed by grass fertilized with 60 kg N / ha / year. Response variables were measured at 5 different points (0 , 1.3, 2.7, 4.1 and 5.5 m away from the tree legume row), and randomly in monoculture system. The following responses were measured: percentage of litter, stem, leaf, canopy height, leaf area index (LAI), light interception (LI), herbage mass, N concentration in *Brachiaria decumbens*, SPAD index, litter mass, litter N, and soil fertility. Triple interaction (distance x grazing cycle x species) occurred for percentage of leaf litter, litter N, and light interception. The remaining variables showed interaction between distance x grazing cycle, except for the percentage of litter that showed significant differences ( $P < 0.05$ ) only among grazing cycles. Soil fertility did not differ ( $P < 0.05$ ). Generally, there was an increase in the values of canopy height, LAI and LI with increasing distance from trees. Forage and litter N as well as SPAD index were higher near the tree double rows. In different periods of evaluation shows the contrast ( $P = 0.0001$ ) than in silvopastoral systems N content in *Brachiaria decumbens* was higher when compared to monoculture with and without fertilizer, except in September 2010 and February 2011, *Brachiaria decumbens* in monoculture receiving N fertilization showed higher concentrations of N (1.02 and 1.7%, respectively) compared to silvopastoral system; *Brachiaria* intercropped with ‘Sabiá’ showed 0.9 and 1.64% for the months of September 2010 and February 2011,

respectively. In silvopastoral system, there are influences of the tree component on most of the characteristics of the pasture according to the distance from the row of trees. The presence of trees in silvopastoral system promotes greater deposition of N via litter may contribute to long-term sustainability of the system.

**Keywords:** biomass, leaf area index, nitrogen content

## INTRODUÇÃO GERAL

A degradação das pastagens tem causado prejuízos econômicos e ambientais, comprometendo a sustentabilidade da atividade pecuária no Brasil. Nas áreas de domínio de Mata Atlântica, mais da metade das pastagens do gênero *Brachiaria* estão em algum grau de degradação (Pereira et al., 1995). Relacionada ao desenvolvimento econômico e a preservação dos recursos naturais, a sustentabilidade em um ecossistema de pastagem visa prover a produção ao longo dos anos, sem causar danos ao meio ambiente. Disponibilidade limitada e ciclagem ineficiente de N são apontadas como fatores-chave que afetam o declínio da produtividade das pastagens (Sollenberger et al, 2002; Dubeux et al, 2004).

O aumento na disponibilidade de nitrogênio deve ser feito, seja por meio da consorciação com leguminosas herbáceas ou arbóreas, bem como o uso de fertilizantes industriais (Xavier, 2009), sendo que a adubação de pastagens ainda não é uma prática comum no Brasil. Dubeux et al (2006) estimaram que, aproximadamente, 5 kg de N-P-K eram adicionado anualmente em cada hectare de pastagem cultivada no Brasil. Em pastagens tropicais, é estimado que o déficit anual de N esteja em torno de 60 a 100 kg/ha (Myers e Robbins, 1991; Cadisch et al., 1994). O principal motivo para baixa adoção desta prática é o custo dos fertilizantes, notadamente os nitrogenados, devido a maior quantidade necessária na aplicação, e o preço dos produtos finais obtidos nas pastagens. Já a dificuldade em aumentar a disponibilidade de N através do consórcio com leguminosa herbácea e gramínea está relacionada com as dificuldades de manejo. Segundo Gomide (2006), problemas relacionados ao manejo das leguminosas podem comprometer o sucesso desse consórcio, contribuindo para a baixa persistência dessas plantas, quando submetidas ao pastejo.

Um dos principais desafios para pesquisadores é encontrar soluções para a recuperação das áreas degradadas, aumentar a produtividade, biodiversidade e a

disponibilidade de nitrogênio dessas áreas. Visando solucionar esses entraves, uma solução viável é o uso do sistema silvipastoril (SSP). Dias Filho (2007) aponta a implantação do SSP como uma boa opção para recuperação de pastagens degradadas. O sistema silvipastoril é considerado como uma opção inovadora, capaz de aumentar, de modo sustentável, a biodiversidade animal e vegetal e os níveis de produção animal, com menos dependência de insumos externos (Sánchez, 1999).

Nos sistemas silvipastoris a presença das árvores pode causar algumas modificações no ecossistema. A sombra criada pelas árvores modifica significativamente o microclima do sub-bosque, afetando a quantidade e a qualidade da forragem produzida (Lin et al., 1999). As respostas morfológicas das plantas sombreadas têm por objetivos evitar a sombra e aumentar a captação de luz pelos órgãos assimiladores (Lambers et al., 1998). Em sistemas silvipastoris, o efeito da sombra das árvores e a fixação biológica de N pelas leguminosas arbóreas devem contribuir para incrementar, a longo prazo, a disponibilidade de N do solo para as plantas de modo mais duradouro (Xavier, 2009).

A hipótese da presente pesquisa foi a de que o uso de sistemas silvipastoris induz diferentes respostas na *Brachiaria decumbens* Stapf, serrapilheira e no solo, sendo essas respostas distintas e heterogêneas, dependendo da distância das árvores.

Dentro desse contexto, a presente dissertação foi organizada em três capítulos. O primeiro deles trata-se de uma revisão de literatura; no segundo comparou-se a pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril e em monocultivo, e no terceiro capítulo foram feitas avaliações relacionadas à vegetação, serrapilheira e solo em diferentes distâncias das filas duplas de leguminosas arbóreas na pastagem de *Brachiaria decumbens*. No segundo e terceiro capítulos objetivou-se avaliar a produção, composição química e respostas morfofisiológicas da vegetação herbácea, além de

analisar a produção e a qualidade da serrapilheira, bem como a fertilidade do solo na pastagem.

**- CAPÍTULO I -**  
**REVISÃO DE LITERATURA**

## CAPÍTULO I

### REVISÃO DE LITERATURA

#### 1. Sistema silvipastoril

Os SSPs são caracterizados pelo consórcio de árvores, arbustos ou palmeiras com pastagem e animais (Nair, 1993). Segundo Sánchez (1999), o sistema silvipastoril é um tipo de sistema agroflorestal, conceituado e difundido pelo ICRAF (Internacional Center for Research in Agroforestry) como sistema de uso da terra onde espécies lenhosas (arbustivas ou arbóreas) são manejadas intencionalmente em associação com culturas agrícolas e ou animais no mesmo arranjo espacial.

Segundo Nair (1993), a agrossilvicultura nasceu a vários milhares de anos, quando o homem começou a praticar a derrubada e queima das árvores seguidas por cultivos agrícolas, onde após o uso, a área era abandonada para recompor, como uma prática agrônômica para restabelecer a fertilidade do solo mediante a ocorrência de um período de descanso (pousio). A habilidade dos sistemas agroflorestais, de prover alimentos e fibras, enquanto protegem a base de recursos naturais, simultaneamente, pode ser a razão para seu uso contínuo ao longo da História (Buerghler, 2004).

Estes sistemas de produção que integram atividades florestal, agrícola e pecuária, são classificados de acordo com os componentes do sistema, em silviagrícolas (árvores e culturas), silvipastoris (árvores, pastagem e animais) e agrossilvipastoris (árvores, culturas, pastagem e animais) (Nair, 1991; Montagnini et al., 1992; Oliveira et al., 2005; Fernandes et al., 2006).

Tais sistemas representam uma forma de uso da terra em que as atividades silvícolas e pecuárias podem ser combinadas para gerar produção, de forma complementar, pela interação dos seus componentes (Garcia & Couto, 1997). Sistemas silvipastoris são mais complexos, uma vez que combinam animais ruminantes, pastagem e árvore na mesma

unidade de terra (Buegler, 2004). Diante de caráter de múltiplo propósito, os sistemas silvipastoris constituem-se em alternativas sustentáveis para recuperar e aumentar os níveis de produção agrícola, animal e florestal, evitando sua degradação (Murgueitio, 1990) e apresentando grande potencial de benefícios econômicos para os produtores, gerando renda e empregos para a sociedade (Porfirio da Silva, 2006).

O uso de sistema silvipastoril pode apresentar algumas vantagens com relação ao monocultivo, tais como: aumento na biodiversidade, aumento na ciclagem de nutrientes, obtenção de receita adicional, redução da agressão ao meio ambiente e incremento no sequestro de carbono (Payne, 1985; Cameron, et al., 1991; Nair, 1993; Ruark et al., 2003)

Todavia, vale ressaltar que os SSPs podem apresentar algumas desvantagens como o aumento da competição por nutrientes, espaço, luz e umidade do solo, aceleração da perda de nutrientes, danos provocados pelos animais, alelopatia e habitat ou hospedeira alternativo para pragas e doenças (Daniel, 1999).

Quando a produção animal é o objetivo principal, a escolha de espécies florestais para associação com pastagens requer conhecimentos sobre as características das espécies arbóreas mais apropriadas, de forma a viabilizar essa associação, sem trazer prejuízos aos animais e/ou a pastagem (Montoya et al., 2000). Desse modo, a produtividade das forrageiras depende da altura, arquitetura e fenologia de cada espécie arbórea presente no sistema silvipastoril (COSTA et al., 2005). Dentro do sistema silvipastoril, a contribuição do componente arbóreo também inclui aspectos antierosivos (conservação de terras e águas), com possibilidades de melhorar a qualidade dos solos e proporcionar abrigo e sombra aos animais, melhorando o seu ambiente térmico (Viana et al., 2002).

A espécie sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) é recomendada como forrageira em sistemas silvipastoris (Drumond, 2000). Uma leguminosa forrageira com flores

brancas e sementes pequenas, tolerante a solos ácidos (Freire, 2010), e tem sido utilizada para produção de estacas no Nordeste.

Os sistemas silvipastoris, estão sujeitos a um grande número de interações dinâmicas que ocorre entre os diferentes componentes do sistema, os quais não podem ser visualizados e interpretados como fatores isolados, mas com uma visão holística desse tipo de agroecossistema de produção (Nair, 1993; Lin et al., 1999; Jose et al., 2004; Buerghler, 2004).

No Brasil ainda são poucos os trabalhos de pesquisas realizados com SSPs, principalmente na região Nordeste. É crescente o interesse por esses sistemas, devido ao incentivo de políticas agrárias e programas de apoio à conservação ambiental. Assim, há a necessidade de pesquisas testando a dinâmica de crescimento, qualidade da forragem e interação entre os componentes do solo, forragem e serrapilheira em sistema silvipastoril, para tornar a atividade mais produtiva e autossustentável.

## **2. Ciclagem de Nitrogênio em Sistema Silvipastoril**

Em um sistema de pastagem em monocultura, o solo, o pasto, os animais, o clima, o sistema de manejo, a quantidade e as fontes de N no ecossistema influenciam no ciclo deste nutriente e na possibilidade de perdas indesejáveis (Russelle, 1997). Em se tratando de um sistema silvipastoril, deve-se considerar o componente arbóreo na ciclagem de nutrientes e, se esse componente arbóreo for composto por leguminosas fixadoras de N atmosférico, deve-se observar também essa contribuição biológica nesse sistema.

De acordo com Humphreys (1994) e Wilson (1996), o maior teor de umidade no solo, associado à temperatura mais moderada sob sombra, pode aumentar a taxa de mineralização do nitrogênio, da decomposição da matéria orgânica e da ciclagem do nitrogênio em comparação ao que ocorre a pleno sol. Segundo Myers e Robbins (1991),

a sombra moderada é uma das opções de manejo que podem contribuir para aumentar a disponibilidade das reservas de N do solo em pastagens cultivadas. A maior disponibilidade de nitrogênio em solos sob sombra natural ou artificial geralmente estão associados a ambientes sob restrição hídrica (Wilson & Wild, 1995).

A introdução de leguminosas nas pastagens é a principal forma natural e econômica de adicionar nitrogênio ao sistema, pela capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico da simbiose com bactérias fixadoras de N, favorecendo o aumento da produtividade e a sustentabilidade das pastagens (Barcellos et al., 2008; Cantarutti et al., 2002). Outra forma que as leguminosas podem aumentar a disponibilidade de N é pelo retorno através de excreções dos animais que as consumiram e também via incorporação do material não consumido pelos animais ao solo, tanto a parte aérea como as raízes (Hakala & Jauhiainen, 2007).

O estudo da deposição e decomposição da serrapilheira tem grande importância para a compreensão da ciclagem de nutrientes em sistemas silvipastoris (Tiessen et al., 2003). Espécies capazes de fixar N<sub>2</sub> como as leguminosas apresentam maior potencial para adicionar nutrientes no sistema de produção (Macedo et al., 2008). Elevados teores de lignina, polifenóis, alta relação C/N, assim como a maior resistência física do material, proporcionam uma decomposição mais lenta, o que reduz a disponibilização do N para o solo, afetando, assim, a dinâmica do processo de decomposição (Aita & Giacomine, 2003).

Trabalhando com leguminosas fixadoras de N, Andrade et al. (2002) observaram que a serrapilheira acumulada sob a copa das árvores apresentou maiores teores de N, causando redução nas relações C/N e celulose/N, quando comparada àquela acumulada em pastagem aberta. Quando os teores de celulose, lignina e a relação C/N são altos, aumenta o tempo para a decomposição da serrapilheira, reduzindo a disponibilidade de N.

### 3. Produção de forragem no sub-bosque

A influência de árvores sobre o pasto é observada nas taxas de produtividade, proteína bruta ou de minerais na parte aérea da gramínea (CARVALHO, et al., 1994; OLIVEIRA et al., 2007; PACIULLO et al., 2008). Segundo Dias (2005), a gramínea é altamente influenciada pela espécie arbórea escolhida e o nível de sombreamento que ela exerce.

O porte mais alto das árvores em relação às forrageiras herbáceas quando em associação, interferem na passagem da radiação luminosa para o estrato inferior, fazendo com que, em grande parte das situações, a taxa de crescimento das forrageiras seja menor na área sombreada pelas árvores do que na área não sombreada (Franke et al., 2001). Com o aumento do sombreamento, o rendimento forrageiro decresce, embora, dependendo da espécie, maiores produções podem ser obtidas, em condições de sombra moderada (Carvalho, 2001).

Oliveira et al. (2005) observaram produção de *B. decumbens* similar entre área a pleno sol e sob a copa de baru (*Dypterix alata* Vog.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), e concluíram que a maior disponibilidade de nutrientes nas áreas sombreadas compensou a redução da luminosidade. Em outro estudo, Cruz (1997) observou que o sombreamento sob a copa de gliricídia (*Gliricidia sepium*) e leucena (*Leucaena leucocephala*) reduz a luminosidade entre 30 e 80%, contudo não reduz a produção do pasto da gramínea *Dichantium aristatum*. Houve um aumento da eficiência do uso da radiação da gramínea sob a copa dos arbustos; este comportamento deveu-se a maior disponibilidade de água e N nestes ambientes. Contudo, o balanço positivo de água associada à fertilização nitrogenada eliminou o efeito positivo da sombra sobre o crescimento do relvado.

Em outro estudo verificando a interação entre *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) observou-se que houve maior produção de MS da gramínea sob a copa da árvore e, apesar do estiamento promovido pela árvore sobre a gramínea, não afetou os valores de fibras em detergente ácido e neutro (SOUSA et al., 2010).

#### **4. Descrição morfofisiológica da *Brachiaria* no sub-bosque**

O Brasil apresenta aproximadamente, 180 milhões de hectares de pastagens e, segundo Fonseca et al. (2006), o gênero *Brachiaria* ocupa cerca de 85% dessa área, com a *Brachiaria decumbens* Stapf. ocupando, aproximadamente, 55% desse total, fato comprovado pelo mercado formal de sementes, que, de acordo com Santos Filho (1998), movimentou cerca de 115 milhões de dólares.

As espécies do gênero *Brachiaria*, pertencem ao grupo de plantas C4, contêm cerca de 100 espécies distribuídas nas regiões tropical e subtropical, encontradas principalmente nas savanas africanas (Renvoize, 1996). Entre as braquiárias, a espécie *Brachiaria decumbens* é a mais difundida e recomendada para topografias acidentadas, uma vez que possui capacidade de emitir grandes quantidades de estolões, de fácil enraizamento, proporcionando, conseqüentemente, uma excelente cobertura do solo (Xavier, 2009).

O estudo das características morfofisiológicas é uma ferramenta importante para estabelecer o manejo das Braquiárias em diferentes sistemas de cultivo, o qual fornece subsídios para o entendimento das respostas morfológicas e fisiológicas desta espécie em diversas situações de cultivo (Carvalho, 2000; Dias-Filho, 2000).

As alterações morfofisiológicas em plantas forrageiras sombreadas podem permitir à planta tolerar diferentes níveis de sombra. Assim, a capacidade de uma espécie de desenvolver um ou mais desses mecanismos de aclimação determina sua

capacidade de crescer em ambientes sombreados e, portanto, seu potencial de uso em sistemas silvipastoris (Fernández et al., 2004). Entretanto, o SSP vai além do ambiente sombreado das forrageiras, pois se trata de um ambiente com vários componentes interligados, que podem sofrer alterações caso esses componentes sejam inseridos ou retirados. Essa capacidade da planta forrageira em mudar o seu comportamento para se adaptar às mudanças ocasionadas no ambiente foi denominada, por Ricklefs (2003), como plasticidade fenotípica. A aclimação fenotípica às condições de radiação do ambiente ocorre, principalmente, durante o crescimento e a diferenciação dos órgãos de assimilação, resultando em alterações morfológicas, histológicas e bioquímicas, as quais condicionam o comportamento da planta (Lambers et al., 1998).

Em SSP, A braquiária procura se adaptar para melhor aproveitar a luz incidente. Para isso, alguns fatores podem ser observados, como aumento da lâmina foliar e maior teor de PB na planta (CASTRO et al, 1999; SILVA et al, 2009)

Segundo Lambers et al. (1998), a baixa disponibilidade de radiação afeta primeiramente a fotossíntese que, por sua vez, pode reduzir o suprimento de carbono para o crescimento da planta. A análise da intensidade do verde das folhas é uma das técnicas para avaliar o teor de clorofila nas plantas em tempo real. Marquard & Tipton (1987), trabalhando com 12 espécies de gramíneas, observaram correlação positiva entre a intensidade do verde e o teor de clorofila nas folhas.

Sousa (2009) argumentou que os maiores teores de clorofila encontrada em plantas sombreadas ocorrem devido a menor degradação de moléculas de clorofila por foto-oxidação, quando comparadas às cultivadas a pleno sol. Segundo Boardmann (1977), folhas que se desenvolvem em ambiente de sombra, apresentam maior concentração de clorofila, quando comparadas a folhas que se desenvolvem a pleno sol. Whatley e Whatley (1982) afirmam que isso ocorre devido a maior proporção de

clorofila b em plantas sombreadas, que apresentam características importantes, possibilitando a captação de energia em outros comprimentos de ondas, permitindo maior eficiência na absorção de luz menos intensa. A energia captada é transferida para uma molécula de clorofila a, que efetivamente toma parte das reações fotoquímicas da fotossíntese, garantindo a taxa fotossintética e o acúmulo de biomassa. Esta maior proporção de clorofila b está associada a um maior desenvolvimento de grana em cloroplastos das plantas que crescem em baixas radiações (Mitchell, 1979).

Dias Filho (2002), trabalhando com *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola* sem sombra e com 70% de sombreamento, observou que ambas as espécies podem ajustar o processo fotossintético ao sombreamento. O nível de radiação na qual a taxa fotossintética líquida é nula foi menor nas plantas sombreadas.

Segundo Pyon (1975), o sombreamento de gramíneas geralmente causa o crescimento mais alongado das hastes, reduz o índice de área foliar (IAF) e aumenta a relação de área foliar/peso da planta. Em *B. decumbens*, mesmo com menor taxa de área foliar na sombra, a interceptação luminosa é igual a pleno sol, graças a arquitetura das folhas, que são mais horizontais e melhoram a captação de luz no sub-bosque (Paciullo et al, 2007). O aumento da capacidade das folhas em absorver energia radiante tem efeito no aumento da fotossíntese por unidade de superfície foliar, assim, o IAF é uma ferramenta útil para compreender o acúmulo das plantas forrageiras (Hodgson, 1990).

Uma maior relação folha/colmo em condições de sombreamento pode ser uma adaptação fisiológica da gramínea para tolerar a sombra (Wong e Wilson, 1980). Segundo Dias Filho (2000), o aumento no índice de área foliar é um fator que permite a manutenção do crescimento, porque maximiza a captura de luz. Bolivar (1998), trabalhando com *Brachiaria humidicola* associada com *Acácia mangium* e em

monocultura no trópico úmido do Panamá, observaram maior relação folha/colmo para a gramínea sombreada na época chuvosa.

Gobbi et al. (2008) trabalharam com *Brachiaria brizantha* e avaliaram suas características morfológicas e estruturais em sombreamento artificial (50% e 70% de sombreamento) e a pleno sol. Foi verificado pelos autores aumento do comprimento de lâminas foliares e colmos, à medida que se reduziu a disponibilidade de luz, resultando, assim, em maior altura média do dossel.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, C.M.S.; VALENTIN, J.F.; CARNEIRO, J.C. Árvores de baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.) em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, p.574-582, 2002.

AITA, C. e GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência dos Solos**, v. 27, p. 601-612, 2003.

BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L. e 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**, Lavras, v. 37, p. 51-67, 2008.

BOARDMANN, N.K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v.28, p.358-377, 1977.

BOLIVAR, D. **Contribution of *Acacia mangium* to the improvement of fodder quality of *Brachiaria humidicola* and fertility in acid soils in humid tropic**. 1998. Thesis (MSc) – CATIE, Turrialba, 1998.

BUERGLER, A. L. **Forage production and nutritive value ins a temperate Appalachian silvipasture**. 2004. 265 f. Thesis ( MSc. In Crop an Soil Environmental Sciences) – Faculty of the Virginia, Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 2004.

CADISCH, G.; SCHUNKE, R. M.; GILLER, K. E. Nitrogen cycling in a pure grass pasture and grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 28, p. 43-52, 1994.

CAMERON, D.M.; RANCE, S.J.; JONES, R.M.; CHARLES-EDWARDS, D.A.; BARNES, A. Project STAG: an experimental study in agroforestry. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v. 40, n. 3, p. 699-674 1989.

CANTARUTTI, R. B.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; CADISCH, G.; REZENDE, C. D. 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 Agroecosystems**, v. 64, p. 257-271, 2002.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ALMEIDA, D.S.; VILLAÇA, H.A. Efeitos de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição mineral de forragem em pastagem de braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.5, p.707-718, 1994.

CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; ALVIM, M. J. **Características de algumas leguminosas arbóreas adequadas para a associação com pastagens**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. 24 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 64)

DANIEL, O.; COUTO, L.; VITORINO, A. C. T. Sistema Agroflorestais como alternativas sustentáveis à recuperação de pastáveis degradadas. In: SIMPÓSIO – SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL, 1., 1999, Goiânia. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA, CNPGL, 1999. p. 151 -170.

DIAS-FILHO, M. B. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12, 2000.

\_\_\_\_\_. Photosynthetic light response of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.65-68, 2002.

DIAS-FILHO, M. B.; CARVALHO, C. J. R. Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. to flooding. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 10, 2000.

DIAS, P.F.; Importância da arborização de pastagens com leguminosas fixadoras de nitrogênio. 2005. 128p. **Tese (Doutorado)**- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

DIAS FILHO, F. Transferência de N fixado por leguminosas arbóreas para o capim *Survenola* crescido em consórcio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 352-356, 2007.

