

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**INFLUÊNCIA DE *Pterodon emarginatus* Vogel SOBRE
ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO E VALOR
NUTRITIVO DE *Brachiaria decumbens* Stapf EM SISTEMA
SILVIPASTORIL**

THOBIAS PEZZONI

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2010**

**INFLUÊNCIA DE *Pterodon emarginatus* Vogel SOBRE
ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO E VALOR
NUTRITIVO DE *Brachiaria decumbens* Stapf EM SISTEMA
SILVIPASTORIL**

THOBIAS PEZZONI
Engenheiro agrônomo

Orientador: PROF. DR. ANTONIO CARLOS TADEU VITORINO

Dissertação apresentada à Universidade
Federal da Grande Dourados, como parte
das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Agronomia – Produção
Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2010

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

633.202 Pezzoni, Thobias

P522i Influência de *Pterodon emarginatus* Vogel sobre atributos físicos e químicos do solo e no valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* Stapf em sistema silvipastoril. / Thobias Pezzoni. – Dourados, MS : UFGD, 2010. 43f.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Tadeu Vitorino
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Recursos naturais renováveis – Nioaque, MS. 2. Pastagem. 3. Sucupira - Branca. 4. Plantas forrageiras. 5. *Brachiaria decumbens*. I. Título.

INFLUÊNCIA DE *Pterodon emarginatus* Vogel SOBRE ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO E VALOR NUTRITIVO DE *Brachiaria decumbens* Stapf EM SISTEMA SILVIPASTORIL

por

Thobias Pezzoni

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovado em: 26/02/2010

Prof. Dr. Antonio Carlos Tadeu Vitorino
Orientador – UFGD/FCA

Prof. Dr. Omar Daniel
Co-Orientador – UFGD/FCA

Profa. Dra. Beatriz Lempp
Co-Orientadora – UFGD/FCA

Pesquisador Dr. Milton Parron Padovan
EMBRAPA – CPAO

“Pois será como a árvore plantada junto a ribeiros de águas, a qual dá o seu fruto no seu tempo; as suas folhas não cairão, e tudo quanto fizer prosperará.”

Salmos 1:3

DEDICO.

Aos meus pais José Carlos Pezzoni e Maria Aparecida Vieira dos Santos Pezzoni; aos meus irmãos José Carlos Pezzoni Filho e Diogo Pezzoni; minha eterna gratidão e respeito. Obrigado pela existência em minha vida e pelo apoio incondicional a todos os meus sonhos. Amo vocês!!!

OFEREÇO.

A todos que amam as belezas que nos proporcionou o criador.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

Ao meu orientador Prof. Antonio Carlos Tadeu Vitorino, pela confiança, amizade e conselhos sinceros. E a sensibilidade de reconhecer meus limites. Muito obrigado.

Ao meu co-orientador Prof Omar Daniel pelo respeito e amor as árvores a mim transmitido.

A minha co-orientadora Profa Beatriz Lempp pela amizade, simplicidade, paciência e sugestões.

Ao pesquisador da Embrapa, Milton Parron Padovan pela disponibilidade e sugestões.

A Universidade Federal da Grande Dourados e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, pela oportunidade.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFGD pelo conhecimento compartilhado.

A Universidade Federal do Mato Grosso do Sul em especial ao funcionário Antonio que cedeu a harmonia de seu lar em minha estadia em Campo Grande.

Aos amigos e alunos de graduação Igor Bumbieris e Thais Cremon pela extrema boa vontade e dedicação na execução da pesquisa. E pelo “causo” da Onça. Obrigado.

Ao proprietário da Fazenda Gogó da Ema, Álvaro Domingues, por abrir a porteira de sua fazenda para realização desse trabalho e pelas estórias contadas ao “pé do fogo”.

Aos funcionários da UFGD Nilton “Niltinho” e Sr Hélio pelo empenho, vontade e bom humor durante a coleta de dados.

Aos laboratoristas da UFGD Nilda, Elda, “Seu” Ismael, Laura e João pela ajuda e paciência na realização das análises.

A secretária da Pós-Graduação Lúcia pela presteza.

Aos amigos de Pós-Graduação pelos momentos compartilhados de estudo e lazer. Estarão sempre em minha memória. Obrigado.

Aos amigos de Dourados, pessoas que conheci durante minha formação acadêmica e fazem parte da minha vida.