DUBEUX JR., J.C.B., SANTOS, H.Q.; SOLLENBERGER, L.E. Nutrient cycling: Perspectives for increasing sustainability of intensively managed pastures. p. 357-400. In C.G.S. PEDREIRA, C, et al. (ed.). **Proceedings of the 21st Pasture Management Symposium**, 7-9 Sept. 2004. Piracicaba, Brazil. Luiz de Queiroz Agronomic Studies Foundation, Piracicaba, Brazil. 2004.

DUBEUX JR., J.C.B., SOLLENBERGER, L.E.; VENDRAMINI, J.M.B.; STEWART JR., R.L.; INTERRANTE, S.M. Litter mass, deposition rate, and chemical composition in bahiagrass pastures managed at different intensities. **Crop Sci.** v. 46, p.1299-1304. 2006.

FERNÁNDEZ, M.E.; GYENGE, J.E.; SCHLICHTER, T.M. Shade acclimation in the forage grass *Festuca pallescens*: biomass allocation and forage orientation. **Agroforestry Systems**, v.60, p.159-166, 2004.

FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A.; FARIA, D.J.G. Adubação em gramíneas do gênero *Brachairia*: mitos e realidades In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DAS PASTAGENS, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p.153-182.

GARCIA, R. & COUTO, L. Sistemas Silvipastoris: tecnologia emergente de sustentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. Departamento de Zootecnia, 1997, Universidade Federal de Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG, Brasil. Suprema Gráfica e Ed. LTDA, 1997. 471 p.

GOBBI, K.F.; R.; GARCEZ NETO, A.F.; ROCHA, G.C.; TONUCCI, R.G.; BERNARDINO, F.S. Características morfológicas, estruturais e produtividade da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk submetida ao sombreamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA: SBZ, 2008. 1CD-Rom.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; PACIULLO, D.S.C. Morfogênese como ferramenta para o manejo de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. p.554.

HAKALA, K. & JAUHAINEN, L. Yield and nitrogen concentration of above-and-below-ground biomasses of red clover cultivars in pure stands and in mixtures with three grass species in northern Europe. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 62, n. 3, p. 312-321, 2007.

HODGSON, J. Grazing management: science into practice. **Longman Scientific & Technical**. 1990.

HUMPHREYS, L. R. Tropical Foragers: their role in sustainable agriculture. New York: Longman Scientific & Technical, 1994. 193 p.

LAMBERS, H.; CHAPIM III, F.S.; PONS, T.L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer, 1998. 540p.

LIN, C.H.; MCGRAW, R.L.; GEORGE, M.F., et al. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. **Agroforestry Systems**, v.44, p.109-119, 1999.

MACEDO, M.O.; RESENDE, A.S.; GARCIA, P.C.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; URQUIAGA, S.; CAMPELLO, E.F.C.; FRANCO, A.A. Changes in soil C and N stocks and nutrient dynamics 13 years after recovery of degraded land using leguminous nitrogen-fixing trees. **Forest Ecology and Management**, v.255, p.1516-1524, 2008.

MARQUARD, R.D.; TIPTON, J.L. Relationship between extractable chlorophyll and an in situ method to estimate leaf greenness. **Hort Science**, v.22, n.6, p.1327, 1987.

MITCHELL, R.L. **Crop Growth and Culture**. Ames, The Iowa State University Press, 1979, 349p.

MONTAGNINI, F. et al. **Sistemas Agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos**. Ed. San José: Organización para Estudios Tropicales, 1992. 622 p.

MURGUEITIO, E. Intensive sustainable livestock production; an alternative to tropical deforestation. Colombia, **Ambio Stockholm**, v.19, p.397-400, 1990.

MYERS, P. K. R.; ROBBINS, G. B. Sustaining productive pastures in the tropics. 5. Maintaining productive sown grass pastures. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 25, n. 2, p. 104-110, 1991.

NAIR, P.K.R. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, ICRAF, 1993.499p.

OLIVEIRA, M.E.; LEITE, L.L. & CASTRO, L.H.R. Árvores isoladas de duas espécies nativas em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf no cerrado. **Pasturas tropicales**, v. 27, n. 1, p. 51-56, 2005.

OLIVEIRA, T.K. de; MACEDO, R.L.G.; SANTOS, I.P.A. dos; HIGASHIKAWA, E.M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.748-757, 2007.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T. de; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.917-923, 2008.

PAYNE, W. J. A. A review of the possibilities for integrating cattle and crop production systems in the tropics. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 12, n. 1, p. 1-36, 1985.

PEREIRA, J. M.; BODDEY, R. M.; REZENDE, C. P. Pastagens no ecossistema Mata Atlântica: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: ANDRADE, R. P. de; BARCELLOS, A. de O.; ROCHA, C. M. C. (Ed.) SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: pesquisas para o desenvolvimento sustentável, 1995, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p. 94-146.

PORFIRIO, S. V. Sistema silvipastoril para produção de carne. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 23., 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 2006.p. 297-326.

PYON, J. Y. Studies on the biology of sourgrass (*Trichachne insularis* (L) Nees) and its competition with buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.) and guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.). Hawaii: University of Hawaii, 1975. p **Tese de doutorado**.

RENVOIZES, S.A.; CLAYTON, W. D.; KABUYE, C.H.S. Morfologia, Taxonomia e distribución natural de *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. ***Brachiaria: biology, agronomy, and improvement***. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, Tropical Forages Program and Communications Unit; Campo Grande: Embrapa – CNPGC. 1996.

RICKLEFS, ROBERT E. **A economia da natureza**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

RUARK, G. A.; SCHOENBERGER, M. M.; NAIR, P. K. R. Agroforestry: helping to achieve sustainable forest management. In: UNITED NATIONS FORUM FOR FORESTS: Intersessional experts meeting on the role of planted forests in sustainable forest management, Wellington, 2003. **Reports...** Wellington: UNFF, 2003. p. 1-13.

RUSSELE, M. P. Nutrient cycling in pasture. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: 1997. p. 235-266.

SÁNCHEZ, M. D. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal em América Latina tropical. In: SÁNCHEZ, M. D.; ROSALES, M. M. (Ed.) **Agroforestería para la producción animal em América Latina**. Roma: FAO, 1999. p. 1-13. (Estúdio FAO. Producción y Sanidad Animal, 143).

SANTOS FILHO, G. Producción de semillas: El punto de vista del sector privado brasileño. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (Eds.). ***Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento***. Campo Grande: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1998. p.156-162.

SOLLENBERGER, L.E., DUBEUX JR., J.C.B.; SANTOS, H.Q.; MATHEWS, B.W. Nutrient cycling in tropical pasture ecosystems. p. 151-179. In A.M.V. Batista et al. (ed.) **Proc. Brazilian Soc. Animal Sci.**, Recife, Brazil. 29 July-1 Aug. 2002. Sociedade Brasileira de Zootecnia, Brasilia, Brazil. 2002.

SOUSA, L.F. *Brachiaria brizantha* cv. **Marandu em sistema silvipastoril e monocultivo**. 2009. 166p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; MOREIRA, G.R.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; PEREIRA, L.G.R. Nutritional evaluation of “Braquiarão” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v.79, p.189-199, 2010.

TIESSSEN, H.; MENEZES, R.S.C.; SALCEDO, I.H.; WICK, B.. Organic matter transformations and soil fertility in a treed pasture in semiarid NE Brazil. **Plant and Soil**. v. 252, p. 195-205, 2003

VIANA, V. M.; MAURÍCIO, R. M.; MATA-MACHADO, R. & PIMENTA, I. Manejo de la regeneración natural de especies arbóreas nativas para la formación de sistemas silvopastoriles en la zonas de bosques secos del sureste de Brasil. **Agroforestería en las Américas**. v. 9, n. 33-34, p. 48-52, 2002.

XAVIER, D. F. **Monitoramento do fluxo de Nitrogênio em pastagens de brachiaria decumbens em monocultura e em sistema silvipastoril**. Instituto De Agronomia Curso De Pós-Graduação em Agronomia Ciência Do Solo, Universidade Federal Ruraldo Rio de Janeiro. Tese de Doutorado em Ciência do Solo- UFRRJ, 2009.

WHATLEY, J.M. & WHATLEY, F.R. **A luz e a vida das plantas**.São Paulo, EPU-EDUSP, 1982. 101p. (temas de biologia, 30).

WILSON, J.R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, Canberra, v.47, p. 1075-1093,1996.

WILSON, J.R.; WILD, D.W.M. Nitrogen availability and grass yield under shade environments. In: MULLEN, B.F.; SHELTON, H.M. (Eds.) **Integration of ruminants**

**into plantation systems in southeast Asia.** Canberra: ACIAR, 1995. p.42-48.  
(Publication, 64).

WONG, C. C.; WILSON, J. R. Effects of shading on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies.  
**Austrian Journal Agricola Residiut.** 269-285. 1980.

**- CAPÍTULO II -**

**Caracterização da vegetação herbácea e serrapilheira em pastagem de  
Braquiária em sistema silvipastoril e em monocultivo\***

## CAPÍTULO II

### Caracterização da vegetação herbácea e serrapilheira em pastagem de Braquiária em sistema silvipastoril e em monocultivo

#### Resumo

O objetivo deste estudo foi quantificar a fração leve da matéria orgânica, produção e o teor de N da forragem/serrapilheira além de avaliar características morfofisiológicas da *Brachiaria decumbens* Stapf. em sistema silvipastoril e em sistema de monocultivo (a pleno sol). Os tratamentos experimentais consistiram na associação da gramínea *Brachiaria decumbens* Stapf. com as leguminosas Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) e Gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp] e mais dois tratamentos da *B. decumbens* em monocultivo sendo um a gramínea exclusiva sem adubação nitrogenada e outro formado pela gramínea adubada com 60 kg N/ha/ano. As amostras foram coletadas no centro da faixa da gramínea nos tratamentos consorciados com as leguminosas arbóreas e aleatoriamente no tratamento da gramínea solteira. Foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de folha, altura comprimida do dossel, Índice de Área Foliar (IAF), índice SPAD, massa de forragem e serrapilheira, teor de N na *Brachiaria decumbens*, e teor de N da serrapilheira e fração leve da matéria orgânica. A altura comprimida do dossel variou entre 12,2 a 20,7 cm em sistema de monocultivo enquanto que em sistema silvipastoril variou entre 4,5 e 11,3 cm. Os maiores valores de IAFs observados encontrado foi em sistema de monocultivo nos meses de agosto e setembro de 2010 (3,35 e 2,85, respectivamente) e agosto e setembro de 2011 (3,81 e 3,82). O índice SPAD variou entre 34 a 43 nos diferentes períodos de avaliação, enquanto que em monocultivo a variação foi entre 28 a 41. O contraste mostra ( $P=0,0001$ ) que em sistemas silvipastoril o teor de N na *Brachiaria decumbens*

foi maior, quando comparado ao monocultivo variando entre 1,16 a 1,93% e 0,92 a 1,6%, respectivamente. Os teores de N na serrapilheira no sistema silvipastoril e no monocultivo variaram entre 1,3 a 2,1% e 0,52 a 0,87%, respectivamente. A serrapilheira em sistema de monocultivo foi 39 % inferior ao sistema silvipastoril, com uma média de 1000 Kg/ha contra 1636 Kg/ha de massa de matéria seca (MS), respectivamente. A fração leve da matéria orgânica, em monocultivo, foi menor em 62, 68 e 53% da observada em sistema silvipastoril para as profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm, respectivamente. A presença de leguminosas arbóreas em sistema silvipastoril promove uma maior deposição de serrapilheira com maior teor de N e uma maior quantidade da fração leve da matéria orgânica, podendo em longo prazo contribuir para sustentabilidade do sistema.

**Palavras-chave:** leguminosas arbóreas, monocultivo, sistema silvipastoril.

## Characterization of herbaceous vegetation and litter in *Brachiaria* pastures in silvopastoral system and monoculture

### Abstract

The aim of this study was to quantify the light fraction organic matter production and N content of the forage/litter besides assessing morphological and physiological characteristics of *Brachiaria decumbens* Stapf. in silvopastoral system and monoculture system. The experimental treatments were the association of *Brachiaria decumbens* Stapf. legumes with two legumes: ‘Sabiá’ (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) and gliricidia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp]. Two other treatments were tested: *B. decumbens* in monoculture with 60 kg N/ha/yr or without N fertilization. Samples were collected in the center of the grass strip in treatments intercropped with tree legumes and randomly collected in the monoculture. The following variables were evaluated: percentage of material leaf, canopy height, leaf area index (LAI), SPAD index, forage mass, N content in *Brachiaria decumbens*, and litter N content and light fraction organic matter. The compressed canopy height ranged from 12.2 to 20.7 cm in monoculture system while in silvopastoral system ranged between 4.5 and 11.3 cm. The highest values were found IAFS observed in monoculture system in August and September 2010 (3.35 and 2.85 respectively) and August and September 2011 (3.81 and 3.82). The SPAD index ranged from 34 to 43 in the different evaluation periods, while in monoculture range was between 28 to 41. The contrast shows ( $P = 0.0001$ ) than in silvopastoral systems N content in *Brachiaria decumbens* was higher when compared with monoculture ranging between 1.16 and 0.92 to 1.93% to 1.6% respectively. The N content in the litter silvopastoral system and monoculture ranged from 1.3 to 2.1% and 0.52 to 0.87% respectively. The litter in monoculture system was 39% lower than the silvopastoral system, with an average

of 1000 kg / ha against 1636 kg / ha of dry matter (DM) respectively. The light fraction organic matter in monoculture was lower at 62, 68 and 53% of that observed in silvopastoral system for the 0-10, 10-20 and 20-40 cm respectively. The presence of leguminous trees in silvopastoral system promotes greater litterfall with higher N content and a greater amount of light fraction organic matter, which may contribute to long-term sustainability of the system.

**Keywords:** silvopastoral system, monoculture, tree legumes

### **Introdução**

Os sistemas silvipastoris (SSPs) são associações de espécies florestais com plantas forrageiras herbáceas ou rasteiras e animais herbívoros, que buscam a sustentabilidade de pastagens naturais e cultivadas, além de obter múltiplos produtos vegetais e animais como madeira, carne e leite (Carvalho et al., 1995). Dessa forma, a presença do componente arbóreo na pastagem, além de promover a sustentabilidade ecológica e biológica aumentando a diversidade de espécies, é uma forma de diversificar a renda do produtor.

Com relação à sustentabilidade, as espécies de leguminosas arbóreas que possuem a capacidade de fixar  $N_2$ , geralmente apresentam maior potencial para adicionar nutrientes nos sistemas de produção (Macedo et al., 2008). Essas espécies aumentam a disponibilidade de N pelo retorno por meio de excreções de animais e via incorporação de material não consumido, que é retornado ao solo, envolvendo liberação tanto pela parte aérea, como também pelas raízes (Hakala e Jauhiainen, 2007). É por meio da deposição de biomassa, que as árvores promovem aumentos da matéria orgânica e de outros nutrientes no solo (Xavier et al., 2003; Dias et al. 2006).

A serrapilheira é uma das principais fontes de matéria orgânica no solo, onde ocorre rápida decomposição inicial de material lábil, materiais mais resistentes mais lentamente, em consequência do mecanismo de adsorção, da estabilização de metabólitos e da redução da biomassa no solo (Tauf, 1990).

A fração leve da matéria orgânica, devido à sua labilidade, assim como a biomassa microbiana, tem sido utilizada como indicador sensível das alterações ocorridas no solo (Yang & Kay, 2001; Chan et al., 2002; Xavier et al., 2006). Por ser sensível às práticas de manejo, a determinação da FL é importante na avaliação da qualidade do sistema de manejo em curto prazo (Gregorich et al., 2006; Jinbo et al., 2007; Rangel & Silva, 2007).

Assim, as frações orgânicas de menor tempo de ciclagem tem papel fundamental na disponibilização dos nutrientes no solo e tem grande importância no entendimento da ciclagem natural dos nutrientes, principalmente o N. Com a introdução das árvores em sistema de pastagem, a sombra e a biomassa das mesmas têm potencial para melhorar a fertilidade do solo, aumentar a disponibilidade de nitrogênio para as forrageiras herbáceas e melhorar a qualidade da forragem (Dias, 2005; Fernandes et al., 2006). A interferência das árvores na produção e qualidade da forragem é divergente e depende da época do ano e tipo de associação árvore x gramínea x animal envolvidos, além do manejo utilizado (Andrade et al., 2002; Dias, 2005).

As gramíneas, quando se desenvolvem sob condições de redução da radiação solar incidente, apresentam variações na qualidade e quantidade de forragem e no desenvolvimento morfológico (Paciullo et al., 2007). Ainda são poucos os estudos sobre ciclagem de nutrientes em sistema silvipastoril na região nordeste do Brasil, principalmente quanto ao comportamento da gramínea em SSP, em termos quantitativos, qualitativos e sua morfofisiologia.

Diante do exposto, esse trabalho foi conduzido com o objetivo de quantificar a fração leve da matéria orgânica, produção e o teor de N da forragem/serrapilheira além de avaliar características morfofisiológicas da *Brachiaria decumbens* Stapf. em sistema silvipastoril e em sistema de monocultivo (a pleno sol).

### Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Estação Experimental de Itambé, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, localizada na Zona da Mata Norte - PE. O município de Itambé (07° 24' S e 35° 06' W, altitude 190) precipitação anual média de 1.200 mm, ocorrendo a maior parte das chuvas no período de abril a julho. A temperatura anual média é de 25 °C (CPRH 2003). Os solos predominantes nesta Estação são classificados como Argissolo Vermelho-amarelo tb distrófico, com horizonte A proeminente de textura média/argilosa e o relevo suave ondulado (Jacomine et al, 1973; Embrapa, 2006).

Na figura 1 observa-se a precipitação no período experimental e a média histórica. Os dados foram fornecidos pela estação meteorológica do Instituto Tecnológico de Pernambuco, localizada no IPA, aproximadamente a 500 m do local onde foi realizado o experimento. Na tabela 1 apresenta a fertilidade do solo na área experimental antes da introdução das leguminosas arbóreas em 2008.



**Figura 1.** Precipitação pluvial mensal; média histórica e médias do período experimental (agosto de 2010 a setembro de 2011) no município de Itambé, Zona da Mata de Pernambuco. Fonte: ITEP (2011).

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

Profundidade	pH	P	Na	K	Mg	Ca	Al	H+Al	MO
		mg/dm <sup>3</sup>	mmolc/dm <sup>3</sup>						g Kg <sup>-1</sup>
0-10	5,36 ± 0,29	3,38 ± 1,44	4,83 ± 0,72	0,90 ± 0,59	16,35 ± 6,32	26,79 ± 8,99	2,78 ± 2,14	61,85 ± 8,54	41,47 ± 3,21
10-20	5,26 ± 0,27	1,92 ± 1,21	4,75 ± 0,56	0,77 ± 0,57	18,27 ± 6,22	24,21 ± 7,29	3,6 ± 2,69	63,88 ± 9,62	48,16 ± 6,59
20-40	5,16 ± 0,30	0,83 ± 0,7	4,78 ± 0,48	0,43 ± 0,22	12,9 ± 5,19	20,85 ± 8,75	6,15 ± 5,58	66,03 ± 8,69	41,35 ± 5,73

\*MO= matéria orgânica;

Os dados representam as médias ± desvios padrão de quatro blocos.

A pesquisa foi realizada em pastagem já existente de *Brachiaria decumbens* Stapf. estabelecida no final da década de 80, onde o consórcio com as leguminosas foi estabelecido em julho de 2008. Os tratamentos foram baseados na associação da gramínea com as leguminosas Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) e Gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.] e mais dois tratamentos da *B. decumbens* em monocultivo, sendo um a gramínea exclusiva, sem adubação nitrogenada e outro formado pela gramínea adubada com 60 kg N/ha/ano, sendo 30 Kg de N aplicados no mês de março de cada ano e os outros 30 Kg de N, 56 dias após a primeira aplicação. As plantas foram multiplicadas mediante a preparação de mudas e inoculadas com solução de inoculante específico produzido na UFRPE, com as estirpes recomendadas nacionalmente à época (Sda-Mapa, 2006) e fornecidas pela Embrapa Agrobiologia.

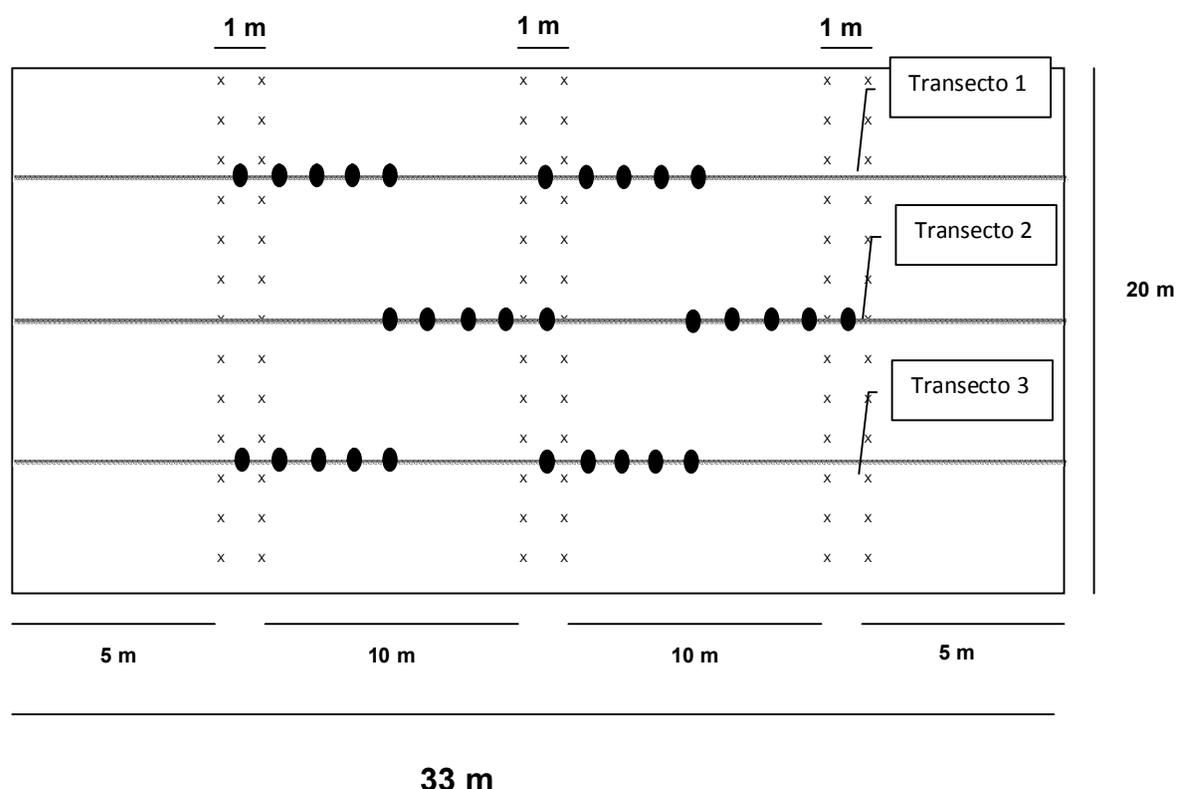
O transplântio foi realizado quando as mudas apresentavam altura média de 12-15 cm. As leguminosas foram plantadas em fileiras duplas com espaçamento de 10 m x 1,0 m x 0,5 m, no sentido norte/sul. Diante o baixo consumo pelos animais, as duas espécies arbóreas tiveram crescimento quase sem a interferência dos animais, o que levou as mesmas a atingirem uma altura aproximada de oito metros. Cada parcela media 660 m<sup>2</sup> (33 m x 20 m), com três filas duplas de leguminosa por parcela. Os tratamentos foram

distribuídos em um delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Foi utilizada lotação intermitente, ajustada por meio da massa de forragem, objetivando-se média de pelo menos 1500 kg/ha de forragem verde seca durante o período de pastejo. O período de permanência dos bovinos em cada parcela foi de três dias e o pastejo ocorreu em dois blocos por vez. O período de descanso foi de 32 dias, com ciclo de pastejo de 35 dias, tendo sido realizados 12 ciclos de pastejo, entre agosto de 2010 e setembro de 2011. Cada parcela foi cercada individualmente utilizando-se cerca elétrica. Em cada parcela havia bebedouro, saleiro e sombra natural e artificial nas parcelas em SSP e apenas sombreamento artificial nas parcelas em monocultivo. Os animais experimentais foram novilhas mestiças de holandês/zebu. Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições.