A tia Beatriz e primas Maria Olívia e Ana Laura, pelo apoio e ajuda durante esses anos em Dourados.

Aos padrinhos Silvio e Vilma, embora distantes, não deixaram faltar carinho e apoio.

A tia Elenice, que sempre acreditou nos “Meninos da Maria”. Obrigado.

Agradeço de forma especial a Mônica Franco Nunes, minha amiga e companheira. Obrigado pelos conselhos e pelo amparo nos momentos difíceis. Muito obrigado por entrar em minha vida, tenho a honra de estar a seu lado e desejo estar contigo sempre. Amo você.

Meu muito obrigado.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE QUADROS.	vii
LISTA DE FIGURAS.	viii
RESUMO.	x
ABSTRACT.	xi
1. INTRODUÇÃO.	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.	3
2.1. Sistemas silvipastoris: estratégias para recuperação de pastagens.	3
2.2. Sucupira – Branca, <i>Pterodon emarginatus</i> Vogel.	6
2.3. Interações Árvore – Solo – Forragem.	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	19
4.1. Serrapilheira.	19
4.2. Atributos qualitativos da forragem.	20
4.3. Atributos Físicos e Químicos do Solo.	24
5. CONCLUSÕES.	32
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.	33
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	34

LISTA DE QUADROS**PÁGINA**

QUADRO 1 Valores dendrométricos das cinco árvores de <i>Pterodon</i> <i>emarginatus</i> selecionadas para a realização do estudo.	16
--	----

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1. Tronco e copa de <i>Pterodon emarginatus</i> (Sucupira – Branca), em área de Sistema Silvipastoril (A). Frutos de <i>Pterodon emarginatus</i> (Sucupira – Branca) (B). Nioaque – MS, 2008.	7
FIGURA 2. Árvore de <i>Pterodon emarginatus</i> (Sucupira – Branca), representativa da espécie em área de Sistema Silvipastoril. Nioaque – MS, 2008.	8
FIGURA 3. Imagem de satélite (GeoEye-1, 2/abr./2007), com as 5 árvores selecionadas para realização do experimento. Nioaque – MS, 2008.	16
FIGURA 4. Valores médios da matéria seca da serrapilheira (g m^{-2}) em função da distância (m) do caule das árvores de <i>Pterodon emarginatus</i>	19
FIGURA 5. Valores médios da digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (%) de lâminas foliares de <i>B. decumbens</i> em função da distância (m) dos caules de <i>Pterodon emarginatus</i>	21
FIGURA 6. Teor de Fibra em Detergente Neutro (%) de lâminas foliares de <i>B. decumbens</i> em função da distância (m) dos caules de <i>Pterodon emarginatus</i>	22
FIGURA 7. Valores médios de Proteína Bruta (%) de lâminas foliares de <i>B. decumbens</i> em função da distância (m) dos caules de <i>Pterodon emarginatus</i>	23
FIGURA 8. Valores médios de Densidade do solo (g cm^{-3}) em função da distância (m) dos caules de <i>Pterodon emarginatus</i>	24
FIGURA 9. Valores médios de Porosidade total (%) em função da distância (m) dos caules de <i>Pterodon emarginatus</i>	25
FIGURA 10. Valores médios de microporosidade do solo (%) em função da distância (m) dos caules de <i>Pterodon emarginatus</i>	26

FIGURA 11.	Valores médios de macroporosidade do solo (%) em função da distância (m) dos caules de <i>Pterodon emarginatus</i>	27
FIGURA 12.	Valores médios de Resistência à Penetração (MPa) em função da distância (m) dos caules de <i>Pterodon emarginatus</i>	28
FIGURA 13.	Valores médios de potássio do solo ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) em função da distância (m) dos caules de <i>Pterodon emarginatus</i>	29
FIGURA 14.	Valores médios de cálcio do solo ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) em função da distância (m) dos caules de <i>Pterodon emarginatus</i>	30
FIGURA 15.	Valores médios de magnésio do solo ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) em função da distância (m) dos caules de <i>Pterodon emarginatus</i>	30
FIGURA 16.	Valores médios de alumínio trocável do solo ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$), em função da distância (m) dos caules de <i>Pterodon emarginatus</i> . .	31

RESUMO

PEZZONI, T. Universidade Federal da Grande Dourados, março de 2010. **Influência de *Pterodon emarginatus* Vogel sobre atributos físicos e químicos do solo e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* Stapf em sistema silvipastoril.** Orientador: Antonio Carlos Tadeu Vitorino. Co-Orientadores: Omar Daniel; Beatriz Lempp.