Devido o efeito de sombreamento e a fixação biológica de nitrogênio (FBN) das leguminosas arbóreas nas gramíneas, a amostragem para avaliação da altura comprimida do dossel, produção de forragem e serrapilheira no SSP foi realizada em 30 pontos, do centro da fileira dupla a faixa exclusiva da gramínea (figura 2), em quanto em sistema de monocultivo a amostragem foi realizada em 6 pontos de forma aleatória dentro da parcela sendo utilizadas as médias dessas coletas para análise quantitativa (altura produção de forragem e serrapilheira) . A massa de forragem e de serrapilheira foram estimadas em cada tratamento, considerando como serrapilheira todo material morto e solto da fração aérea das plantas (gramínea e leguminosa arbustiva) presente na superfície do solo.

A altura média da gramínea foi estimada a partir da distância entre o nível do solo e a altura comprimida com um disco de alumínio ascendente, com áreas circulares de 0,25 m<sup>2</sup>. Utilizando-se a mesma área do disco e nos mesmos locais onde foram feitas as medições das alturas, para o corte da forragem rente ao solo, coleta da serrapilheira existente e coleta de amostra de solo, esta última realizada no final do experimento para

estimar o fracionamento por densidade da MOS sendo realizado seguindo o protocolo descrito por Meijboom et al (1995), onde as amostras de solo foram retiradas com o auxílio de trado holandês, nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm, para cada ponto coletado (30 em SSP e 6 em monocultivo) dentro das unidades experimentais, foram coletadas três subamostras por ponto, formando cinco e uma amostra composta para SSP e monocultivo respectivamente para cada profundidade avaliada.



● Pontos coletados      x x Fileira dupla de leguminosas arbóreas

**Figura 2.** Sistematização de coleta em SSP e medidas das parcelas experimentais

Dos 30 pontos coletados nas unidades experimentais de SSP e dos seis pontos coletados em monocultivo foram retiradas 5 e 1 amostras compostas, respectivamente, sendo utilizadas para análises qualitativas. Essas amostras foram submetidas à pré-secagem a 65°C por 72 horas. Após as amostras serem pré-secas na estufa, foi realizada a separação

para estimar a porcentagem, folha verde. Essas amostras foram submetidas à trituração em moinhos de faca e armazenadas para posterior análise.

Os teores de matéria seca dessas amostras de forragem e serrapilheira foram determinados após a secagem do material na estufa a 105°C por 24 h e os teores de matéria orgânica foram determinados após a combustão a 600°C por 3 horas, conforme Bezerra Neto e Barreto (2004). Os teores de N total foram estimados no material vegetal após digestão das amostras em ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), segundo Thomas et al. (1967).

A intensidade do verde foi uma característica claramente observada entre os tratamentos em sistema silvipastoril e em monocultivo, porém, para essa avaliação nas folhas da gramínea *Brachiaria decumbens* utilizou-se o medidor portátil SPAD-502 (*Soil and Plant Analysis Development*) que possibilita quantificar a intensidade do verde das folhas através da transmissão de luz em 650 nm (onde ocorre a absorção de luz) e a 940 nm (onde não ocorre a absorção de luz). As leituras com o SPAD foram realizadas em SSP e monocultivo três lâminas de folhas completamente expandidas com a lígula visível, sendo consideradas três leituras por folhas, na base, no meio e no ápice da folha, tendo-se o cuidado de evitar a nervura central, totalizando, assim, nove leituras em cada parcela experimental de monocultivo e 45 nas parcelas de SSP.

Durante os doze ciclos de pastejo (período de avaliação) antes da entrada dos animais nas parcelas, foram estimados os índices de área foliar (IAF), sendo utilizado o analisador de dossel LAI 2000 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA) (Welles e Norman, 1991). As avaliações foram feitas na gramínea *Brachiaria decumbens* a cada ciclo, ao amanhecer (5:00 h) ou ao entardecer (17:00 h), buscando-se pontos que representasse a condição média de cada parcela experimental. Foram feitas quinze leituras em cada tratamento SSP e três leituras em cada tratamento em monocultivo.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional SAS (SAS Inst. Inc., 1999). Foi utilizado o procedimento 'repeated' do SAS para análise e medidas repetidas no tempo. Médias de avaliações e espécies foram comparadas utilizando o PDIFF ajustado para Tukey, sendo as médias consideradas diferentes quando  $p < 0,05$ . Havendo interação entre o período de avaliação e os tratamentos, compararam-se os tratamentos por meio de contraste ortogonais (sistema silvipastoril vs. monocultivo), onde valores de  $p < 0,05$  foram considerados como contrastes significativos.

### **Resultados e Discussão**

A altura comprimida do dossel apresentou interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos e os períodos de avaliação. Os tratamentos foram comparados por meio de contraste ortogonal (sistema silvipastoril vs. monocultivo) considerado como significativo  $P < 0,0001$  (Figura 3). As maiores alturas do dossel forrageiro foram verificadas em sistema de monocultivo. Segundo Paciullo (2011), nas áreas sob a copa das árvores, o crescimento da forrageira pode ser limitado por mudanças na qualidade de luz ou por competição por água pelas árvores, entre outros fatores. Em sistema de monocultivo, as plantas apresentaram maiores alturas mais folhas eretas, permitindo melhor distribuição de luz no dossel, gerando melhor eficiência na sua utilização e maiores valores de IAF (Figura 3). Fagundes (1999) relatou que de maneira geral pastos com maiores alturas apresentam maiores valores de IAF e IL (interceptação luminosa). cm nos diferentes períodos de avaliação (Figura 3). A altura comprimida do dossel variou entre 12,2 a 20,7 cm em sistema de monocultivo enquanto que em sistema silvipastoril variou entre 4,5 e 11,3 dossel nos diferentes períodos de avaliação, provavelmente foi decorrente das condições climáticas desfavoráveis ao crescimento do

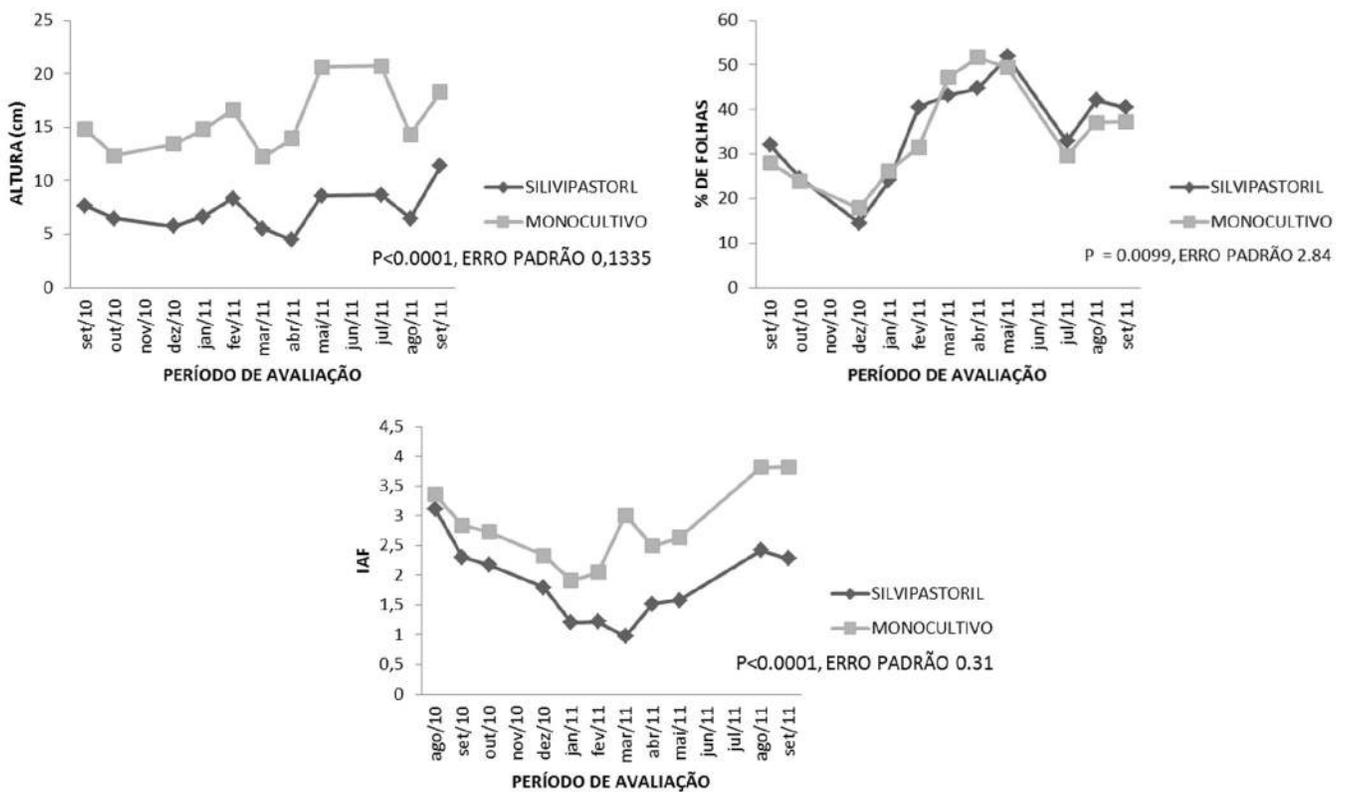
pasto (Figura 1). Um dos efeitos do déficit hídrico apresentado pela planta é a redução da taxa de alongação foliar, podendo refletir na altura do dossel forrageiro (Figura 3).

Com relação ao IAF, o contraste ortogonal ( $P < 0.0001$ ) mostra que houve variação significativa, entre o sistema silvipastoril e o monocultivo (Figura 3). Os maiores valores de IAFs observados encontrado foi em sistema de monocultivo nos meses de agosto e setembro de 2010 (3,35 e 2,85, respectivamente) e agosto e setembro de 2011 (3,81 e 3,82), em quanto que no SSP foi constatado IAF de 3,11 e 2,3 nos meses de agosto e setembro de 2010, respectivamente e 2,42 e 2,27 em agosto e setembro de 2011, respectivamente (Figura 3). Os maiores valores de IAF encontrados nos meses de agosto e setembro estão condizentes com os resultados observados por Galdino (2010), onde verificou maiores valores de IAF em pasto de *Brachiária decumbens* na mesma região nos meses de julho a setembro, sendo o maior valor médio registrado no mês de agosto.

A redução da intensidade luminosa proporcionada provavelmente pelo sombreamento das árvores em sistema silvipastoril pode ter resultado em um menor IAF na *Brachiária decumbens*, quando comparado aos tratamentos da gramínea em pleno sol. Segundo Peri et al. (2007), a redução na intensidade luminosa e alterações na qualidade da luz sob as árvores reduz o perfilhamento e, conseqüentemente, diminuem o IAF de gramíneas.

A porcentagem de folha apresentou interação significativa ( $P < 0,0001$ ) entre os tratamentos e os períodos de avaliação. O contraste ortogonal (sistema silvipastoril vs. monocultivo) foi significativo  $P < 0,0099$  (Figura 3). Em apenas três períodos de avaliação a porcentagem de folha foi maior no sistema de monocultivo, apresentado 17, 47 e 51% de folhas nos meses de dezembro de 2010, março e abril de 2011, respectivamente. A menor massa de folhas em pastos sombreados decorre da redução da

luminosidade, que diminui a taxa de aparecimento de folhas e perfilhos (Olf, 1992; Bahmani et al., 2000). Porém, a similaridade e a superioridade da porcentagem de folhas em SSP quando comparada ao monocultivo no presente estudo, sugere que a menor disponibilidade de luz sob a copa das árvores possa ter sido compensada pela fixação de N das leguminosas. A maior porcentagem de folhas em SSP representa uma vantagem do ponto de vista do pastejo, uma vez que as folhas geralmente têm melhor valor nutritivo que os caules. Segundo Queiroz Filho et al., 2000, a maior participação de folhas na massa de forragem é importante por apresentar maior teor de proteína, consumo e digestibilidade, sendo capaz de atender às necessidades dos animais.



**Figura 3.** Altura comprimida da forragem, porcentagem de folha, índice de área foliar (IAF); contraste ortogonal entre silvipastoril e monocultivo.

Os tratamentos testados afetaram o índice SPAD na *Brachiaria decumbens*. O contraste ortogonal entre consórcio vs. monocultivo foi significativo ( $P = 0,0001$ ), havendo ainda interação entre os tratamentos nos diferentes sistemas de pastagem Vs. período de avaliação ( $P = 0,0001$ ) como mostra figura 4. O contraste ortogonal indicou maior índice SPAD para a Braquiária em sistema silvopastoril, evidenciando que das doze avaliações realizadas, onze apresentaram maiores índices SPAD para os tratamentos em sistema silvopastoril. No mês de abril de 2011 o índice SPAD das folhas foi de 41,0 em ambos os sistemas. O índice SPAD variou entre 34 a 43 nos diferentes períodos de avaliação, enquanto que em monocultivo a variação foi entre 28 a 41 (Figura 4).

A maior intensidade do verde medida pelo índice SPAD das folhas em sistema silvopastoril está relacionada ao maior teor de N encontrado na gramínea nesse mesmo sistema (Figura 4). Segundo Andrade et al. (2002), gramíneas crescendo sob copa de árvores apresentam folhas com coloração verde mais intensa e maiores teores de N do que aquelas crescendo a pleno sol. Isso tem sido observado em maior proporção para árvores fixadoras de N, quando comparado com não fixadoras. Parmejiani (2012) avaliando o índice SPAD em gramínea sob copa de 37 espécies arbóreas e em pleno sol, verificou que das 11 espécies arbóreas que apresentaram maior índice SPAD, nove eram leguminosas fixadoras de N que apresentaram valor médio de índice SPAD de 41,7, sob leguminosas não fixadoras 38,1, não leguminosas 39,0, e sob palmeiras 38,1.

O teor de N na *Brachiaria decumbens* apresentou efeito de sistema de pastagem (SSP Vs monocultivo) mostrando contraste ortogonal significativo ( $P = 0,0001$ ) e interação entre os tratamentos nos diferentes sistemas de pastagem x período de avaliação (Figura 4). Apenas no mês de outubro de 2010 observou-se um maior teor de N em monocultivo quando comparado em SSP 1,28 e 1,16%, respectivamente. Nos

demais períodos de avaliação o contraste mostra ( $P=0,0001$ ) que em sistemas silvipastoril o teor de N na *Brachiaria decumbens* foi maior, quando comparado ao monocultivo variando entre 1,16 a 1,93% e 0,92 a 1,6%, respectivamente (Figura 4).

Gottingen e Zimmermann (1989) consideraram que a planta sombreada tem o metabolismo alterado, reduzindo a quantidade de compostos nitrogenados destinados a gliconeogênese. Desta forma, há maior acúmulo destes compostos em seu tecido, elevando o teor de N total nas plantas. O aumento do teor de N, em plantas à sombra, poderia ainda estar associado à redução do tamanho da célula por causa do sombreamento. Kephart & Buxton (1993) argumentaram que o reduzido tamanho da célula, com a manutenção da quantidade de nitrogênio mais ou menos constante por célula, pode resultar em aumento da concentração de nitrogênio.

Porém, o sombreamento não é o único fator que interfere no teor de N na gramínea, também é importante à disponibilidade de N no sistema. O maior teor de N na *B. decumbens* em sistema silvipastoril no presente estudo pode estar associado principalmente ao fato do componente arbóreo do sistema SSP se tratar de leguminosas. Isso se deve a capacidade que essas espécies apresentam em fixar o nitrogênio atmosférico e posteriormente esse elemento ser disponibilizado para a gramínea, mediante a queda das folhas das leguminosas arbóreas (Dias, 2005). Em concordância com os resultados encontrados no presente trabalho, Carvalho et al. (2001) também verificaram que a ocorrência de espécies leguminosas arbóreas resultou em aumentos no teor de N nas folhas verdes das gramíneas e na serrapilheira, nas áreas de influência das árvores.

Segundo Soares et al. (2009), a justificativa para maiores teores de PB em plantas cultivadas à sombra poderiam resultar do pequeno efeito de diluição do nitrogênio, devido a menor quantidade de matéria seca produzida, quando comparada ao

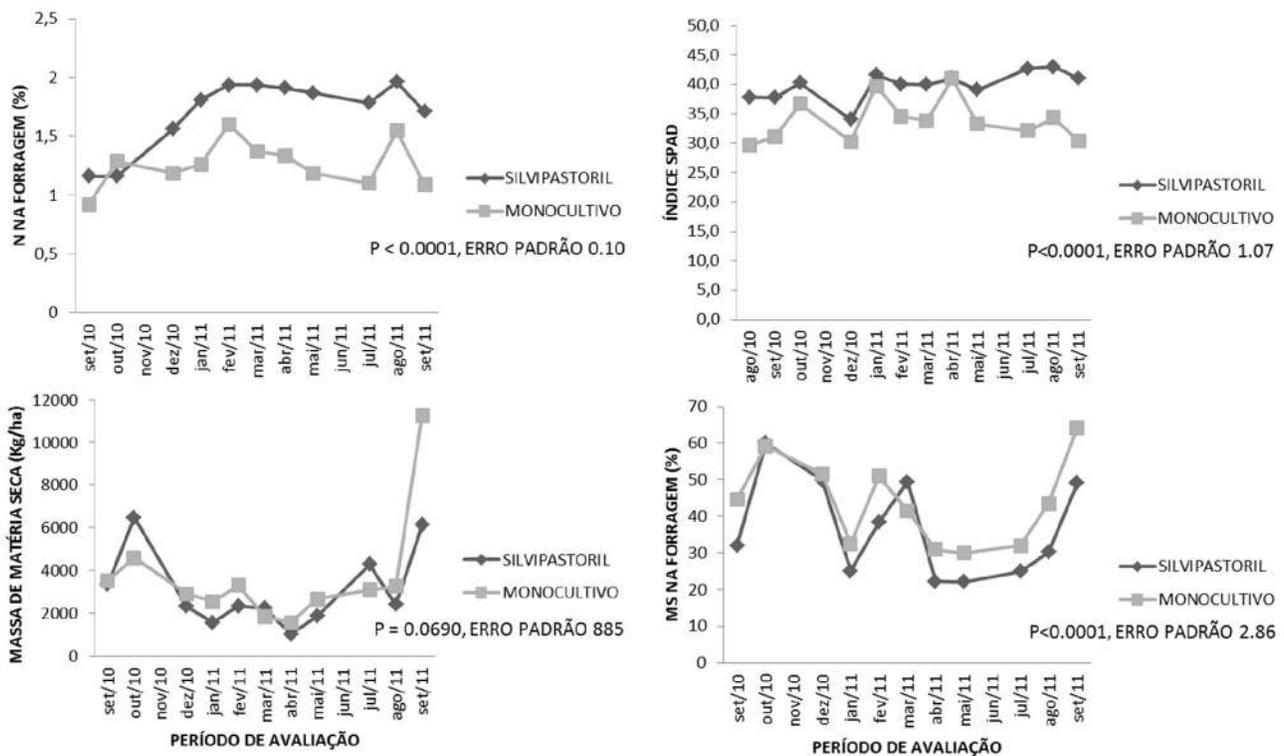
sol pleno. Este efeito pode ter ocorrido no presente trabalho tendo em vista que se observou um menor teor de MS e maiores teores de N em sistema silvipastoril, quando comparado ao cultivo a pleno sol (monocultivo).

Com relação ao teor de matéria seca da forragem, o contraste ortogonal ( $P < 0,0001$ ) mostra na figura 5, que das onze avaliações realizadas, observou-se que em nove a *Brachiaria decumbens* em monocultivo apresentou maior teor de matéria seca, quando comparado com a braquiária no sub-bosque em um sistema silvipastoril. Os maiores teores de matéria seca em monocultivo foram encontrados nas plantas nos meses de outubro e dezembro de 2010, com valores de 60 e 49,8% respectivamente (Figura 4). Menores teores de MS foram encontrados por Oliveira et al. (2005), em gramíneas sombreadas, contudo também são registrados maiores valores de N e melhor qualidade forragem. O menor teor de MS em SSP pode estar relacionado à maior proporção de folhas verdes nesse mesmo sistema (Figura 3). Carvalho et al. (1995), trabalhou com cinco gramíneas forrageiras tropicais sob a copa de angico-vermelho (*A. macrocarpa*), constatou que a diminuição da MS está ligada a maiores proporções de folhas verdes dessas forragens nas áreas sombreadas.

A massa de forragem apresentou interação significativa ( $P = 0,0015$ ) entre o período de avaliação e os diferentes tipos de sistemas avaliados. O contraste ortogonal entre consórcio vs. monocultivo não foi significativo a 5 % ( $P = 0,0690$ ). A massa de forragem variou entre 1124 e 458 Kg/ha massa de matéria seca em SSP e 1018 e 6463 Kg/ha massa de MS para monocultivo nos diferentes ciclos de pastejo, com o menor valor na época seca e o maior na chuvosa. Esse tipo de resposta à forte sazonalidade na produção de forragem devido à baixa disponibilidade de água foi observada durante o período de baixa precipitação na região de Zona da Mata, local onde foi conduzido o estudo.

Na maioria dos ciclos de pastejo houve uma similaridade na produção de forragem entre os dois sistemas. Alguns demonstram que a porcentagem de sombra de até 30-40% não afeta o crescimento da forragem, quando esta for moderadamente tolerante a sombra (Paciullo et al, 2010; Sousa et al, 2010).

Paciullo et al, (2011), também trabalhando com SSP e o uso exclusivo de Braquiária, constatou que a massa da forragem não foi influenciada pelos sistemas de criação (SSP e uso exclusivo) mais houve interação entre os anos experimentais e as estações do ano. Os valores variam entre 1823 e 2.283 kg de MS / ha / ciclo de pastejo durante os meses de estação chuvosa e entre 942 e 1212 kg de MS / ha / ciclo de pastejo durante a seca.



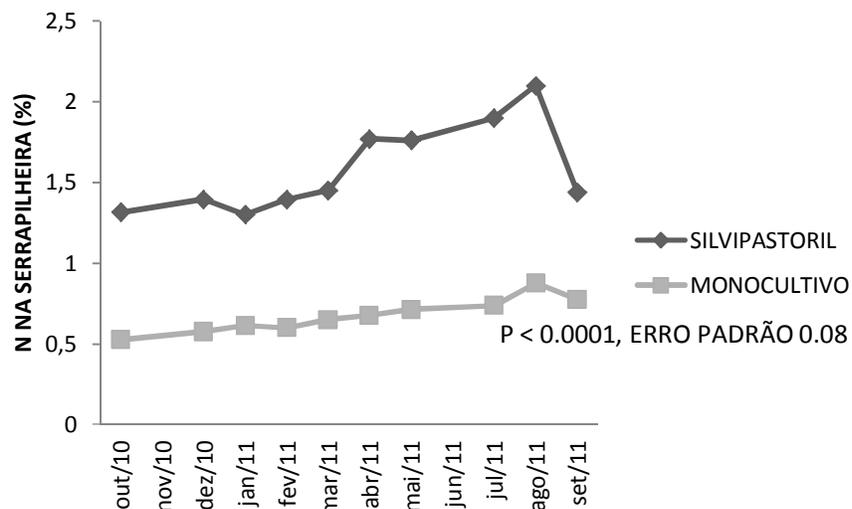
**Figura 4.** Teor de N na forragem, índice SPAD, massa de matéria seca e teor de matéria seca na forragem; contraste ortogonal entre silvipastoril e monocultivo.

Houve interação entre os tratamentos nos diferentes sistemas de pastejo Vs. diferentes períodos de avaliação ( $P < 0,0001$ ). Os tratamentos testados afetaram o teor de N na serrapilheira. O contraste ortogonal entre silvipastoril vs. monocultivo foi significativo ( $P = 0,0001$ ) (Figura 5). Ao analisar o teor de N na serrapilheira constataram-se valores significativamente mais altos nos tratamentos em sistema silvipastoril, quando comparados aos da pastagem em monocultivo, variando entre 1,3 a 2,1% e 0,52 a 0,87%, respectivamente (Figura 5). Este resultado indica que a presença das folhas das leguminosas arbóreas contribuiu para o maior teor de N na serrapilheira em sistema silvipastoril.

De modo geral, a serrapilheira acumulada em sistema silvipastoril apresentou melhor qualidade que aquela acumulada em área de monocultivo. Nos meses de abril a agosto de 2011, o elevado teor de N na serrapilheira variou entre 1,76 a 2,1 %, sendo superior ao valor crítico para que haja mineralização líquida desse nutriente (1,74 %; Palm, 1995), juntamente com as maiores precipitações que ocorreram entre abril e agosto de 2011 (Figura 1) e condições microclimáticas normalmente mais favoráveis proporcionadas pelo sombreamento das árvores, pode ter influenciado a uma maior disponibilidade de N para as gramíneas nesses meses (abril a agosto de 2011), fazendo com que estas apresentem maiores teores de N durante esse período (Figura 4).

Estudos relatam que alta relação C:N da serrapilheira depositada pela braquiária (Boddey et al., 2003) tende a imobilizar o N do solo levando à indisponibilidade do elemento para as plantas e consequente degradação da pastagem (Jantalia et al., 2006). A serrapilheira de leguminosas com capacidade biológica de fixar N apresenta menor relação C/N (Balieiro et al., 2004), o que pode proporcionar maior mineralização e disponibilização do N solo, refletindo no aumento do teor de N no sub-bosque, como também observado nesse estudo (Tabela 4).

Como a adição e a decomposição de resíduos vegetais (parte aérea e raízes) são uma das mais importantes contribuições para a matéria orgânica do solo, se tornando uma das principais vias de reciclagem de N, dessa forma, o SSP com leguminosas arbóreas pode garantir incrementos na produção de serrapilheira rica em nitrogênio, entrada de uma fonte extra de N, por meio da FBN das espécies de leguminosas, resultando em um maior teor de N na gramínea no sub-bosque. Segundo Carvalho et al. (1994), o aumento de N e consequentemente da PB na forragem sob a copa pode estar relacionado ao efeito de matéria orgânica rica em N depositada pela árvore. Devido ao aumento no teor de PB e ao efeito do sombreamento no bem estar animal, é de se esperar que em sistema silvipastoril possa existir a sustentabilidade de produção animal por mais tempo.

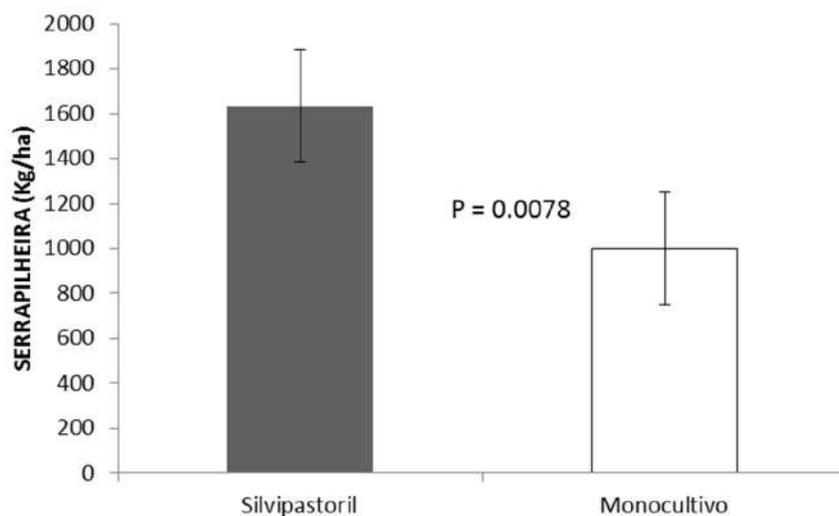


**Figura 5.** Teor de N na serrapilheira; contraste ortogonal entre sistema silvipastoril e monocultivo.

O contraste ortogonal entre silvipastoril vs. monocultivo foi significativo ( $P = 0,0078$ ) (Figura 6). Considerando a média geral, a produção de serrapilheira em sistema de monocultivo foi 39% inferior ao sistema silvipastoril, com uma média de 1000 Kg/ha contra 1636 Kg/ha de massa de matéria seca (MS), respectivamente.

Este fato reflete a influência das folhas das árvores em sistema silvipastoril, aumentando a produção de serrapilheira, que por sua vez tem grande importância na ciclagem de nutrientes para a manutenção do ecossistema de pastagem. Segundo Sampaio et al., (2003), a deposição de serrapilheira é um forma de transferência de nutrientes que aumentam a eficiência na ciclagem dos nutrientes, permitindo maior produção e sustentabilidade (Monteiro & Werner, 1997). Desta forma, o aporte de serrapilheira em áreas submetidas a distúrbios pode ser empregado como indicador visando avaliar o processo de recuperação da vegetação (Martins; Rodrigues, 1999).

Sánchez et al., (2007), também trabalhando com sistema silvipastoril, em que os componentes *P. maximum* e *Leucaena leucocephala*, também relatou maior aumento na produção total de serrapilheira (matéria seca e N total), em comparação à pastagem em monocultura (Sánchez et al., 2007). Ferreira et al. (2007) encontraram no bosque de sabiá em Itambé, Pernambuco, (na mesma estação experimental do presente trabalho) deposição de 1.624 kg/ha/ mês de serrapilheira no mês de outubro, período em que as plantas perderam suas folhas com o começo da escassez de água, com deposição anual de 7.830 kg/ha de serrapilheira.



**Figura 6.** Produção de serrapilheira; contraste ortogonal entre sistema silvipastoril e monocultivo.

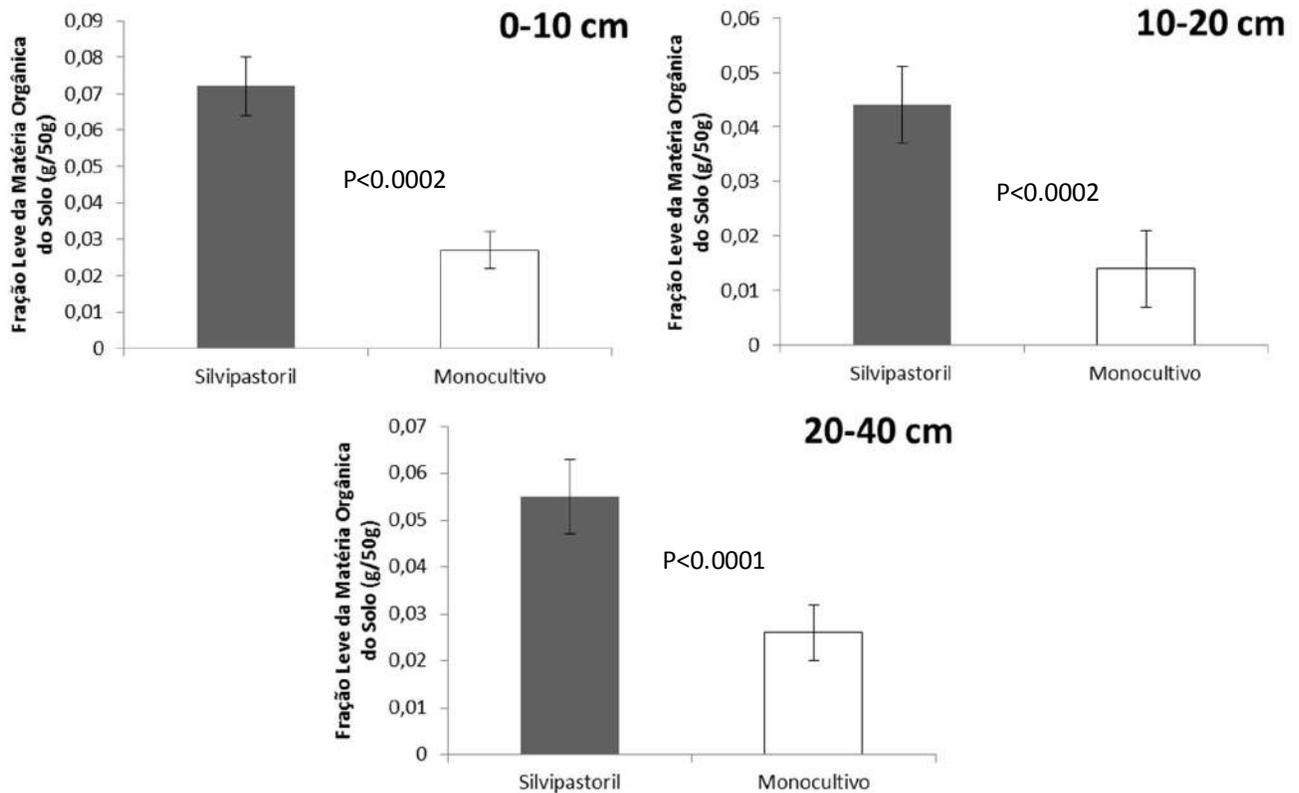
A fração leve da matéria orgânica em monocultivo foi menor em 62, 68 e 53 % da observada em sistema silvipastoril para as profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm respectivamente, com uma média de 0,072, 0,044 e 0,055 g/Kg de solo em SSP e 0,027, 0,014 e 0,006 g/Kg de solo em monocultivo nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, respectivamente. Reduções dessa magnitude também foram observadas em outros estudos, que compararam diferentes sistemas de cultivo em relação a um sistema nativo (Freixo et al., 2002; Rangel & Silva, 2007).

O efeito da fração leve da matéria orgânica é mais pronunciado na camada mais superficial (0-10 cm), isso ocorre devido ao aporte de serrapilheira na superfície do solo. Em áreas naturais, o aporte de serrapilheira (fragmentos de folhas, galhos e raízes) é restrito à camada superficial do solo, e os estoques de C e N da FLL representam a capacidade da vegetação em manter o estoque total de C e N da MOS (Rovira & Vallejo, 2002; Rangel & Silva, 2007). Assim, os maiores teores de N na serrapilheira em SSP, contribui para o maior estoque de N da MOS e melhor relação C/N, já que a relação C/N da FLL depende do material de origem e é maior do que a relação C/N total do solo (Paul et al., 2008).

A fração leve livre (FLL), a qual é composta basicamente por resíduos vegetais parcialmente decompostos e é fortemente influenciada pela quantidade e qualidade do resíduo depositado na superfície do solo (SIX et al., 2001). A FLL possui composição comparável àquela dos materiais vegetais (Freixo et al., 2002), e a recalcitrância molecular é seu único mecanismo de proteção atuante (Sollins et al., 1996) o que a torna

mais disponível para a microbiota do solo, e conseqüentemente com maior sensibilidade para identificar modificações na matéria orgânica do solo.

A redução da fração leve da matéria orgânica com o passar do tempo poderá comprometer a sustentabilidade do sistema, atuando principalmente sobre os atributos físicos do solo (Solomon et al., 2000; Chan et al., 2002).



**Figura 7.** Fração leve da matéria orgânica do solo em três profundidades; contraste ortogonal entre sistema silvipastoril e monocultivo.

Como a adição e a decomposição de resíduos vegetais (parte aérea e raízes) são uma das mais importantes contribuições para a fração leve da matéria orgânica do solo, se tornando uma das principais vias de reciclagem de N, o SSP com leguminosas arbóreas pode garantir incrementos na produção de serrapilheira rica em nitrogênio, entrada de uma fonte extra de N, por meio da FBN das espécies de leguminosas, resultando em um maior teor de N na gramínea no sub-bosque. Segundo Carvalho et al.

(1994), o aumento de N e conseqüentemente da PB na forragem sob a copa pode estar relacionado ao efeito de matéria orgânica rica em N depositada pela árvore. Devido ao aumento no teor de PB no sub-bosque, aumento no teor de N na serrapilheira, maior fração leve da matéria orgânica, e ao efeito do sombreamento no bem estar animal, é de se esperar que em sistema silvipastoril possa existir a sustentabilidade de produção animal por mais tempo.

### **Conclusões**

As espécies leguminosas arbóreas sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) e gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.] quando utilizadas em sistema silvipastoril dispostas em fileira duplas, apresentam-se como importante fator para o aumento de N no sub-bosque de *Brachiaria decumbens* Stapf..

A presença de leguminosas arbóreas em sistema silvipastoril promove uma maior deposição de serrapilheira com maior teor de N e uma maior quantidade da fração leve da matéria orgânica, podendo, em longo prazo, contribuir para sustentabilidade do sistema.

Os componentes morfofisiológicos e produtivos da *B. decumbens* em sistema silvipastoril apresentam modificações em virtude à presença das leguminosas arbóreas.

### **Referência Bibliográfica**

ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F. & CARNEIRO, J.C. Árvores de baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.) em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 574-582, 2002.

BAHMANI, I.; HAZARD, L.; VARLETGRANCHER, C. et al. Differences in tillering of long – and short – leaved perennial ryegrass genetic lines under full light and shade treatments. **Crop Sci.**, v.40, p.1095-1102, 2000.

BALIEIRO, F. de C.; FRANCO, A.A.; PEREIRA, M.G.; CAMPELLO, E.F.C.; DIAS, L.E.; FARIA, S.M.; ALVES, B.J.R. Dinâmica da serapilheira e transferência de nitrogênio ao solo, em plantios de *Pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.597-601, 2004.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. **Métodos de Análises Químicas em Plantas**. Recife, UFRPE, Imprensa Universitária. p,165.2004.

BODDEY, R. M.; XAVIER, D. F.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Brazilian agriculture: the transition to sustainability. **Journal of Crop Production**, New York, v. 9, p. 593-621, 2003.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ALMEIDA, D.S.; VILLAÇA, H.A. Efeitos de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição mineral de forragem em pastagem de braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.5, p.707-718, 1994.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ANDRADE, A.C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Past. Trop.**, v.17, p.24-30, 1995.

CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; ALVIM, M. J. Características de algumas leguminosas arbóreas adequadas para a associação com pastagens. **Circular Técnica**, Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. 24 p. v.64. 2001.

CHAN, K.Y.; HEENAN, D.P. & OATES, A. Soil carbon fractions and relationship to soil quality under different tillage and stubble management. **Soil Till. Res.**, 63:133-139, 2002.

CPRH – Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. Diagnostico Sócio Ambiental do Litoral Norte de Pernambuco. Recife, 2003.

DIAS, P.F.; Importância da arborização de pastagens com leguminosas fixadoras de nitrogênio. 2005. 128p. **Tese (Doutorado)**- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; RESENDE, A.S. de; MOREIRA, J.F.; POLIDORO, J.C.; CAMPELL, E.F.; FRANCO, A.A. Influência da projeção das copas de espécies de leguminosas arbóreas nas características químicas do solo. **Pasturas Tropicales**, v.28, p.8-17. 2006.

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

EMBRAPA, (2006) Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. 2a Edition – EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro, Brazil.

FAGUNDES, J.L.; SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S ET AL. Índice de Área foliar, acúmulo de forragem em pastagem *Cynodon*, spp. sob diferentes intensidade de pastejo. **Scientia agrícola**, v. 56, n. 4, p. 1141-1150, 1999.

FERNANDES, F.E.P.; CARVALHO, G.G.P. de; PIRES, A.J.V. Sistemas agrossilvipastoris e o aumento da densidade de nutrientes para bovinos em pastejo. **Revista Eletrônica de veterinária**. Vol. VII, n o. 10, 2006. ISSN 1695-7504.

FERREIRA, R.L.C.; LIRA JR., M.A; ROCHA, M.S. et al. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serrapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.7-12, 2007.

FREIXO, A.A.; CANELLAS, L.P.; MACHADO, P.L.O. de A. Propriedades espectrais da matéria orgânica leve-livre e leve intra-agregados de dois Latossolos sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.445-453, 2002.

GALDINO, A.C. **Respostas morfológicas e produtivas de gramíneas forrageiras tropicais à intensidade de pastejo**. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010. 69p. Tese de mestrado.

GOTTINGEN, A. P.; ZIMMERMANN, M. H. **Encyclopedia of plant physiology**.. v.6, p. 500., 1989.

GREGORICH, E.G.; BEARE, M.H.; MCKIM, U.F.; SKJEMSTAD, J.O. Chemical and biological characteristics of physically uncomplexed organic matter. **Soil Science Society of America Journal**, v.70, p.975-985, 2006.

KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Forage quality responses of C3 and C4 perennial grasses to shade. **Crop Science**, v.33, p.831-837, 1993.

HAKALA, K. & JAUHAINEN, L. Yield and nitrogen concentration of above-and-below-ground biomasses of red clover cultivars in pure stands and in mixtures with three grass species in northern Europe. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 62, n. 3, p. 312-321, 2007.

ITEP. INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO. Disponível em: <http://www.itep.br>. Acesso em 15 de novembro 2011.

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**, v.1. Recife, SUDENE, 1973. (Boletim Técnico, 26. Série Pedologia, 14).

JANTALIA, C. P.; TÁRRE, R. M.; MACEDO, R. O.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Acumulação de carbono no solo em pastagem de Brachiária. In: ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Manejo de sistemas agrícolas: impactos no sequestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa**. Porto Alegre: Gênese 2006. p. 157-170.

JINBO, Z.; CHANGCHUN, S.; SHENMIN, W. Dynamics of soil organic carbon and its fractions after abandonment of cultivated wetlands in Northeast China. **Soil and Tillage Research**, v.96, p.350-360, 2007.

MACEDO, M.O.; RESENDE, A.S.; GARCIA, P.C.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; URQUIAGA, S.; CAMPELLO, E.F.C.; FRANCO, A.A. Changes in soil C and N stocks and nutrient dynamics 13 years after recovery of degraded land using leguminous nitrogen-fixing trees. **Forest Ecology and Management**, v.255, p.1516-1524, 2008.

MARTINS, S.V.e RODRIGUES,R.R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, V.22, n.3, p.405-412, dez. 1999 Revista Brasileira de Botânica vol.24 n.2 São Paulo 2001.

MONTEIRO, F.A.; WERNER, J.C. Reciclagem de nutrientes nas pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p.55-84.

OLFF, H. Effects of light and nutrient availability on dry matter and N allocation in six successional grassland species. **Oecologia**, v.89, p.412-421. 1992.

OLIVEIRA, M.E.; LEITE, L.L. & CASTRO, L.H.R. Árvores isoladas de duas espécies nativas em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf no cerrado. **Pasturas tropicales**, v. 27, n. 1, p. 51-56, 2005.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim braquiária sob sombreamento natural e sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 573-579, 2007.

PACIULLO D. S. C. et al Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Agropecuária brasileira, Brasília**, v.46, n.10, p.1176-1183, out. 2011.

PACIULLO, D.S.C., et al., Performance of dairy heifers in a silvopastoral system, **Livestock Science** (2011), doi:[10.1016/j.livsci.2011.05.012](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.05.012)

PACIULLO, D.S.C., CASTRO, C.R.T., GOMIDE, C.A.M., FERNANDES, P.B., ROCHA, W.S.D., MÜLLER, M.D., ROSSIELLO, R.O.P., 2010. Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. **Sci. Agric.** 67, 401–407.

PALM, C.A. Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants. **Agroforestry Systems**, v.30, p.105-124, 1995.

PARMEJANI, R.S. **Microclima e Características Agronômicas de *Brachiaria decumbes* em um sistema silvipastoril**. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. Dissertação (Mestrado em Ciência). Piracicaba, 2012.

PAUL, S.; VELDKAMP, E.; FLESSA, H. Soil organic carbon in density fractions of tropical soils under forest – pasture – secondary forest land use changes. **European Journal of Soil Science**, v.59, p.359-371, 2008.

PERI, P.L.; LUCAS, R.J.; MOOT, D.J. Dry matter production, morphology and nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under different light regimes. **Agroforestry Systems**, v.70, p.63-79, 2007.

QUEIROZ FILHO, J. L.; SILVA, D. S.; NASCIMENTO, I. S. Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Roxo em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 69-74, 2000.

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**, v.31, p.1609- 1623, 2007.

ROVIRA, P.; VALLEJO, V.R. Labile and recalcitrant pools of carbon and nitrogen in organic matter decomposing at different depths in soil: an acid hydrolysis approach. **Geoderma**, v.107, p.109-141, 2002.

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

SAMPAIO, F.A.R.; FONTES, L.E.F.; COSTA, L.M. et al. Balanço de nutrientes e da fitomassa em um argissolo amarelo sob floresta tropical amazônica após a queima e cultivo com arroz. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.27, n.6, p.161- 1170, 2003.

SÁNCHEZ, S.; CRESPO, G.; HERNÁNDEZ, M. Acumulación de hojarasca en un pastizal de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala*. **Pastos y Forrajes**, v.30, p.357-371, 2007.

SDA-MAPA, S. D. D. A.-M. D. A. P. E. A. Instrução Normativa N°10, de 21 de março de 2006. **Diário Oficial da União - Seção 1**, 2006. SIERRA, J.; NYGREN, P. Transfer of N fixed by a legume tree to the associated grass in a tropical silvopastoral system. **Soil Biology & Biochemistry**, v.38, p.1893-1903, 2006.

SIX, J.; GUGGENBERG, G.; PAUSTIAN, K., HAUMAIER, L.; ELLIOT, E.T.; ZECH, W. Source and composition of soil organic matter fractions between and within soil aggregates. **European Journal Soil Science**, New Jersey, v.52, p.607-618, 2001.

SOARES, A. B., SARTOR, L. R., ADAMI, P.F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 443-451, 2009.

SOLLINS, P.; HOMANN, P.; CALDWELL, B.A. Stabilization and destabilization of soil organic matter: mechanisms and controls. **Geoderma**, v.74, p.65-105, 1996.