A busca por alternativas para os principais problemas enfrentados na pecuária que levam à queda na produtividade da forrageira, tem se tornado crescente nos últimos anos, visando o equilíbrio entre produção e conservação dos recursos naturais. Nesse sentido objetivou-se avaliar a área de influência de árvores de Sucupira - Branca em atributos físicos e químicos do solo e sobre a qualidade da forrageira em sistema silvipastoril. O estudo foi realizado na Fazenda Gogó da Ema, distante 4 km da cidade de Nioaque – MS. A área estudada, locada sobre um Latossolo Vermelho Distrófico, atualmente é ocupada com pastagem de *Brachiaria decumbens* sombreada por espécies arbóreas onde predomina a Sucupira - Branca. Foram escolhidas cinco árvores representadas por indivíduos adultos e saudáveis, no entorno das quais foram traçadas seis linhas transectas locadas a ângulos de 60° entre uma e outra. Ao longo destas transectas, a cada cinco metros, foram centradas as parcelas de amostragem, até a distância de 30 metros. Sobre estas parcelas foram realizadas as coletas de amostras de serrapilheira, da gramínea e do solo. As análises químicas da forragem constituíram-se de: proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Os atributos físicos do solo estudados foram: densidade, macroporosidade, microporosidade, porosidade total e resistência à penetração. Os atributos químicos do solo avaliados foram os teores trocáveis de magnésio, cálcio, potássio e alumínio. Os dados obtidos foram submetidos a análises de regressões simples e de correlação de Pearson. Concluiu-se que: a matéria orgânica da serrapilheira interfere de forma positiva quanto aos atributos físicos do solo, promovendo melhoria na qualidade estrutural do solo; o sombreamento ocasionado pelas árvores de Sucupira – Branca interfere no valor nutritivo do capim-braquiária, pois possibilita aumento dos teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro, e reduz a digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Palavras Chave: Sistema Agroflorestal; Sucupira – Branca; Sustentabilidade

ABSTRACT

PEZZONI, T. Federal da Grande Dourados University, march of 2010. **Influence of *Pterodon emarginatus* Vogel on physical and chemical attributes of the ground and nutritional value of *Brachiaria decumbens* Stapf in silvipastoril system.** Mentor: Antonio Carlos Tadeu Vitorino. Second advisers: Omar Daniel; Beatriz Lempp.

The search for alternatives for the main problems faced in the livestock that lead to the fall in the productivity of the forage, has become increasing in recent years, aiming at the balance between production and natural resources conservation. In this direction it was objectified to evaluate the White Sucupira trees' area of influence in physical and chemical attributes of the ground and the quality of the forage in silvipastoril system. The study was carried through in the Gogó da Ema Farm, 4 km distant from the city of Nioaque - MS. The area studied, leased on a dystrophic Red Latosol, is currently occupied with pasture of *Brachiaria decumbens* shaded by arboreal species where the White Sucupira predominates. Five trees represented by adult and healthy individuals had been chosen, in which transect lines had been traced leased the angles of 60° between one and another. Throughout these transects, to each five meters, had been centered the sampling parcels, until the distance of 30 meters. Over these parcels the sample collections of serrapilheira had been carried through, from the grassy and the ground. The chemical analyses of the fodder plant had consisted of: rude protein (PB), fiber in neutral detergent (FDN) and digestibility *in vitro* of the dry substance (DIVMS). The physical attributes of the ground had been studied: density, macroporosity, microporosity, total porosity and resistance to the penetration. The chemical attributes of the ground evaluated had been the exchangeable texts of magnesium, calcium, potassium and aluminum. The gotten data had been submitted to analyses of simple regressions and correlation of Pearson. It was concluded that: the organic substance of the sacking intervenes in a positive form on the physical attributes of the ground, promoting improvement in the structural quality of the ground; the shading caused by the White Sucupiras intervenes with the nutritional value of the signalgrass, therefore it makes possible the increase of rude protein and fiber in neutral detergent content, and reduces the digestibility *in vitro* of the dry substance.