SOLOMON, D.; LEHMANN, J. & ZECH, W. Land use effects on soil organic matter properties of Chromic Luvisols in semi-arid Northern Tanzania: Carbon, nitrogen, lignin and carbohydrates. **Agric. Ecosys. Environ.**, 78:203-213, 2000.

SOUSA, L.F., MAURÍCIO, R.M., MOREIRA, G.R., GONÇALVES, L.C., BORGES, I., PEREIRA, L. G.R., 2010. Nutritional evaluation of “Braquiaraõ” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. **Agrofor. Syst.** 79, 179–189.

TAUK, S.M. Biodegradação de resíduos orgânicos do solo. **Revista Brasileira de Geociência**, v.20, n.1, p.299-301, 1990.

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

XAVIER, D.F.; CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A. Melhoramento da fertilidade do solo em pastagem de *Brachiaria decumbens* associada com leguminosas arbóreas. **Pasturas Tropicales**, v.25, p.21-26, 2003.

XAVIER, F.A.S.; MAIA, S.M.F.; OLIVEIRA, T.S. & MENDONÇA, E.S. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba – CE. **R. Bras. Ci. Solo**, 30:247-258, 2006.

YANG, X.M. & KAY, B.D. Impacts of tillage practices on total, loose- and ocluded-particulate, and humified organic carbon fractions in soils within a field in Southern Ontario. **Can. J. Soil Sci.**, 81:149-156, 2001.

WELLES, J. M.; NORMAN, J. M. Instrument for Indirect Measurement of Canopy Architecture. **Agronomy Journal**, v. 83, p. 818-825, 1991.

**- CAPÍTULO III -**

**Caracterização da vegetação herbácea, serrapilheira e solo em função da  
distância de leguminosas arbóreas em sistemas silvipastoris**

## CAPÍTULO III

### **Caracterização da vegetação herbácea, serrapilheira e solo em função da distância de leguminosas arbóreas em sistemas silvipastoris**

#### **Resumo**

A degradação das pastagens tem causado prejuízos econômicos e ambientais, além de comprometer a sustentabilidade da atividade pecuária no Brasil. Uma das principais causas apontada para essa degradação é a queda da fertilidade do solo, devido à falta de reposição dos nutrientes ou a baixa qualidade da serrapilheira. Assim, objetivou-se nesta pesquisa identificar as distâncias médias no qual ocorre melhor aproveitamento de duas leguminosas arbóreas dispostas em fileiras duplas na pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf. em um sistema silvipastoril no que diz respeito à quantidade da fração leve da matéria orgânica, produção e o teor de N da forragem/serrapilheira além de avaliar características morfofisiológicas da Braquiária. As amostragens foram realizadas em diferentes distâncias da fila dupla de leguminosas arbóreas, durante doze ciclos de pastejo realizados em 2010 e 2011. Os tratamentos experimentais consistiram na associação da gramínea *Brachiaria decumbens* Stapf. com as leguminosas sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) e gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp]. Os pontos amostrados, em relação à distância da fila dupla das árvores foram 0; 1,3; 2,7; 4,1 e 5,5 m. Foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de material morto, de colmo, altura comprimida do dossel, Índice de Área Foliar (IAF), massa de forragem, teor de N na *Brachiaria decumbens*, índice SPAD, massa e teor de N da serrapilheira. As variáveis, teor de N na serrapilheira apresentou interação tripla entre distância x período de avaliação x tratamento. As demais variáveis analisadas apresentaram interação distância x período de avaliação e tratamento e período de avaliação, com exceção da porcentagem de material morto que apresentou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) apenas entres os períodos de

avaliação. De maneira geral, verificou-se um aumento nos valores de altura do dossel e IAF com o aumento da distância das árvores. Os teores de N da forragem e serrapilheira e índice SPAD foram maiores próximos à fileira dupla das árvores. Os teores de N na forragem foram menores a 5,5 m de distância das árvores, variando entre os diferentes períodos de avaliação entre 1 a 1,63%. A maior massa de forragem foi de 8376 kg MS/ha verificada a 4,125 m das árvores. Pode-se observar efeito quadrático para o teor de N na serrapilheira do tratamento Sabiá no mês de dezembro/2010, onde foi verificado o maior valor de N (17 g/kg) a 1,37 m de distância, e menor teor no meio da fileira dupla de Sabiá (0 m de distância) e a 5,5 m de distância, com teores de 14 e 14,2 g N/kg, respectivamente. Em sistema silvipastoril há influência do componente arbóreo sobre a maioria das características do pasto, conforme o distanciamento da fileira das árvores. A deposição de serrapilheira proveniente das leguminosas arbóreas é um importante mecanismo de transferência de nutrientes para a vegetação herbácea, tendo consequências sobre a composição química e biomassa da mesma.

**Palavras-chave:** fertilidade do solo, índice de área foliar, teor de nitrogênio.

**Characterization of herbaceous vegetation, litter and soil as a  
function of the distance of leguminous trees in silvopastoral systems**

**Abstract**

Pasture degradation has caused economic and environmental damage and compromised the sustainability of the livestock industry in Brazil. One of the causes for this degradation is the low soil fertility due to lack of replenishment of nutrients or poor-quality litter. Thus, this research aimed to identify the average distances which occurs in better utilization of two leguminous trees arranged in double rows in *Brachiaria decumbens* Stapf. in a silvopastoral system with regard to the amount of light fraction organic matter production and N content of the forage / litter and to evaluate the morphological and physiological characteristics Braquiária.. The treatments were: association of *Brachiaria decumbens* pasture with the following tree legumes: “Sabiá” (*Mimosa caesalpinifolia* L.) and gliricidia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp]. Response variables were measured at 5 different points (0 , 1.3, 2.7, 4.1 and 5.5 m away from the tree legume row). The following responses were measured: percentage of litter, stem, leaf, canopy height, leaf area index (LAI), light interception (LI), herbage mass, N concentration in *Brachiaria decumbens*, SPAD index, litter mass, litter N, and soil fertility. Triple interaction (distance x grazing cycle x species) occurred for percentage of leaf litter, litter N, and light interception. The remaining variables showed interaction between distance x grazing cycle, except for the percentage of litter that showed significant differences ( $P < 0.05$ ) only among grazing cycles. Soil fertility did not differ ( $P < 0.05$ ). Generally, there was an increase in the values of canopy height, LAI with increasing distance from trees. Forage and litter N as well as SPAD index were higher near the tree double rows. In silvopastoral system, there are influences of the tree component on most of the characteristics of the pasture according to the distance from the row of trees. Litter deposition from legume trees are one of the major

mechanisms for transferring nutrients to the herbaceous vegetation, affecting its biomass and chemical composition.

**Keywords:** soil fertility, leaf area index, nitrogen content.

## **Introdução**

Nos sistemas silvipastoris as atividades silviculturais e pecuárias são combinadas de forma a gerar produção de forma complementar devido à interação de seus componentes, constituindo boa opção para uso múltiplo da terra (Garcia et al., 2010; Venturin et al., 2010). O uso desses sistemas pode contribuir para o desenvolvimento de pastagens de gramíneas, pelos benefícios na ciclagem de nutrientes, conservação do solo, conforto térmico para os animais, diversificação da renda da propriedade, entre outros (Paciullo et al. 2007a).

Para implantação do sistema silvipastoril (SSP), deve-se considerar a espécie arbórea a ser adotada. A inclusão de árvores na pastagem pode ser utilizada para a produção de madeira, mourões, celulose e cercas vivas. Tratando-se dessas espécies pode haver redução no uso de insumos como o de concentrado, devido ao aumento na oferta de forragem pelas folhas das árvores, geralmente com altos teores de PB e redução no uso de fertilizantes nitrogenados, pois essas espécies têm a capacidade de fixar o N atmosférico no solo. Dessa forma, a rentabilidade do produtor pode ser incrementada com a adoção do sistema silvipastoril.

As leguminosas fixadoras de N aumentam a disponibilidade deste nutriente pelo retorno ao solo por meio de excreções de animais que as consumiram e também via incorporação de material não consumido ao solo, envolvendo liberação tanto pela parte aérea, como também pelas raízes (Hakala e Jauhiainen, 2007).

A serrapilheira é uma das principais fontes de matéria orgânica no solo, onde ocorre rápida decomposição inicial de material lábil, materiais mais resistentes mais lentamente, em consequência do mecanismo de adsorção, da estabilização de metabólitos e da redução da biomassa no solo (Tauf, 1990).

Por ser sensível às práticas de manejo, a determinação da FL é importante na avaliação da qualidade do sistema de manejo em curto prazo (Gregorich et al., 2006; Jinbo et al., 2007; Rangel & Silva, 2007).

As gramíneas, quando se desenvolvem sob condições de redução da radiação solar incidente, apresentam variações na qualidade e quantidade de forragem e no desenvolvimento morfológico (Humphreys, 1981; Paciullo, 2007a). De acordo com Castro et al. (1999), o sombreamento pode afetar a produção de forragem. A presença do componente arbóreo em SSP normalmente causa redução na produção da forragem de porte herbáceo, devido à redução da luminosidade. Algumas gramíneas, em condições de sombreamento moderado podem manter sua produção quando comparada ao cultivo a pleno sol (Sousa et al., 2010). A presença das árvores em sistema silvipastoril influencia também o valor nutritivo do pasto. A biomassa do componente arbóreo pode melhorar a fertilidade do solo via serrapilheira, aumentar a disponibilidade de nitrogênio para forrageira herbácea, melhorando a qualidade da forragem (Carvalho et al., 2001). Em condições de sombreamento moderado, aumentos no teor de nitrogênio na folha podem proporcionar melhoria no teor proteico da forragem (Paciullo et al., 2007a; Sousa, 2009). O aumento da disponibilidade de nutrientes nos solo, sob sombreamento, pode aumentar não só os teores de proteína bruta, como também os de minerais como cálcio, fósforo e potássio, em comparação com o cultivo a pleno sol (Durr e Rangel, 2000).

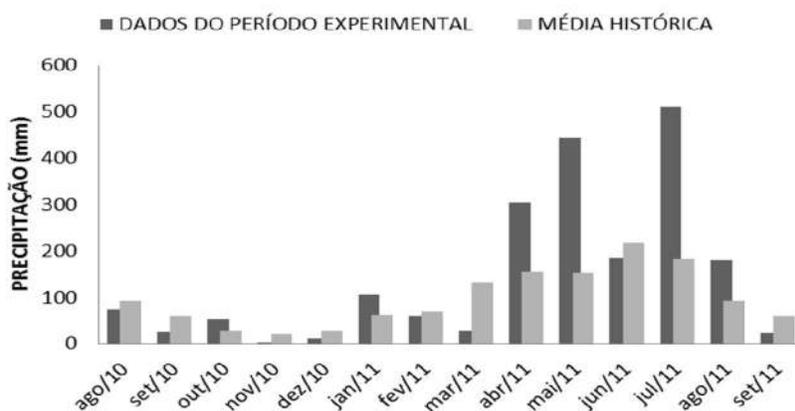
. Em sistema silvipastoril, o conhecimento do gradiente de concentração dentro do arranjo espacial das árvores tem grande importância para o melhor aproveitamento dos benefícios no que se refere ao espaçamento das árvores no ambiente de pastagem. Assim, objetivou-se nesse capítulo identificar as distâncias médias no qual ocorre melhor aproveitamento de duas leguminosas arbóreas dispostas em fileiras duplas na pastagem de *Brachiaria decumben* Stapf. em um sistema silvipastoril no que diz respeito à quantidade

da fração leve da matéria orgânica, produção e o teor de N da forragem/serrapilheira além de avaliar características morfofisiológicas da Braquiária.

### Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Estação Experimental de Itambé, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, localizada na Zona da Mata Norte - PE. O município de Itambé (07° 24' S e 35° 06' W, altitude 190) apresenta precipitação anual média de 1.200 mm, ocorrendo a maior parte das chuvas no período de abril a julho. A temperatura anual média é de 25 °C (CPRH 2003). Os solos predominantes nesta Estação são classificados como Argissolo Vermelho-amarelo tb distrófico, com horizonte A proeminente de textura média/argilosa e o relevo suave ondulado (Jacomine et al, 1973; Embrapa, 2006).

Na figura 1 observa-se a precipitação no período experimental e a média histórica. Os dados foram fornecidos pela estação meteorológica do Instituto Tecnológico de Pernambuco localizada no IPA, aproximadamente a 500 m do local onde foi realizado o experimento. Na tabela 1 apresenta a fertilidade do solo na área experimental antes da introdução das leguminosas arbóreas em 2008.



**Figura 1.** Precipitação pluvial mensal; média histórica e dados durante o período experimental (agosto de 2010 a setembro de 2011) no município de Itambé Zona da Mata de Pernambuco. Fonte: ITEP (2011).

**Tabela 1.** Caracterização do solo da área experimental em 2008 antes da introdução das espécies leguminosas

Profundidade (cm)	pH	P	Na	K	Mg	Ca	Al	H+Al	MO
		mg/dm <sup>3</sup>	mmolc/dm <sup>3</sup>						g Kg <sup>-1</sup>
0-10	5,36 ± 0,29	3,38 ± 1,44	4,83 ± 0,72	0,90 ± 0,59	16,35 ± 6,32	26,79 ± 8,99	2,78 ± 2,14	61,85 ± 8,54	41,47 ± 3,21
10-20	5,26 ± 0,27	1,92 ± 1,21	4,75 ± 0,56	0,77 ± 0,57	18,27 ± 6,22	24,21 ± 7,29	3,6 ± 2,69	63,88 ± 9,62	48,16 ± 6,59
20-40	5,16 ± 0,30	0,83 ± 0,7	4,78 ± 0,48	0,43 ± 0,22	12,9 ± 5,19	20,85 ± 8,75	6,15 ± 5,58	66,03 ± 8,69	41,35 ± 5,73

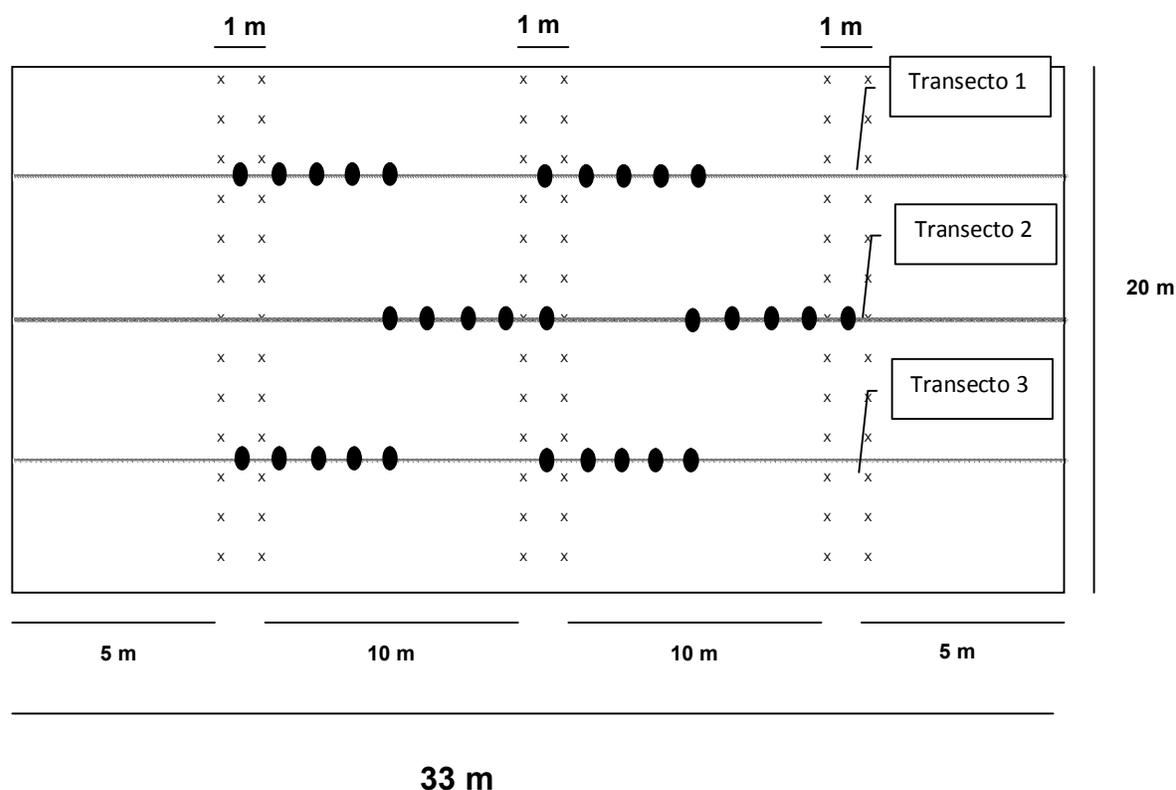
**\*MO= matéria orgânica;**

**Os dados representam as médias ± desvios padrão de quatro blocos.**

A pesquisa foi realizada em pastagem já existente de *Brachiaria decumbens* Stapf., estabelecida no final da década de 80, onde o consórcio com as leguminosas foi estabelecido em julho de 2008. Os tratamentos foram baseados na associação da gramínea com as leguminosas sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) e gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.] Segundo Silva (2011), as plantas foram multiplicadas mediante a preparação de mudas e inoculadas com solução de inoculante específico produzido na UFRPE, com as estirpes recomendadas nacionalmente à época (Sda-Mapa, 2006) e fornecidas pela Embrapa Agrobiologia.

O transplântio foi realizado quando as mudas apresentavam altura média de 12-15 cm. As leguminosas foram plantadas em fileiras duplas com espaçamento de 10 m x 1,0 m x 0,5 m no sentido norte/sul. Diante o baixo consumo pelos animais, as duas espécies arbóreas tiveram crescimento quase sem a interferência dos animais, o que levou as mesmas a atingirem altura aproximada de oito metros. Cada parcela media 660 m<sup>2</sup> (33 m x 20 m), com três filas duplas de leguminosa por parcela. As leituras das variáveis morfofisiológicas e a coleta da vegetação herbácea, serrapilheira e solo foram feitas no centro da fileira dupla das leguminosas (distância zero), e em quatro diferentes pontos que se distanciavam da fileira dupla das leguminosas, ou seja, 1,375; 2,75; 4,125 e 5,5 m de distância desde o centro da fileira dupla das leguminosas até o centro da faixa da gramínea,

objetivando verificar o gradiente de concentração entre as filas duplas e a faixa da gramínea (Figura 2).



● Pontos coletados    x x Fileira dupla de leguminosas arbóreas

**Figura 2.** Sistematização de coleta e medidas da parcela de leguminosas arbustivas consorciadas com *Brachiaria decumbens*.

Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Foi utilizada lotação rotacional, ajustada por meio da massa de forragem, objetivando-se média de pelo menos, 1500 kg/ha de forragem verde seca como média do período de pastejo. O período de permanência dos bovinos em cada parcela foi de três dias e o pastejo ocorreu em dois blocos por vez. O período de descanso foi de 32 dias, com ciclo de pastejo de 35 dias, tendo sido realizados 12 ciclos de pastejo de agosto de 2010 a setembro de 2011. Cada parcela foi cercada individualmente utilizando-se cerca elétrica. Em cada parcela havia bebedouro, saleiro e sombra natural. Os animais experimentais foram novilhas mestiças de holandês/zebu.

Foram realizadas avaliações a cada 35 dias relativos à composição química, biomassa e características morfofisiológicas da gramínea (*Brachiaria decumbens*), composição química e biomassa da serrapilheira, além da fertilidade do solo onde as coletas foram realizadas duas coletas no início e ao final do experimento. Em cada avaliação, a coleta da forragem, serrapilheira e as medições de altura do disco ascendente na planta foram realizadas em três transectos perpendiculares às filas das leguminosas (Figura 2), com 30 medições por parcela, sendo seis medições em cada um dos cinco diferentes pontos de distância da fileira dupla das leguminosas. A altura média da gramínea foi estimada a partir da distância entre o nível do solo e a altura comprimida com um disco de alumínio ascendente com área circular de 0,25 m<sup>2</sup>. Utilizando-se a mesma área do disco e nos mesmos locais onde foram realizadas as medições das alturas, para realizar o corte da forragem rente ao solo, coleta da serrapilheira existente e coleta de amostra de solo.

Para massa de forragem e de serrapilheira foram estimadas em cada distância avaliada e em cada tratamento. Foi considerado como serrapilheira todo material morto e solto da fração aérea das plantas (gramínea e leguminosa arbustiva) presente na superfície do solo. Para cada um dos cinco pontos distais das árvores (0; 1,375; 2,75; 4,125 e 5,5 m), foram coletadas seis unidades amostrais, sendo utilizada a média dessas unidades amostrais para as medidas quantitativas. Após pesagem das 30 unidades amostrais, foram retiradas amostras compostas de cada ponto distal, totalizando cinco amostras compostas por parcela. Essas amostras foram submetidas à pré-secagem, a 65 °C, por 72 horas. Após a pré-secagem, foi realizada a separação para estimar a porcentagem de folha seca e colmo. Essas amostras foram submetidas à trituração em moinhos de faca e armazenadas para posterior análise.

Os teores de matéria seca das amostras de forragem e serrapilheira foram determinados após a secagem do material na estufa a 105 °C, por 24h e os teores de

matéria orgânica foram determinados após a combustão, a 600 °C, por 3 horas, conforme Bezerra Neto e Barreto (2004). Os teores de N total foram estimados no material vegetal após digestão das amostras em ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), segundo Thomas et al. (1967).

Para avaliar a intensidade do verde nas folhas da gramínea *Brachiaria decumbens* utilizou-se o medidor portátil SPAD-502 (*Soil and Plant Analysis Development*), que possibilita quantificar a intensidade do verde das folhas através da transmissão de luz em 650 nm (onde ocorre a absorção de luz) e a 940 nm (onde não ocorre a absorção de luz). As leituras com o SPAD foram realizadas em três lâminas de folha completamente expandida com a lígula exposta, sendo consideradas três leituras por folhas, na base, no meio e no ápice da folha, tendo-se o cuidado de evitar a nervura central, totalizando assim, nove leituras em cada ponto distal.

Durante os 12 ciclos de pastejo nos dias referentes ao pré e pós-pastejo foram estimados os índices de área foliar (IAF) no meio da fileira dupla das árvores (distância zero) e em 4 pontos se distanciando das leguminosas arbóreas, sendo utilizado o analisador de dossel LAI 2000 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA) (Welles e Norman, 1991). As avaliações foram realizadas na *Brachiaria decumbens* a cada ciclo, ao amanhecer (5h00) ou ao entardecer (17h00). Em cada fileira dupla de leguminosa realizou-se leituras em cinco pontos que variavam sistematicamente do centro da fila dupla ao centro da faixa de gramínea, somando três repetições.

As amostras de solo foram retiradas com o auxílio de trado holandês, nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm, no início e no final do experimento, onde para cada distância em estudo dentro das unidades experimentais, foram coletados seis pontos, com três subamostras por ponto, formando uma amostra composta para cada distância e profundidade avaliada.

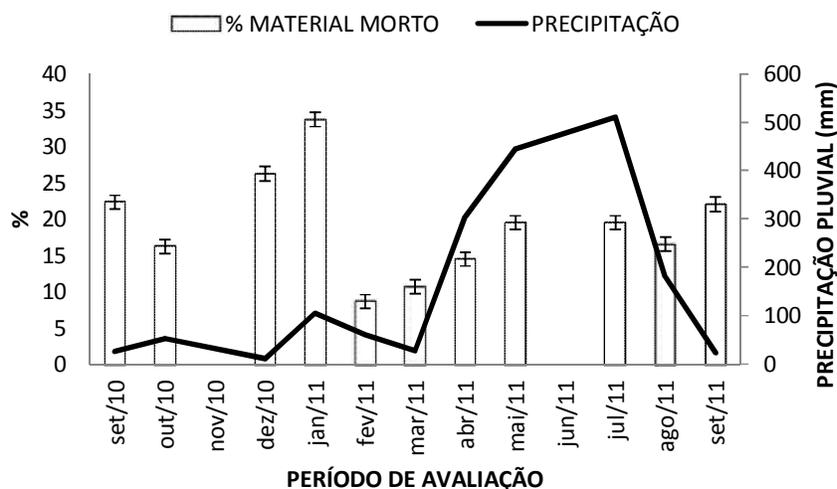
As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional SAS (SAS Inst. Inc., 1999). Os dados foram analisados como parcelas subdivididas em faixas e medida repetida no tempo, utilizando o Proc Mixed. As leguminosas, pontos distais e ciclos de pastejo, bem como suas interações, foram considerados efeitos fixos. Blocos e suas interações com os efeitos fixos foram considerados efeitos aleatórios. Foi utilizado o procedimento 'repeated' do SAS para análise da medida repetida no tempo. Médias de avaliações e espécies foram comparadas utilizando o PDIFF ajustado para Tukey, sendo as médias consideradas diferentes quando  $p < 0,05$ . Para dados quantitativos (pontos distais), quando significativos, foi realizado contraste ortogonal polinomial para verificar efeito linear ou quadrático. Os dados referentes à fertilidade do solo foram submetidos à análise de variância utilizando-se os dados do início do experimento como co-variáveis, em relação aos dados finais, para minimizar o efeito da variabilidade inicial na área estudada. As médias foram comparadas pelo procedimento PDIFF do SAS, por meio de contraste ortogonal ajustado para Tukey para comparação de espécies forrageiras e distâncias das árvores em cada camada de solo, ao nível de 5% de probabilidade.

### **Resultados e Discussão**

A proporção de material morto na vegetação herbácea foi influenciada ( $P < 0,01$ ) apenas pelo período de avaliação (Figura 3). As espécies arbóreas e as diferentes distâncias das árvores estudadas não influenciaram a proporção de material morto, o que pode ser um indicativo de que o sombreamento não acelerou o processo de senescência da *Brachiaria decumbens*, ou que o período experimental avaliado não foi suficiente para que isso ocorresse. O elevado déficit hídrico, ocasionado pela baixa precipitação nos meses de agosto a dezembro de 2010 (Figura 1), pode ter contribuído para uma

maior proporção de material morto nos meses de dezembro/2010 e janeiro/2011 (Figura 3).

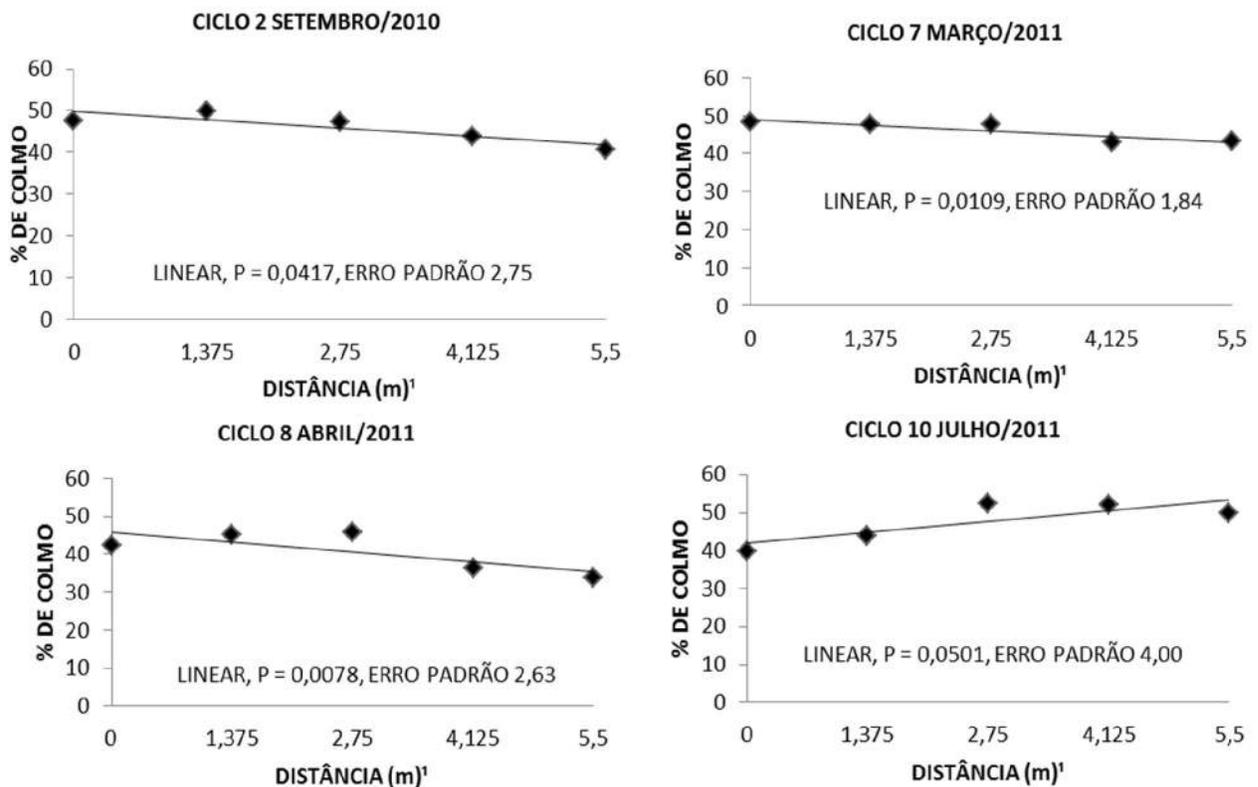
De acordo com Reich et al. (1991), as espécies tolerantes a sombra mantêm suas folhas verdes por um período mais longo e aumentam seu potencial de retorno fotossintético para compensar a redução da radiação incidente, apresentando, assim, maior longevidade das folhas. Sendo assim, com as folhas permanecendo verdes por mais tempo, houve menor renovação do material, resultando em menor massa de material morto.



**Figura 3.** Porcentagem de material morto em pastagem de *Brachiaria decumbens* em um SSP e precipitação pluvial (mm) na Zona da Mata de Pernambuco

A porcentagem de colmo foi afetada pela interação distância x período de avaliação ( $P \leq 0,05$ ), com resposta linear ( $P \leq 0,05$ ) ao aumento da distância das árvores. A porcentagem de colmo diminuiu com o aumento da distância da fileira dupla das árvores, sendo observados 33,8% de colmo no mês de abril/2011, a uma distância de 5,5m das árvores (Figura 4). É provável que o aumento da distância das árvores diminua o efeito de sombreamento fazendo com que as plantas possam aumentar sua capacidade fotossintética e com isso produzir mais folhas reduzindo a quantidade de colmo.

Em julho/2011 observou-se aumento na porcentagem de colmo quando aumentou à distância das árvores, diminuindo a porcentagem de folha (Figura 4). Isso possivelmente ocorreu pelo fato de, nesse mesmo mês, ter sido verificado o maior índice de precipitação durante o período experimental (Figura 1), podendo ter ocorrido um maior acúmulo de água no solo, proporcionando um ambiente favorável para as plantas iniciarem a recomposição da área foliar. Os demais períodos de avaliações não apresentaram um padrão definido, resultando na ausência de significância ( $P < 0,05$ ) dos modelos linear e quadrático, não sendo apresentados na Figura 4.



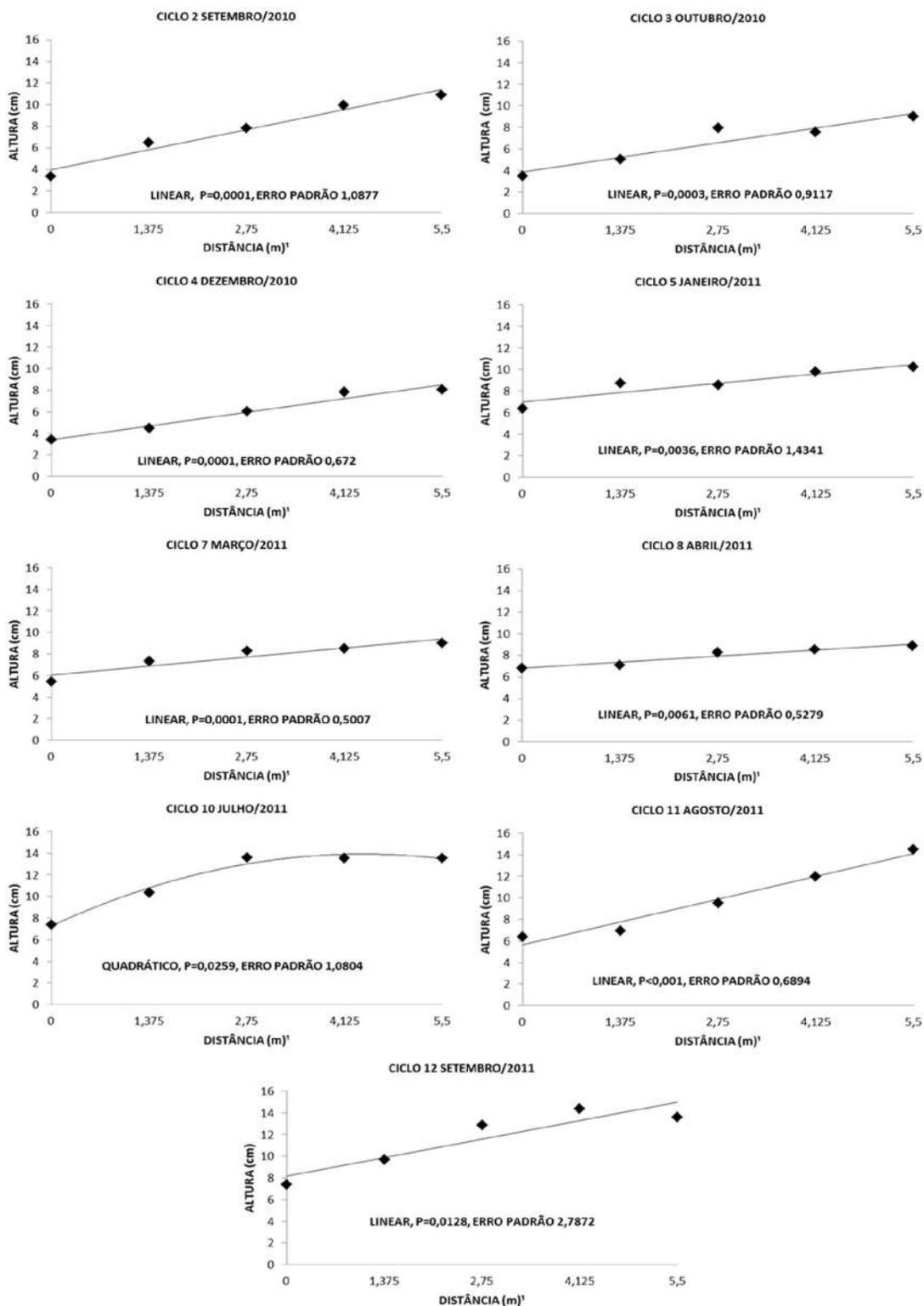
**Figura 4.** Porcentagem de colmo de *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em SSP's na zona da mata de Pernambuco.

<sup>1</sup> Em relação às árvores.

A altura do dossel foi influenciada pela interação distância x período de avaliação ( $P < 0,05$ ). A altura da *Brachiaria decumbens* aumentou de forma linear e

quadrática ( $P < 0,05$ ) com o aumento da distância das árvores, ocorrendo maior altura do dossel a 5,5 e 2,75 m de distância das árvores, respectivamente (Figura 5).

As fileiras duplas das árvores no sentido norte/sul podem ter proporcionado redução da quantidade de luz propagada ao longo do perfil do dossel, reduzindo a incidência de luz nas plantas localizadas mais próximas das árvores. Dessa maneira, a altura das plantas atuou na mesma direção que o IAF, aumentando com o aumento da distância das árvores. Fagundes (1999) relatou que, de maneira geral, pastos com maiores alturas apresentam maiores valores de IAF como verificado neste trabalho (Figura 6). Geralmente, plantas mais altas possuem folhas mais eretas, permitindo melhor distribuição de luz no dossel, gerando melhor eficiência na sua utilização e maiores valores de IAF. As maiores alturas na *Brachiaria decumbens* foram verificadas a 5,5 m de distância das árvores, variando entre os ciclos entre 8,08 a 14,5 cm. Segundo Paciullo (2011), nas áreas sob a copa das árvores, o crescimento da forrageira pode ser limitado por mudanças na qualidade de luz ou por competição por água com árvores, entre outros fatores. O padrão de comportamento da *Brachiaria decumbens* durante os diferentes períodos de avaliação pode ser resultante das maiores disponibilidade dos fatores de crescimento, tais como temperatura, umidade do ar e do solo nos períodos de maior precipitação e radiação fotossinteticamente ativa. Segundo Kramer (1983), plantas sob déficit hídrico sofrem mudanças em sua anatomia, fisiologia e bioquímica, com intensidade que depende do tipo de planta e do grau de duração do déficit hídrico. Um dos efeitos do déficit hídrico apresentado pela planta é a redução da taxa de alongação foliar, podendo refletir na altura do dossel forrageiro. Os demais períodos de avaliação não apresentaram um padrão definido, resultando na ausência de significância ( $P < 0,05$ ) dos modelos linear e quadrático, não sendo apresentados na Figura 5.



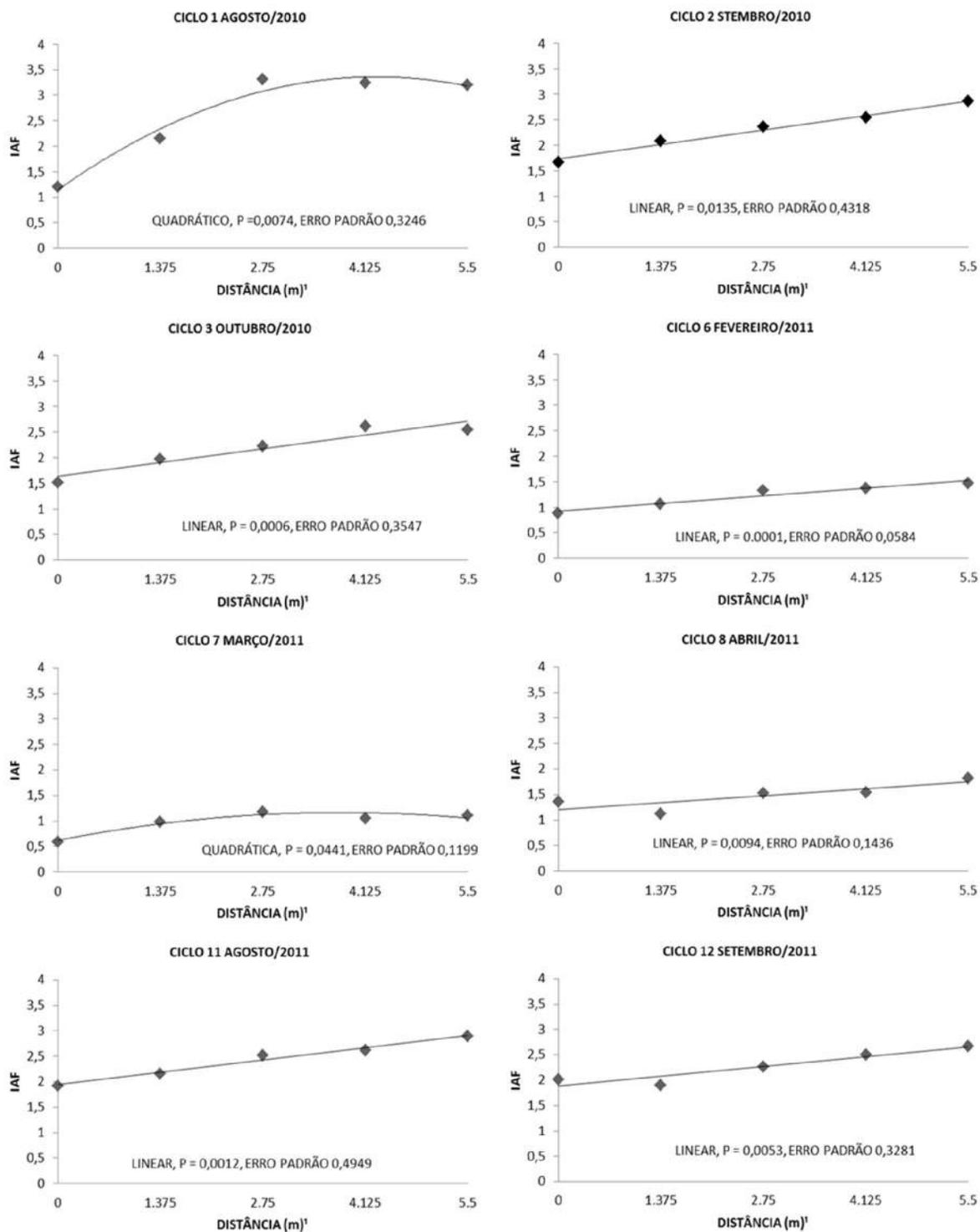
**Figura 5.** Altura do disco ascendente na *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em um SSP na zona da mata de Pernambuco.

<sup>1</sup> Em relação às árvores.

O Índice de Área Foliar (IAF) foi influenciado pela interação distância x período de avaliação ( $p < 0,05$ ). Foi observado efeito linear e positivo ( $p < 0,05$ ) sobre o IAF, que aumentou ao se distanciar das árvores. Maiores índices foram observados a 5,5 m de distância das árvores, todavia, houve variação nos diferentes ciclos de pastejo, com IAF variando de 1,47 a 2,89. Em agosto de 2010 foi observado efeito quadrático, com plantas com maior IAF a 2,75 m (3,31) e posterior queda do IAF a 5,5 m (1,18). Em março de 2011 ocorreu um comportamento semelhante, com o pasto com maior IAF aos 2,75 m (3,2) do que aos 5,5 m (1,1) (Figura 6). O aumento linear do IAF do pasto à medida que aumentou a distância da copa das árvores era esperado, uma vez que aumentando a distância das árvores, é provável que diminua o sombreamento, aumentando, por consequência, a densidade de plantas e área foliar por área de solo.

Os menores valores de IAF do pasto nos meses de fevereiro e março de 2011 podem ter ocorrido devido ao longo período de estiagem (Figura 1). Um dos efeitos primários de deficiência hídrica é uma redução na taxa de alongação foliar, a valores de potencial hídrico que não afetam as taxas de fotossíntese. Dessa forma, mesmo uma deficiência hídrica moderada pode afetar a produtividade fotossintética do pasto, via redução do IAF, sem redução da condutividade estomática (Hsaio et al., 1976).

O IAF é uma medida estrutural importante para caracterizar a interceptação luminosa e o potencial de produção de plantas em diferentes ambientes (Hikosaka, 2005). A redução na intensidade luminosa e alterações na qualidade da luz sobre as árvores reduz o perfilhamento e, conseqüentemente, diminuem o IAF de gramíneas (Peri et al., 2007). Nos demais períodos de avaliação não apresentados na Figura 6, as diferenças não apresentaram um padrão definido, resultando na ausência de significância ( $P < 0,05$ ) dos modelos linear e quadrático.



**Figura 6.** Índice de Área Foliar (IAF) em pastagem de *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em SSP's na Zona da Mata de Pernambuco.

<sup>1</sup> Em relação às árvores.

O teor de N na biomassa da forragem de *Brachiaria decumbens* variou significativamente ( $P < 0,05$ ). Foi observado efeito da interação distância das árvores x período de avaliação, não tendo sido observado efeito das diferentes leguminosas ( $P < 0,05$ ), que pode ter ocorrido devido a essas duas espécies arbóreas pertencerem à mesma família, ambas capazes de fixar simbioticamente o N atmosférico. O teor de N reduziu linearmente com o aumento da distância das árvores ( $P < 0,10$ ). Os valores mínimos de N (1%) foram verificados em outubro de 2010, a 4,125 e 5,5 m de distância das árvores. Nos períodos de maio e julho de 2011 verificou-se efeito quadrático, com os menores teores de N (1,63%) nas plantas localizadas a distância de 5,5 m das árvores. Em maio e julho/2011 observaram-se menores valores no pasto a 2,75 e 5,5 m de distância das árvores, ambos com 1,66 % de N (Figura 7).

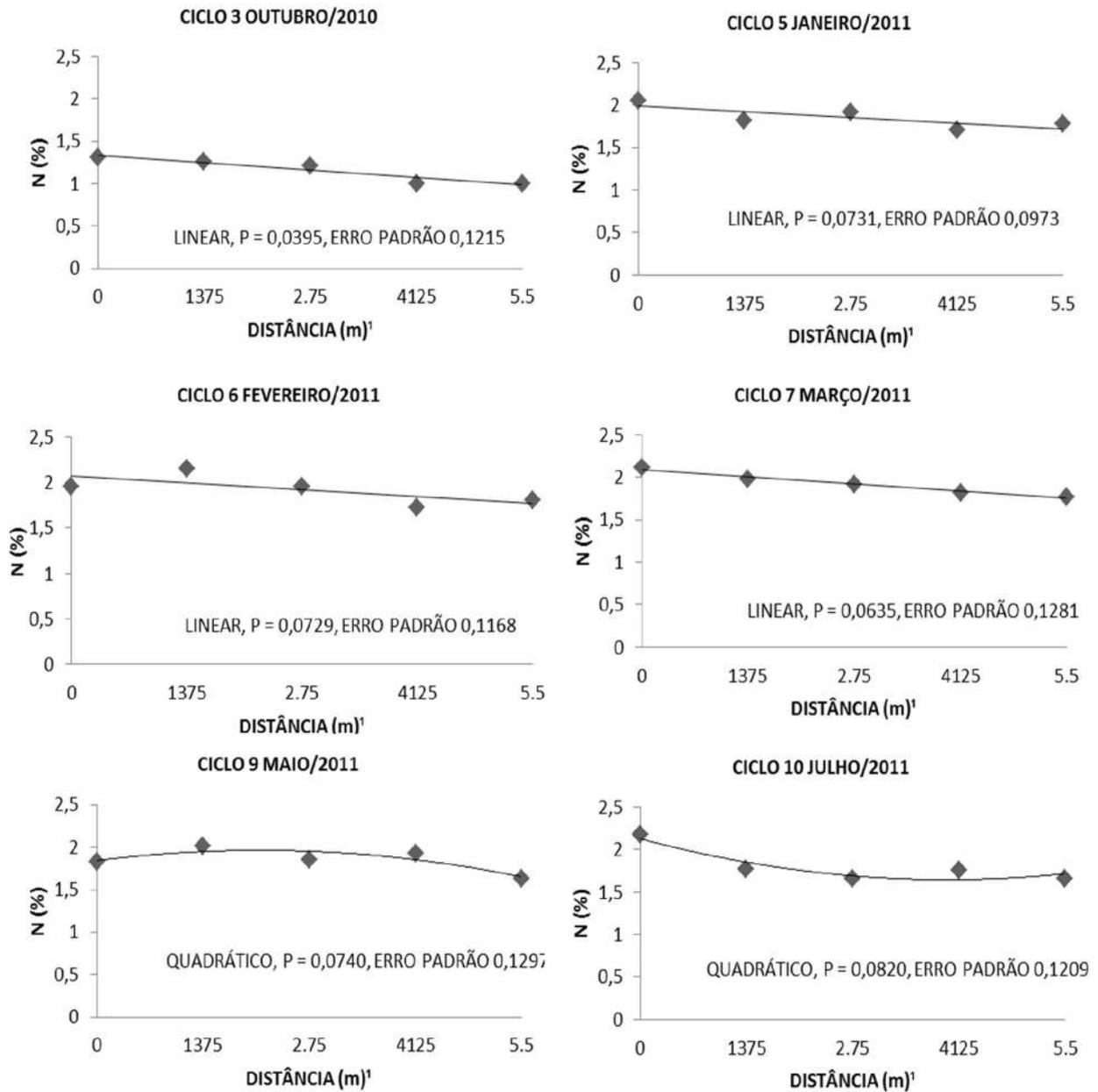
O sombreamento natural proporcionado pelas leguminosas, a maior quantidade de serrapilheira (Figura 11), maior teor de N na serrapilheira (Figura 10) e maior quantidade de fração leve da matéria orgânica (Tabela 2) próximos às árvores pode ter influenciado no aumento da degradação da matéria orgânica e da reciclagem de N no solo, aumentando, assim, o maior fluxo de N próximo das árvores. Roscoe e Machado (2002) afirmam que o único mecanismo de proteção da fração leve livre da matéria orgânica é a recalcitrância dos seus materiais constituintes, o que a torna mais disponível para a microbiota do solo, e conseqüentemente, mais sensível para detectar modificações na MOS,

O aumento do teor de N mais próximo das árvores pode também estar relacionado ao menor porte das plantas sombreadas, não ocorrendo efeito de diluição devido ao crescimento da planta. Segundo Sousa (2009), nessas condições, as forrageiras tendem a ser mais jovens fisiologicamente, prolongando a fase vegetativa

juvenil e apresentando a manutenção dos níveis metabólicos mais rápidos, por maior período de tempo.