Key-Words: Agroforestry systems, White – Sucupira, Sustainability

1. INTRODUÇÃO

No território sul mato-grossense, ocupado pelos mais diversos ecossistemas, encontram-se dois dos mais degradados e pressionados biomas brasileiros: o Cerrado e a Mata Atlântica. Dentro desse desenho florístico, a Mata Atlântica, representada pela Floresta Estacional Semidecidual, e o Cerrado, são os biomas que mais sofreram alterações e que contém em suas composições um grande número de espécies arbóreas de importância socioeconômica e ambiental. Nesse cenário, se assenta a maior parte de fazendas produtoras de culturas agrícolas e pastos, sendo que a devastação desses biomas ocorreu associada à expansão da fronteira agrícola, principalmente para a implantação de forrageiras, levando à condição atual de intensa deterioração e fragmentação.

A fragmentação é, na maioria das vezes, um processo antrópico de quebra da continuidade das unidades de uma paisagem, resultando em mudanças na composição e diversificação das comunidades que nela estão inseridas. Com isso, isola e reduz áreas que são propícias à sobrevivência das populações, causando extinções regionais, diminuindo a variabilidade genética dessas populações, levando à perda de biodiversidade (METZGER, 1999). Impedir que esses processos se instalem e aumentem nos ecossistemas naturais, implica em adotar práticas agrícolas que permitam ao produtor melhorar suas condições de vida, ao mesmo tempo em que preserve ou recupere remanescentes florestais. Para tanto pode-se considerar a opção de utilizar espécies arbóreas nativas, que estabeleçam um complexo de interações entre os componentes do sistema, visando a sustentabilidade e equilíbrio.

Os sistemas silvipastoris (Ssp) apresentam potencial para solucionar problemas enfrentados na agropecuária convencional, permitindo, principalmente aos pequenos produtores, retornos econômicos e maior conservação dos recursos naturais (DUBOIS *et al.*, 1996). Embora não restaurem alguns aspectos importantes das comunidades florestais, como estrutura e biodiversidade, podem aproximar-se ecologicamente delas (PEZARICO, 2009), contribuindo significativamente no aporte de serrapilheira ao solo e ciclagem de nutrientes (SILVEIRA *et al.*, 2007). A árvore como componente de sistemas silvipastoris, possui grande influência sobre a forrageira, nos atributos do solo, e interferem positivamente em diversos processos ecológicos, e a sua utilização pode ser uma alternativa rentável para o produtor.

O plantio de árvores em pastagens pode resultar em benefícios para os componentes do agroecossistema como: clima, plantas forrageiras e animais, com ênfase nas propriedades físicas e químicas dos solos, muitas vezes degradados, bem como na atividade de microrganismos, considerando a possibilidade de um aporte maior de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (MENDONÇA *et al.*, 2001). Assim, o pecuarista, além de garantir condições ambientais mais propícias para suas pastagens e criações, pode obter também, um suprimento de madeira (para uso próprio ou venda), sem abandonar sua vocação para a pecuária. Nesse contexto, a utilização de espécies nativas e a manutenção das populações remanescentes em sistemas silvipastoris, vêm garantir a diminuição do risco de extinção de espécies altamente exploradas e comercializadas.

Em regiões de transição entre o Cerrado e a Floresta Estacional, encontra-se a Sucupira - Branca também conhecida por Faveiro (*Pterodon emarginatus* Vogel), de ampla ocorrência nos estados de TO, MT, GO, MG, SP e MS. Espécie de porte médio/alto, com folhas compostas bipinadas, fruto achatado tipo legume, com uma só semente, fornecedora de madeira muito dura usada em construção civil (LORENZI, 1992).

Na região alvo deste estudo tem sido utilizada uma modalidade de sistema agroflorestal (SAF), que inclui a preservação de árvores de Sucupira na implantação de pastos em sucessão ao desmatamento. São sistemas intuitivos, ou seja, os proprietários das terras decidem manter certo número de indivíduos por unidade de área, sem ter conhecimento técnico sobre os benefícios ou prejuízos que as árvores poderiam oferecer à pastagem e/ou ao gado. Até o momento não há trabalhos que elucidem as interações dessa espécie arbórea com atributos físicos e químicos do solo e com a *Brachiaria decumbens*.

Nesse sentido o objetivo desse trabalho foi avaliar na área de influência de árvores de Sucupira - Branca os atributos físicos e químicos do solo e o valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em um sistema silvipastoril.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sistema silvipastoril: estratégia para recuperação de pastagens

No início da colonização das Américas, com a introdução dos primeiros bovinos, o desenvolvimento da pecuária se estabeleceu de forma extensiva e em campos de pastagens naturais. Nos dias atuais as forrageiras cultivadas mais importantes em uso foram introduzidas da África e pertencem, em sua maioria, aos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. Nos trópicos, as pastagens estão concentradas predominantemente no ecossistema Cerrado, que representa cerca de 43% das terras agricultáveis. A área total do Cerrado nas Américas é estimada em 250 milhões de hectares.

Os solos ocupados por pastos em geral são considerados de qualidade marginal quando comparados àqueles usados na agricultura. Estes solos apresentam problemas de acidez, fertilidade natural, topografia, entre outros. Com isso, é de se esperar que as áreas destinadas às pastagens, apresentem baixos níveis de produtividade e dificuldades de sustentabilidade. Com a introdução de gramíneas exóticas, principalmente a *B. decumbens*, adaptada às regiões de Cerrados, onde os solos são normalmente ácidos e de baixa fertilidade natural, houve um aumento na lotação inicial, e o ganho de peso animal também aumentou em média, de 2-3 vezes em relação à pastagem nativa, resultando em um grande impulso na exploração da pecuária de corte no Brasil central, ampliando consideravelmente a fronteira agrícola. Com esses resultados expressivos não foi levado em consideração a aptidão desses solos e a capacidade de suporte animal, resultando a degradação destas pastagens, com o esgotamento dos nutrientes do solo.

Degradação de pastagens é um processo evolutivo de perda de vigor e produtividade da forrageira, sem possibilidade de recuperação natural, que afeta a produção e o desempenho animal e culmina com a degradação do solo e dos recursos naturais. Geralmente causada por diversos fatores, isolados ou de forma conjunta, dentre eles a má escolha da espécie forrageira e a falta de adubação de manutenção (MACEDO *et al.*, 2000).

A degradação das pastagens é um dos maiores problemas da pecuária brasileira. Estima-se que 80% das pastagens cultivadas no Brasil apresentam algum grau de degradação, resultando baixa capacidade de suporte. A degradação e subutilização dessas áreas afetam diretamente a sustentabilidade da atividade. Considerando apenas a

fase de recria e engorda de bovinos, a produção animal em uma pastagem degradada pode ser seis vezes inferior ao de uma pastagem recuperada ou em bom estado de manutenção (MACEDO *et al.*, 2000).

A degradação acelerada das áreas de pastagens em todo Brasil vem causando perdas consideráveis no que diz respeito à qualidade dos solos, tanto no aspecto químico quanto físico, trazendo grandes prejuízos econômicos e ambientais. Assim, a recuperação dessas áreas deve ser urgente e de forma prioritária, evitando a abertura de novas áreas para implantação de forrageiras, diminuindo a pressão sobre os remanescentes florestais.

Neste contexto, a implantação de Ssp tem sido apontado como uma alternativa para a recuperação destas áreas (DIAS-FILHO, 2005). Embora diversas vantagens sejam constantemente imputadas aos Ssp (DANIEL *et al.*, 1999; FRANKE e FURTADO, 2001), na prática, a adoção desse sistema agroflorestal ainda é relativamente restrita em todo Brasil, principalmente como estratégia para recuperação de pastagens degradadas.

Sistema agroflorestal é definido como a utilização e o manejo dos recursos naturais, nos quais espécies lenhosas perenes, como árvores, arbustos e palmeiras, são utilizados em associação com culturas agrícolas e/ou animais, em uma mesma área, de maneira simultânea ou em uma sequência temporal. Aperfeiçoar a produção por unidade de superfície, por meio da conservação do potencial produtivo dos recursos naturais além da manutenção dessa produção por um longo período é o principal objetivo dos sistemas agroflorestais.

A utilização de sistemas agroflorestais na recuperação de áreas degradadas tem apresentado resultados atribuídos à melhoria das propriedades físicas e químicas destes solos, conseqüentemente a melhora na atividade microbiana é acentuada, considerando o maior aporte de matéria orgânica (MENDONÇA *et al.*, 2001).