O aumento de N próximo às árvores ainda pode ser explicado por conta do efeito de diluição do nutriente a partir do momento que o corre o crescimento do pasto, medido pela altura comprimida do dossel como mostra a figura 5, e maior concentração nas plantas com menor altura. Kephart & Buxton (1993) argumentaram que o reduzido tamanho da célula, com a manutenção da quantidade de nitrogênio mais ou menos constante por célula, pode resultar em aumento da concentração de nitrogênio.

Nos demais períodos de avaliações não apresentados na Figura 7, as diferenças não apresentaram um padrão definido, resultando na ausência de significância ( $P < 0,05$ ) dos modelos linear e quadrático.



**Figura 7.** Teor de N-total na *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias de leguminosas forrageiras arbóreas em SSP's na Zona da Mata de Pernambuco.

<sup>1</sup> Em relação às árvores.

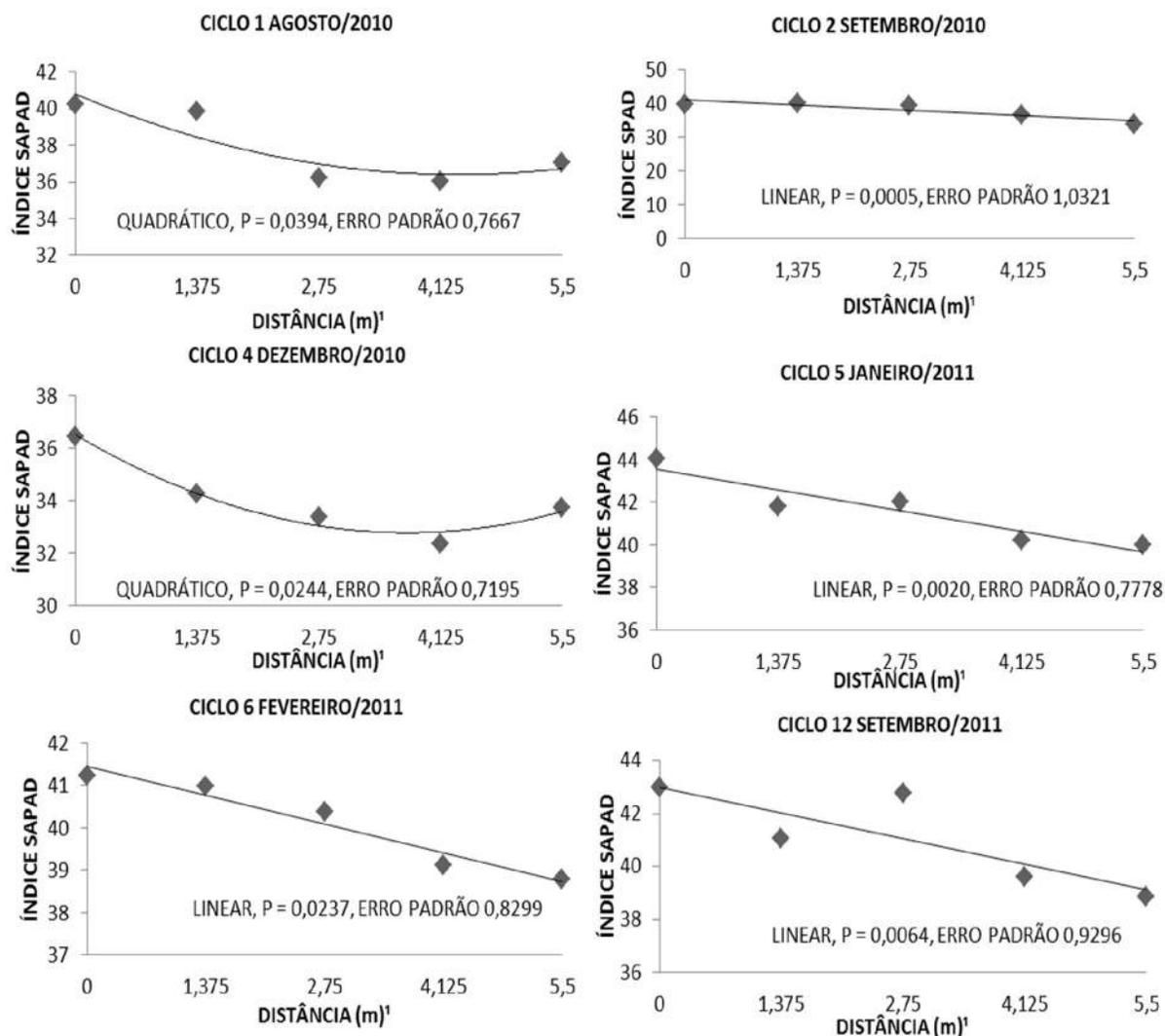
O índice SPAD das folhas de Braquiária diminuiu de forma linear ( $P < 0,05$ ), à medida que aumentava as distâncias das plantas da fileira dupla das árvores, variando com os diferentes períodos de avaliação (Figura 8). Assim, quanto mais próximo das árvores, maior foi o índice SPAD das folhas. Os maiores valores do índice SPAD foram

observados nas plantas localizadas a distância zero (entre a fileira dupla das leguminosas), variando de 44,02 a 36,46 em janeiro/2011 e dezembro/2010, respectivamente. Os baixos índices pluviométricos ocorridos nos meses de novembro e dezembro de 2010 (Figura 1) podem ter influenciado o menor índice SPAD (36,46) nas plantas entre a fileira dupla das leguminosas. Os menores índices SPAD encontrados foram a 5,5 m de distância das árvores, com exceção dos ciclos ocorridos em agosto e dezembro/2010, que apresentaram efeito quadrático, com os menores valores SPAD a 4,125 m de distância das árvores (Figura 8).

A diminuição do índice SPAD das folhas de *Braquiária* com o aumento da distância das leguminosas pode ter ocorrido devido à implantação das árvores no sentido norte/sul, o qual pode ter proporcionado diferentes níveis de luminosidade na *Brachiaria decumbens*.

Trabalhando com *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria dictyoneura*, em oito níveis de sombreamento, Oliveira (2008) encontrou relação linear significativa entre o teor relativo de clorofila e os diferentes níveis de sombreamento, com coeficiente de determinação de 92,7%. O autor constatou acréscimo de 0,17 % nos valores do SPAD para cada 1% de aumento do nível de sombreamento a partir do nível zero até o nível estudado para as gramíneas estudadas, indicando que os maiores valores de SPAD são encontrados nos ambientes com maior nível de sombreamento.

Outro fator que pode ter influenciado o maior Índice SPAD na gramínea sob a copa das árvores é a atuação das leguminosas arbóreas fixadoras de N no solo. Parmejiani (2012), avaliando o índice SPAD em gramínea sob copa de 37 espécies arbóreas e a sol pleno, verificou que das 11 espécies arbóreas que se destacaram, nove eram leguminosas fixadoras de N que apresentaram valor médio de índice SPAD de 41,7, sob leguminosas não fixadoras 38,1, não leguminosas 39,0, e sob palmeiras 38,1.

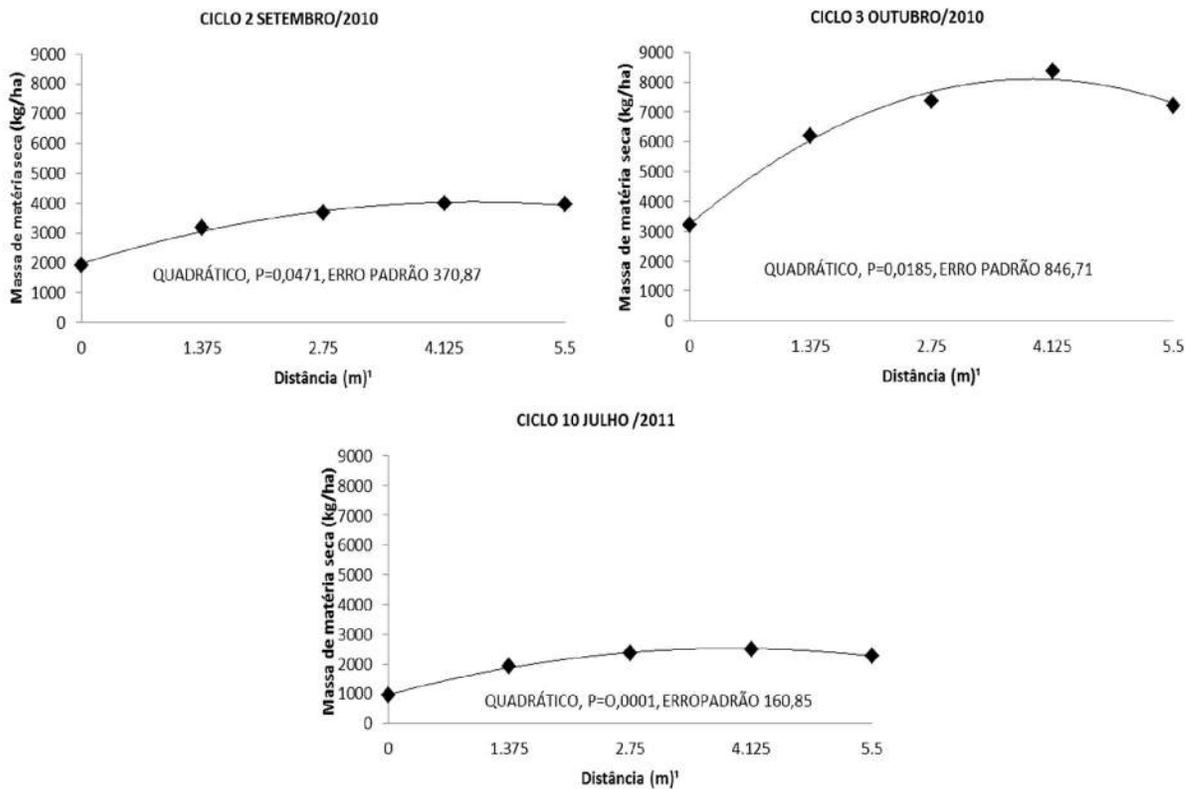


**Figura 8.** Índice SPAD na *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em SSP's na zona da mata de Pernambuco.

<sup>1</sup> Em relação às árvores.

A massa de forragem apresentou interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre o período de avaliação e os diferentes pontos de distância das árvores. Foi verificado efeito quadrático, onde a maior produção foi constada a 4,125 m de distância das árvores, variando entre 2498 a 8376 kg de MS/ha entre os períodos de avaliação (Figura 9). A menor massa de forragem foi verificada no centro da fileira dupla das árvores, variando entre 940 a 3213 kg de MS/ha (Figura 9). A redução da biomassa das árvores pode ter ocorrido devido ao sombreamento natural das árvores ou algum outro fator

desfavorável como competição por água ou nutrientes no solo entre a gramínea e as leguminosas arbóreas. Paciullo et al. (2007b) relataram que em condições de sombreamento natural, quando a percentagem de sombreamento era 65%, houve redução na biomassa de forragem e após um desbaste seletivo de algumas árvores de eucalipto, as pastagens não sombreadas e sombreadas, não apresentaram diferenças significativas na biomassa de forragem. Os demais períodos de avaliações não apresentaram um padrão definido resultando na ausência de significância ( $P < 0,05$ ) dos modelos linear e quadrático, não sendo apresentados na Figura 9.



**Figura 9.** Massa de matéria seca da *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias de leguminosas forrageiras arbóreas em SSP's na zona da mata de Pernambuco.

<sup>1</sup> Em relação às árvores.

Na quantificação do teor de N total da serrapilheira existente foi constatada interação tripla significativa ( $P < 0,05$ ) entre as espécies arbóreas, distâncias avaliadas e

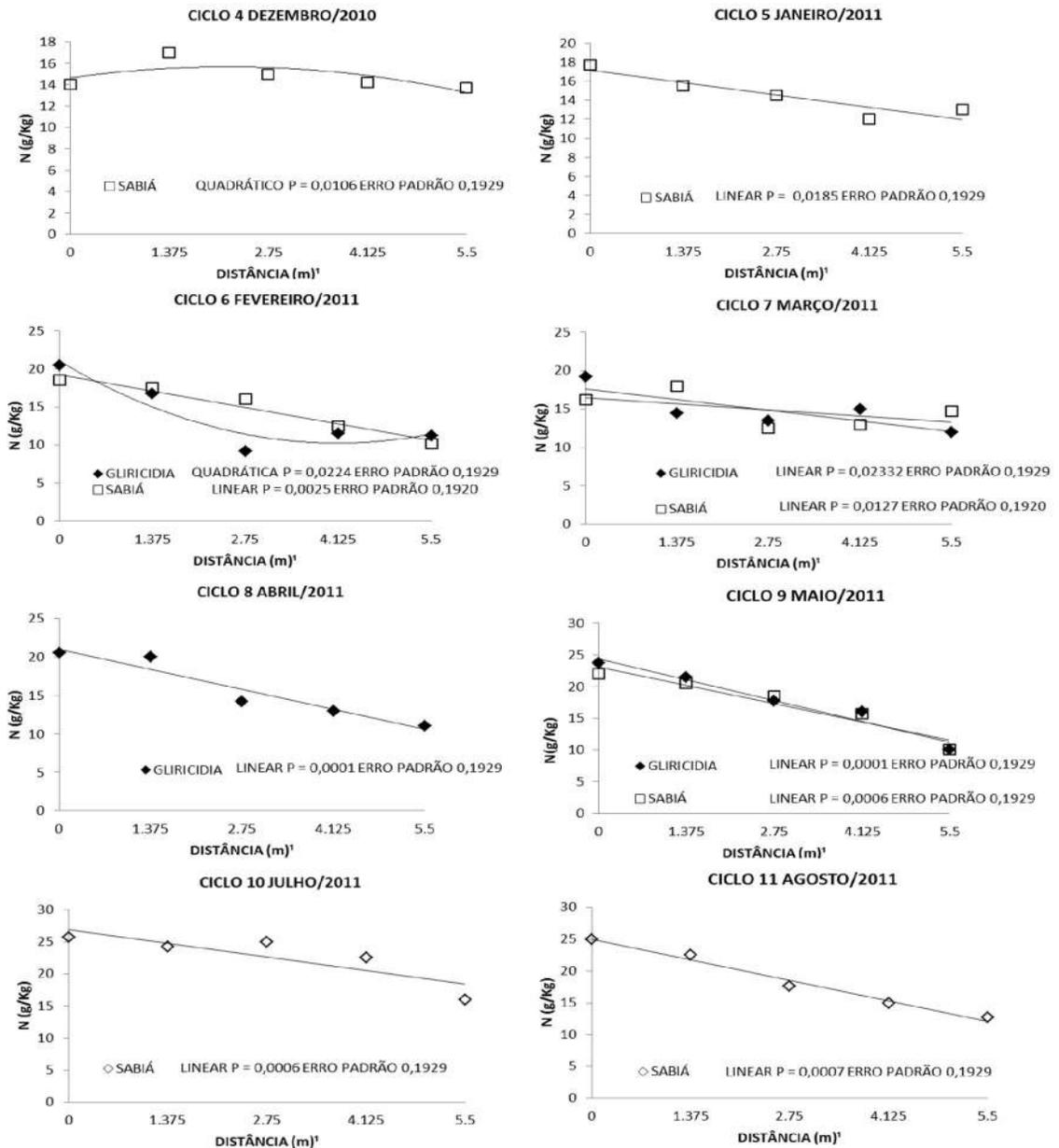
os períodos de avaliação (Figura 10). A tendência linear evidencia que o aumento da distância das árvores causou redução do N (g/kg) da serrapilheira para ambas as espécies arbóreas. No tratamento com Gliricídia, o maior teor de N foi observado na serrapilheira coletada no mês de julho/2011, com valores de 25,7 g/kg de serrapilheira (Figura 10), enquanto no tratamento com o Sabiá, o maior teor de N da serrapilheira foi de 23,7 g/kg no mês de maio/2011 (Figura 10). Essa maior quantidade de N pode ter sido influenciada pela maior deposição de serrapilheira que ocorreu nesse período. Estas espécies, especialmente o Sabiá, são conhecidas por depositarem grande quantidade de serrapilheira ao solo, onde as maiores deposições ocorrem entre março e julho (Andrade et al., 2000; Freire et al., 2010a).

Tanto na Gliricídia como no Sabiá, os maiores valores de N-total na serrapilheira foram encontrados entre a fileira dupla das leguminosas e os valores mais baixos foram verificados a 5,5 m das árvores (Figura 10). Pode-se observar efeito quadrático para o teor de N na serrapilheira do tratamento Sabiá no mês de dezembro/2010, onde foi verificado o maior valor de N (17 g/kg) a 1,37 m de distância, e menor teor no meio da fileira dupla de Sabiá (0 m de distância) e a 5,5 m de distância, com teores de 14 e 14,2 g N/kg, respectivamente (Figura 10). No tratamento com Gliricídia observou-se o mesmo efeito de regressão, porém apresentando menor teor de N (9,2 g/kg) a 2,75 m de distância das árvores (Figura 10).

Em concordância com os resultados encontrados no presente trabalho, Carvalho et al. (2001) também verificaram que a ocorrência de espécies leguminosas arbóreas resultou em aumentos no teor de N nas folhas verdes das gramíneas e na serrapilheira, nas áreas de influência das árvores. Deve-se ressaltar que espécies arbóreas como Sabiá e Gliricídia mantêm simbiose com *Burkholderia sp.* e *Rhizobium sp.*, respectivamente (Binde et al., 2009), e segundo Balieiro et al. (2004), as leguminosas contribuem para o

aumentar o aporte de nitrogênio na serrapilheira e conseqüentemente a mineralização desse nutriente.

Os demais períodos de avaliações não apresentaram um padrão definido, resultando na ausência de significância ( $P < 0,05$ ) dos modelos linear e quadrático, não sendo apresentados na Figura 10.

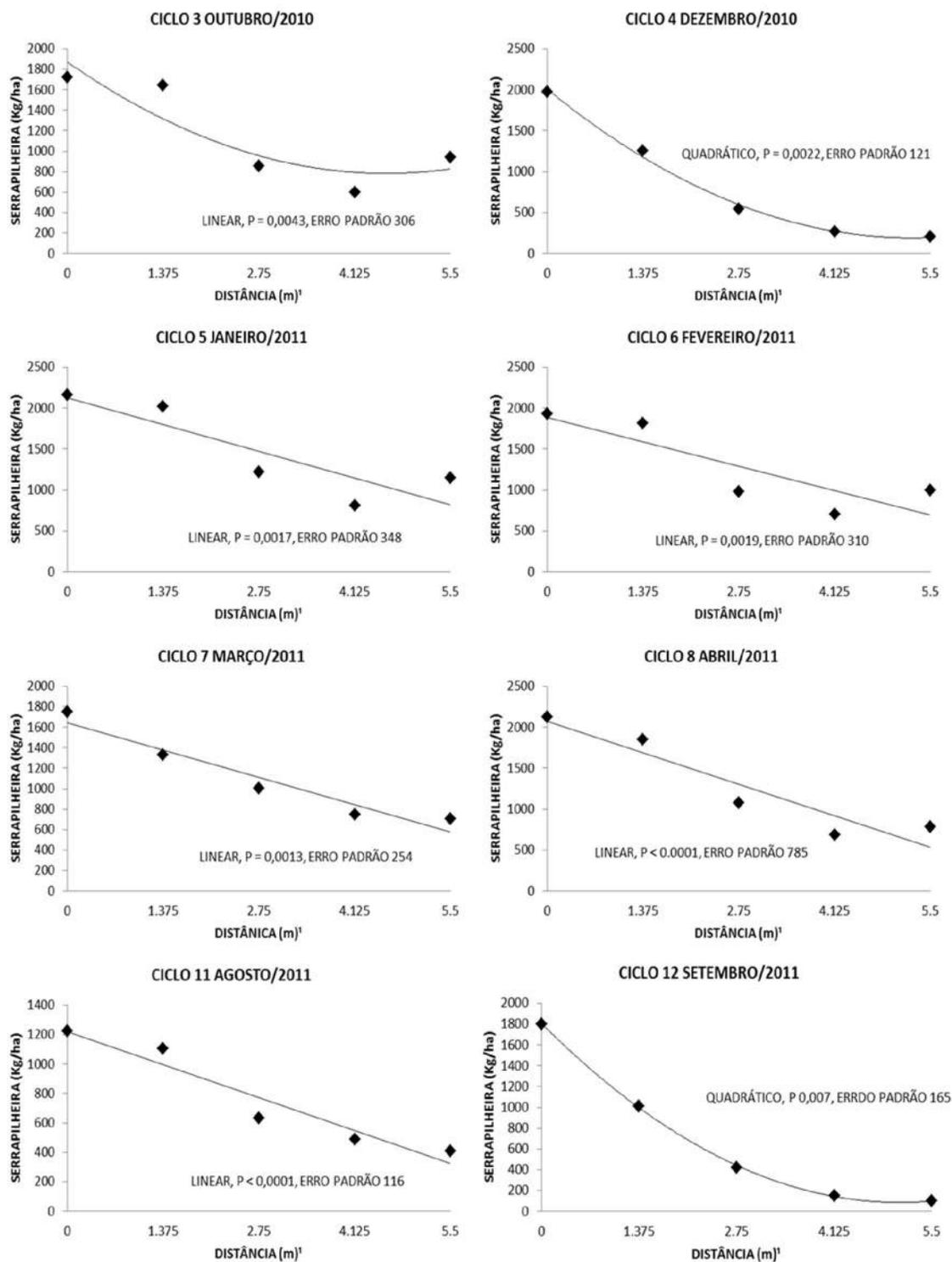


**Figura 10.** N-total da serrapilheira (gramínea e leguminosa) em pastagem de *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em um SSP na zona da mata de Pernambuco.

<sup>1</sup> Em relação às árvores.

A distribuição da quantidade de serrapilheira diferiu, significativamente ( $P = 0,0002$ ), entre as distâncias estudadas e os períodos de avaliação. Entre os períodos de avaliação, cinco apresentaram efeito linear e três efeitos quadráticos (Figura 11). Os demais períodos de avaliações não apresentaram um padrão definido, resultando na ausência de significância ( $P < 0,05$ ) dos modelos linear e quadrático, não sendo apresentados na Figura 11. A maior quantidade de serrapilheira foi distribuída entre a fileira dupla das leguminosas (distância 0), as médias variaram entre 1224 e 2164 Kg/há. Enquanto a menor produção de maneira geral foi constatada a 5,5 m de distância das árvores variando entre 100 e 940 Kg/ha de serrapilheira.

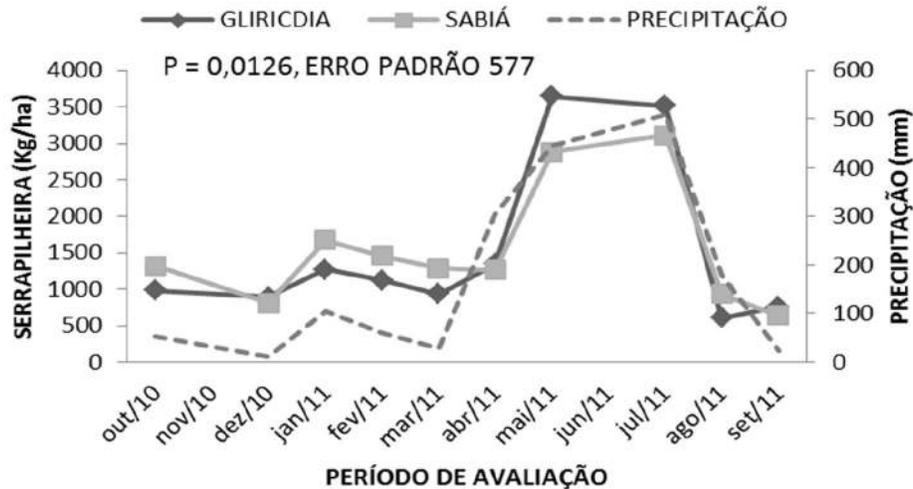
Ferreira et al. (2007) encontraram no bosque de sabiá em Itambé, Pernambuco, (na mesma estação experimental do presente trabalho) deposição de 1.624 kg/ha/ mês de serrapilheira no mês de outubro, período em que as plantas perderam suas folhas com o começo da escassez de água, com deposição anual de 7.830 kg/ha de serrapilheira.



**Figura 11.** Produção de serrapilheira (gramínea e leguminosa) em pastagem de *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em um SSP na zona da mata de Pernambuco. <sup>1</sup> Em relação às árvores.

A quantidade de serrapilheira também variou significativamente ( $P = 0,0126$ ) entre os tratamentos e os períodos de avaliação. No período de maio a julho ocorreu maior deposição de serrapilheira, que pode ter sido influenciado pela maior pluviosidade nesse período com médias de 3644 e 3518 para Glircídia nos meses de maio e julho de 2011 e média de 2881 e 3114 no mesmo período para o Sabiá (Figura 12). Um dos fatores que desencadeia na maior quantidade de serrapilheira no período chuvoso são os danos provocados no período de baixa precipitação.

Sampaio et al. (1988) destacaram a sazonalidade influenciando a produção de serrapilheira nas regiões tropicais no ecossistema mata atlântica. A sazonalidade na produção de serrapilheira tem sido relacionada às características climáticas do ambiente estudado (SPAIN, 1984). Britez et al. (1992) em suas pesquisas vem contribuir para esta questão, onde os pesquisadores, ao correlacionarem a maior queda durante a primavera, com o aumento da pluviosidade e da temperatura, à presença de espécies decíduas e a formação de geadas. Freire et al. (2010) trabalhando em bosque de Sabiá no município de Itambé-PE encontrou maior deposição de serrapilheira no período de março a julho, fato relacionado a maior pluviosidade onde nesse período as plantas rebrotaram e sobre uma breve estiagem, perderam novamente suas folhas, e no mês de dezembro ocorreu menor deposição de serrapilheira, sendo o mês índice pluviométrico. As espécies arbóreas, em destaque o sabiá, depositam grande quantidade de serrapilheira ao solo, onde as maiores deposições ocorrem entre março e julho (Andrade et al., 2000; Freire et al., 2010)



**Figura 12.** Produção de serrapilheira (gramínea e leguminosa) em pastagem de *Brachiaria decumbens* a cinco distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em um SSP na zona da mata de Pernambuco.

Os dados de fração leve da matéria orgânica (MOL) em SSP com a espécie Gliricídia apresentaram efeito quadrático ( $P = 0,0002$ ) nos diferentes pontos de distância das árvores (Tabela 2). A maior e a menor quantidade de MOL foram encontradas a 2,75 e 5.5 m (0,077 e 0,035 g/50g de solo, respectivamente) de distância da fileira dupla das árvores respectivamente (Tabela 2). O SSP com Sabiá apresentou efeito linear ( $P = 0,0002$ ) com relação às distâncias das árvores. A maior quantidade de MOL foi encontrada a 1,37 m das árvores (0,113 g/50g de solo). Assim como o consórcio com a Gliricídia a menor quantidade de MOL foi encontrada a 5,5 m das árvores (0,052 g/50g de solo) (Tabela 2).

As variações nas quantidades das frações leves são resultantes da adição dos resíduos vegetais ao solo. A menor quantidade de MOL a 5,5 m de distância das árvores é um indicio de que as folhas das árvores influenciaram para uma maior quantidade de MOL próxima às suas copas. Assim como as folhas das árvores, é provável que a serrapilheira proveniente do sub-bosque também influenciou para maior quantidade de MOL encontrada a 2,75 e 1,37 m de distância das árvores para os

consórcios com Gliricídia e Sabiá, respectivamente, tendo em vista que entre a fileira dupla das árvores (distância 0) foi encontrado menor massa de matéria seca da *Brachiaria decumbens* (Figura 9). Segundo Christensen (1992), a fração leve é sensível às flutuações de entrada da liteira, um indicativo da variabilidade espacial e sazonal.

**Tabela 2.** Fração leve da matéria orgânica (g/50g) do solo em profundidade de 0-10 cm a cinco distâncias das leguminosas forrageiras arbóreas em SSP's na zona da mata de Pernambuco.

<b>Distância (m)</b>	<b>Gliricídia</b>	<b>Sabiá</b>	<b>P</b>
0	0,046	0,094	0,0310
1,375	0,068	0,113	0,0401
2,750	0,077	0,078	1,0000
4,125	0,045	0,067	0,6575
5,5	0,035	0,052	0,8638
Erro padrão	0,008	0,008	–
Efeito (Probabilidade)	Q ( $P = 0,0056$ )	L ( $P = 0,0002$ )	–

A fração leve da matéria orgânica, em SSP com a Gliricídia foi menor em 24 e 41% da observada em SSP com o Sabiá para as profundidades de 10-20 e 20-40 cm, respectivamente, onde o Sabiá apresentou média de 0,059 e 0,064 g/50g de solo em quanto a Gliricídia apresentou 0,045 e 0,038 g/50g de solo para as camadas 10-20 e 20-40, respectivamente.

A maior deposição de MOL no sistema silvipastoril com o uso de Sabiá pode ter sido influenciada pela maior deposição serrapilheira depositada por essa espécie em algumas épocas do ano como mostra a figura 11. Costa et al. (2004) observaram uma deposição anual de 3,3 Mg ha ano-1 na gliricídia e 8,8 Mg ha ano-1 no sabiá, o que sugere maiores acúmulos de serrapilheira existente para o sabiá. Silva (2010), trabalhando na mesma área experimental do presente encontrou analisando a quantidade de serrapilheira

encontrada considerando as proporções dessas leguminosas, as contribuições seriam 0,44 e 1,56 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente para gliricídia e sabiá, confirmando a superioridade do sabiá.

**Tabela 3.** Fração leve da matéria orgânica do solo nas profundidades de 10-20 e 20-40 cm em pastagem de *Brachiaria decumbens* em um SSP na Zona da Mata de Pernambuco.

Tratamento	Fração leve da matéria orgânica (g/50g)	
	10-20 cm	20-40 cm
Gliricidia	0,045 b	0,038 b
Sabiá	0,059 a	0,064 a
Erro Padrão	0,004	0,005
Efeito de tratamento	P = 0,0612	P = 0,0256

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As variáveis analisadas, com exceção da quantidade de material morto, foram influenciadas pelas leguminosas arbóreas, aumentando ou reduzindo os valores conforme a distância das árvores, confirmando assim a hipótese deste trabalho. Segundo Dias et al. (2007), a influência das árvores alcança posição no terreno que vai além de suas copas como também observado neste trabalho. Este fato ocorre devido ao efeito do sombreamento, que alcança locais do pasto afastados do componente arbóreo, como também à presença de serrapilheira das árvores, além da projeção de suas copas, verificado por Xavier (2009).

Neste estudo foi possível identificar a influência das árvores de Gliricida e Sabiá na serrapilheira, contribuindo com valores significativamente superiores no material depositado mais próximo as árvores, podendo assim ter contribuído para o maior teor de N no pasto nessas áreas. O maior consumo de N pelos animais pode possibilitar também em um maior retorno desse nutriente ao solo via excreta em conjunto com a produção

de serrapilheira rica em nitrogênio, podendo contribuir ao longo prazo para sustentabilidade da pastagem de *Brachiaria* em SSP.

Levando em consideração que o Ssp seja focado na produção de madeira e considerando que as fileiras duplas das árvores estavam dispostas consecutivamente na pastagem e que duas fileiras duplas influenciam uma mesma faixa de pasto, deduz-se que as fileiras duplas das árvores poderiam ser dispostas em um menor espaçamento, ao invés de 10 m poderia ser utilizado 8 m de distância entre as fileiras duplas das árvores, tendo em vista que foi a 4,125 m de distância das árvores que obteve-se a maior produção de forragem, tentando dessa forma compatibilizar o máximo da maior produção de forragem com o melhor teor de N na *Brachiaria decumbens*. Além disso, o estreitamento da faixa do pasto possibilitaria o aumento de fileira dupla de árvores, aumentando assim o número de árvores na pastagem e consecutivamente, o melhor aproveitamento dos benéficos proporcionado pelo sombreamento e a maior produção de madeira, no caso do tratamento com Sabiá. Porém se o principal objetivo do sistema silvipastoril seja a produção animal é necessário que o espaçamento entre as fileiras duplas seja maior que 10 m diminuindo assim a competição das árvores com a vegetação no sub-bosque.

### **Conclusões**

A deposição de serrapilheira e a fração leve da matéria orgânica do solo proveniente das leguminosas arbóreas sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) e gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.] é um importante mecanismo de transferência de nutrientes para a vegetação herbácea, tendo consequências sobre a composição química e biomassa da mesma.

O componente arbóreo influencia as características do pasto de *Brachiaria decumbens* e da serrapilheira, conforme o distanciamento da fileira das árvores,

demonstrando a influência das árvores em posições, além da área de projeção de suas copas.

O maior teor de N no pasto e na serrapilheira é encontrado próximo às árvores diminuindo ao se distanciar das mesmas. A irregular distribuição espacial do teor de N do pasto e da serrapilheira observada em SSP's indica a necessidade de estudos de mecanismos de transferência de nutrientes deste componente para áreas sob menor influência do componente arbóreo.

A região do pasto, localizado entre 4,125 e 5,5 m de distância da fileira dupla das árvores, é onde ocorre melhor aproveitamento dos efeitos benéficos das sombras das árvores sobre a massa de forragem e o índice de área foliar.

### **Referências Bibliográficas**

ANDRADE, A.G.; COSTA, G. S.; FARIAS S. M. Deposição e decomposição da serrapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalpinifolia* Benth, *Acácia mangium* e *Acácia holosericea* com quatro anos de idade em planosolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 34, p, 777-785, 2000.

ANDRADE, C.M.S.; VALENTIN, J.F.; CARNEIRO, J.C. Árvores de baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.) em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, p.574-582, 2002.

BALIEIRO, F. de C.; FRANCO, A.A.; PEREIRA, M.G.; CAMPELLO, E.F.C.; DIAS, L.E.; FARIA, S.M.; ALVES, B.J.R. Dinâmica da serrapilheira e transferência de nitrogênio ao solo, em plantios de *Pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p.597-601, 2004.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. **Métodos de Análises Químicas em Plantas**. Recife, UFRPE, Imprensa Universitária. p,165.2004.

BINDE, D. R.; MENNA, P.; BANGEL, E. V.; BARCELLOS, F. G.; HUNGRIA, M. Rep-PCR fingerprinting and taxonomy based on the sequencing of the 16S RNA gene of 54 elite commercial rhizobial strains. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 83, n. 5, p. 897-908, 2009.

BOARDMANN, N.K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v.28, p.358-377, 1977.

BRITEZ, R. M.; REISSMANN, C.B.; SILVA, S. M.; SANTOS FILHO, A. Deposição Estacional de serapilheira e macronutrientes em uma floresta de Araucária, São Mateus do Sul, Paraná. **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, n. 3, p. 766-772, 1992.

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

CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; ALVIM, M. J. **Características de algumas leguminosas arbóreas adequadas para a associação com pastagens**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. 24 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 64)

CARVALHO, M. M.; BROTEL, M. A. Arborização de pastagens: um caminho para sustentabilidade de sistema de produção animal a pasto. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 3., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Editora UFLA, 2002, p. 31-76.

CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M. et al. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

CHRISTENSEN, B.T. Physical fractionation of soil organic matter in primary particle size and density separates. **Advances in Soil Science**. n. 20, p.1 – 90, 1992.

COSTA, G. S.; FRANCO, A. A.; DAMASCENO, R. N. and FARIA, S. M.. Aporte de nutrientes pela serapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** [online]. vol.28, n.5, pp. 919-927, 2004.

CPRH – Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. **Diagnostico sócio ambiental do Litoral Norte de Pernambuco**. Recife, 2003.

DA SILVA, S. NASCIMENTO Jr., D. Ecofisiologia de Plantas Forrageira. PERERIRA, O.G., OBEID, J.A., NASCIMENTO, Jr., D. FONSECA, D.M., (Eds.). Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, III, Viçosa, 2006. **Anais...** Viçosa: UFV, 2006, p. 1-42, 430p.

DIAS-FILHO, M.B. Tolerance to flooding in five *Brachiaria brizantha* accessions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 37, n. 4, p. 439-447,2002.

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

DULORMNE, M., SIERRA, J., NYGREN, P., CRUZ, P. Nitrogen-fixation dynamics in a cut-and-carry silvopastoral system in the subhumid conditions of Guadeloupe, French Antilles. **Agroforestry Systems**, v. 59, p. 121–129, 2003.

DURR, P.A.; RANGEL, J. The response of *Panicum maximum* to a simulated subcanopy environment. I. Soil x shade interaction. **Tropical Grasslands**, v.34, p.110-117, 2000.

EMBRAPA, (2006) Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificacao de Solos**. 2a Edition – EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro, Brazil.

FAGUNDES, J.L.; SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S ET AL. Índice de Área foliar, acúmulo de forragem em pastagem *Cynodon*, spp. sob diferentes intensidade de pastejo. **Scientia agrícola**, v. 56, n. 4, p. 1141-1150, 1999.

FREIRE, J.L.; DUBEUX Jr., J.C.B.; LIRA, M.A.; FERREIRA, R.L.C.; SANTOS, M.V.F.; FREITAS, E.V. Deposição e composição química de serrapilheira em um bosque de sabiá. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 8, Aug. 2010.

FERREIRA, R.L.C.; LIRA JR., M.A.; ROCHA, M.S. et al. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serrapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth). **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.7-12, 2007.

GARCIA, R.; COUTO, L.; ANDRADE, C. M. S.; TSUKAMOTO-FILHO, A. A.. Sistemas silvipastoris na Região Sudeste: a experiência da CMM. Texto da palestra apresentada no Seminário Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável. Campo Grande, MS, 2010. Disponível em: <<http://saf.cnpqc.embrapa.br/publicações/22.pdf>>. Acesso em: 14 março. 2013.

HAKALA, K. & JAUHAINEN, L. Yield and nitrogen concentration of above-and-below-ground biomasses of red clover cultivars in pure stands and in mixtures with three grass species in northern Europe. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 62, n. 3, p. 312-321, 2007.

HIKOSAKA, K. Leaf canopy as a dynamic system: Ecophysiology and optimality in leaf turnover. **Annals of Botany**, v.95, p.521-533, 2005.

HSAIO, T. C.; ACEVEDO, E.; FERERES, E.; HENDERSON, D. W. Water stress, growth, and osmotic adjustment. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*, v. 273, p. 479-500, 1976.

HUMPHREYS, L. R. **Environmental adaptation of tropical pasture plants**. Mcmillan Publishers, London. 1981. 216 p.

ITEP. INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO. Disponível em: <http://www.itep.br>. Acesso em 15 de novembro 2011.

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**, v.1. Recife, SUDENE, 1973. (Boletim Técnico, 26. Série Pedologia, 14).

JINBO, Z.; CHANGCHUN, S.; SHENMIN, W. Dynamics of soil organic carbon and its fractions after abandonment of cultivated wetlands in Northeast China. **Soil and Tillage Research**, v.96, p.350-360, 2007.

KRAMER, P. **Water relations of plants**. New York: Academic Press, 1983. 489 p.  
KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Forage quality responses of C3 and C4 perennial grasses to shade. **Crop Science**, v.33, p.831-837, 1983.

KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Forage quality responses of C3 and C4 perennial grasses to shade. **Crop Science**, v.33, p.831-837, 1993.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flow in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB international, 1996. p. 3-36.

MITCHELL, R.L. **Crop Growth and Culture**. Ames, The Iowa State University Press, 1979, 349p.

NAIR, P.K.R. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, ICRAF, 1993.499p.

OLIVEIRA, M.E.; LEITE, L.L.; CASTRO, L.H.R. Influência de árvores de baru (*Dipteryx alata*) e pequi (*Caryocar brasiliense*) no solo sob pastagem de braquiária. In: International Symposium Soil Functioning Under Pastures In Intertropical Areas, **Proceedings...** Brasília: Embrapa Cerrados, 2000.

OLIVEIRA, T.K. de; MACEDO, R.L.G.; SANTOS, I.P.A. dos; HIGASHIKAWA, E.M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.748-757, 2007.

OLIVEIRA, I. B **Comportamento agrônômico e bromatológico da *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria dictyoneura* submetidas a níveis de sombreamentos em Vitória da Conquista-BA.** Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2008. 63p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). : Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2008.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim braquiária sob sombreamento natural e sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 573-579, 2007a.

PACIULLO, D. S. C.; SILVA, V. P.; CARVALHO, M. M.; CASTRO, C. R. Arranjos emodelos de sistemas silvipastoris. In: FERNANDES, E. N.; PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T.; MÜLLER, M. D.; ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. C. (Ed.) **Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007b. p. 13-50.

PACIULLO D. S. C. et al Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1176-1183, out. 2011.

PARMEJANI, R.S. **Microclima e Características Agronômicas de *Brachiaria decumbens* em um sistema silvipastoril.** Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. Dissertação (Mestrado em Ciência). Piracicaba, 2012.

PERI, P.L.; LUCAS, R.J.; MOOT, D.J. Dry matter production, morphology and nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under different light regimes. **Agroforestry Systems**, v.70, p.63-79, 2007.

QUEIROZ FILHO, J. L.; SILVA, D. S.; NASCIMENTO, I. S. Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Roxo em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 69- 74, 2000.

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**, v.31, p.1609-1623, 2007.

REICH P. B.; UHL, C.; WALTERES, M. B.; ELLSHORTH, D.S. Leaf lifespan as a determinant of leaf structure and function among 23 tree species in Amazonian forest communities. **Oecologia**, Heidelberg, v. 86, 16-18, 1991.

ROSCOE, R.; MACHADO, P.L.O.A. **Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 86p.

SAMPAIO, E.V.S.B.; NUNES, K.S.; LEMOS, E.E.P. Ciclagem de nutrientes na mata de Dois Irmãos (Recife-PE) através da queda de material vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, n.10, p.1055-1061, 1988.

SÁNCHEZ, M. D. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal em América Latina tropical. In: SÁNCHEZ, M. D.; ROSALES, M. M. (Ed.) **Agroforestería para la producción animal em América Latina**. Roma: FAO, 1999. p. 1-13. (Estúdio FAO. Producción y Sanidad Animal, 143).

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

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

SILVA, A. B. **Fertilidade do solo, estoque de serrapilheira e sua decomposição após implantação de leguminosas arbustivo-arbóreas em pastagem**. Programa de pós-graduação em ciência do solo. Departamento de Agronomia da UFRPE. Ciência do Solo.(Mestrado em Agronomia ) Recife, 2011.

SOUSA, L.F. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril e monocultivo. 2009. 166p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; MOREIRA, G.R.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; PEREIRA, L.G.R. Nutritional evaluation of “Braquiaraão” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v.79, p.189-199, 2010.

SOARES, A. B.; SATOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C; Influencia da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perene de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

SPAIN, A.V.; Litterfall and the Standing crop of litter in three Tropical Australian Rainforests. **Journal of Ecology**. v.72 p. 947-961. 1984.

TAUK, S.M. Biodegradação de resíduos orgânicos do solo. **Revista Brasileira de Geociência**, v.20, n.1, p.299-301, 1990.

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

VALE, R.S. **Agrossilvicultura com eucalipto como alternativa para o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais**. Tese de Doutorado – UFV, 2004,115 p.

VELASCO, J. A.; CAMARGO, J. C.; ANDRADE, H. J.; IBRAHIM, M. Mejoramiento del suelo por *Acacia mangium* en un sistema silvipastoril con *Brachiaria humidicola*. In: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS AGROPECUARIOS SOSTENIBLES, 6., 1999, Cali. **Memórias ...** Cali: CIPAV. 1999. CD-ROM.

VENTURIN, R.P.; GUERRA, A.R.; MACEDO, R.L.G; VENTURIN, N.; MESQUITA, A.deM. Sistemas Agrossilvipastoris: origem, modalidades e modelos de implantação. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte. v.31, n.257, p.16-24, 2010

WHATLEY, J.M. & WHATLEY, F.R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo, EPU-EDUSP, 1982. 101p. (Temas De Biologia, 30).

WELLES, J. M.; NORMAN, J. M. Instrument for Indirect Measurement of Canopy Architecture. **Agronomy Journal**, v. 83, p. 818-825, 1991.

XAVIER, D.F. **Monitoramento do fluxo de nitrogênio em pastagens de *Brachiaria decumbens* em monocultura e em sistema silvipastoril**. 2009. 105p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.