Os SAFs assumem categorias diferentes de acordo com a combinação dos componentes. Podem ser classificados em sistemas agrissilvipastoris, agrissilviculturais e silvipastoris. Os Ssp são caracterizados pela combinação de árvores, pastagem e animais numa mesma área, ao mesmo tempo, e manejados de forma integrada com o objetivo de incrementar a produtividade por unidade de área, com maiores possibilidades de viabilizar a sustentabilidade do sistema, pela ciclagem dos elementos, mantendo ativa a circulação de nutrientes e o aporte de matéria orgânica, a conservação do solo e da água, a possibilidade de melhoria das condições físicas, químicas e da

atividade biológica na superfície do solo, além do conforto térmico para os animais (LEME *et al.*, 2005).

As árvores em Ssp são estruturas-chave, e possuem grande influência sobre os demais componentes. Interferem nos processos ecológicos como a regulação da infiltração de água e o aproveitamento de nutrientes presentes em camadas do solo que estão fora do alcance das raízes das gramíneas (MANNING *et al.*, 2006), além de servir como forragem e habitat para outras espécies da fauna (DAGANG e NAIR, 2003). Dessa forma, o plantio de árvores em pastos constitui uma forma de reposição, embora pequena, da cobertura florestal destruída pelo avanço da agropecuária.

Apesar disto, os SAFs incluindo – se os Ssp, não são implantados em larga escala no Brasil. Isto se deve ao modo de ocupação da terra, em que se retiram todas as árvores para implantação da agropecuária, e se mantém pequenos fragmentos florestais como áreas de Reserva Legal e Preservação Permanente, sendo encarados como “terras improdutivas”, tornando-se um empecilho à maximização do uso da terra (CULLEN JUNIOR. *et al.*, 2003). Além disso, existe uma reconhecida falta de compreensão da importância de todos os complexos mecanismos e benefícios físicos, químicos e biológicos decorrentes da prática agroflorestal. Por isso, as considerações econômicas e sociais locais, sendo mais facilmente compreendidas, são sempre levadas em primeiro plano (BERTALOT *et al.*, 2000).

Para tornar esses sistemas mais equilibrados e economicamente viáveis, se faz necessário um adequado planejamento, por meio da identificação e seleção de espécies arbóreas destinadas a compor esses ambientes, objetivando a criação de diferentes estratos vegetais, buscando a aparência de um bosque natural, onde as árvores pela influência que exercem no processo de ciclagem de nutrientes e no aproveitamento da energia solar, são considerados os elementos estruturais básicos e a chave para a estabilidade do sistema.

A presença de um componente arbóreo na pastagem, a diversidade de espécies e a grande produção de fitomassa favorecem sua sustentabilidade pela ciclagem direta de nutrientes entre a vegetação e o solo. Se corretamente manejados, os SAFs podem apresentar as vantagens de melhor utilização dos recursos naturais disponíveis, menor incidência de pragas e doenças, diminuição dos riscos econômicos, maior diversificação da produção, além da melhor distribuição temporal do uso da mão-de-obra.

A composição de SAFs por meio da integração árvore x pasto x animal como opção para diversificar a produção com produtos florestais e pecuários na unidade

produtiva tem como finalidade repor a cobertura florestal, de forma ordenada nas áreas de pastagens, produzir sombra e reduzir a intensidade de calor ou frio, proporcionando um ambiente favorável para a produção animal, além de auxiliar no ciclo de nutrientes, levando em consideração árvores que fixam nitrogênio, oferecer suplementação alimentar aos animais através de espécies forrageiras, além de fornecer madeira, lenha, postes, mourões que podem ser utilizados na propriedade rural e/ou produtos de base florestal com agregação de valor econômico destinado à comercialização.

Em contraposição, encontram-se os custos associados à implantação e manutenção das árvores; a competição por luz, água e nutrientes que pode prejudicar as pastagens, se o sistema não for devidamente manejado; um número reduzido de árvores, o que promove a competição do gado debaixo das mesmas, provocando a redução da área de pastagem e a compactação do solo. A densidade do povoamento florestal, no sistema silvipastoril, é responsável pela maior ou menor produção de forragens e, conseqüentemente, pela pressão de pastejo a ser exercida na área (LAZZARINI, 2000).

Uma das aplicações do Ssp seria seu uso em situações onde fosse planejada a recuperação da produtividade nessas áreas, inserindo-a no momento de reforma da pastagem, utilizando espécies nativas leguminosas, pois a interação gramínea e leguminosa representa uma alternativa para a manutenção ou recuperação de solos de baixa fertilidade (SILVA e SALIBA, 2007) e influi na melhoria da qualidade da forragem (PACIULLO *et al.*, 2003). Solos protegidos por árvores apresentam maior teor de umidade em épocas críticas do que aqueles expostos diretamente ao sol e ao vento, sendo que as forrageiras existentes nessas áreas permanecem mais verdes no período mais crítico, constituindo-se em recurso alimentar significativo na manutenção dos rebanhos por um período maior (VEIGA e SERRÃO, 1990).

Embora não existam relatos na bibliografia do uso de Sucupira em Ssp, ela vem sendo utilizada por pecuaristas de forma intuitiva, onde é deixada na área destinada à formação da pastagem, resultando em interferências nos demais componentes do sistema.

2.2. Sucupira – Branca, *Pterodon emarginatus* Vogel

Espécie nativa do Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual, com porte médio/alto, de 8 a 16 metros mais facilmente passando dessas medidas. A árvore é decídua, não-pioneira, heliófita e xerófila, nativa de terrenos secos e arenosos.

Apresenta dispersão descontínua, muitas vezes com populações puras (LORENZI, 1992).

O tronco (Figura 1A) possui casca lisa branco-amarelada e suas folhas são compostas bipinadas. Flores rosadas, em inflorescências terminais tipo panículo sendo emitidas a partir de setembro perdurando até novembro e os frutos amadurecem em junho – julho, mas podendo ficar várias semanas presos aos ramos. A espécie *P. polygalaeflorus* Benth., considerada por alguns autores como a mesma da *P. emarginatus*, ocorre mais ao norte do Brasil e possui flores azul-violeta (LORENZI, 1992).

Fruto (Figura 1B) tipo legume indeiscente, alado, com uma única semente protegida por cápsula fibrosa e envolta em substância oleosa numa estrutura esponjosa. A retirada da semente do fruto é difícil, podendo ser plantado inteiro. Sua taxa de germinação é baixa. Sua madeira possui alta resistência natural ao apodrecimento, sendo empregada na construção naval e civil. A espécie apresenta características que favorecem seu uso na arborização e paisagismo, como na recomposição de florestas (LORENZI, 1992).

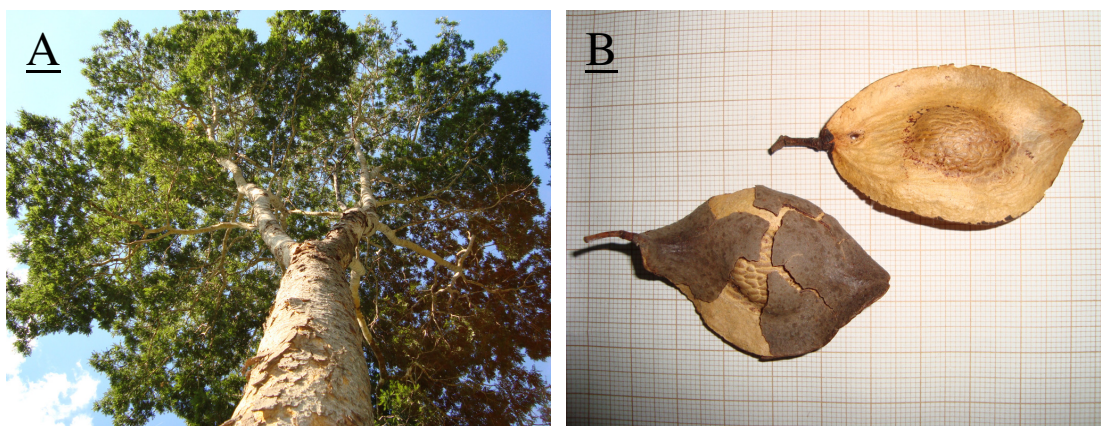


FIGURA 1. Tronco e copa de *Pterodon emarginatus* (Sucupira – Branca), em área de Sistema Silvopastoril (A). Frutos de *Pterodon emarginatus* (Sucupira – Branca) (B). Nioaque – MS, 2008.

Por ser uma planta de porte elevado (Figura 2) e altamente produtora de fitomassa, dentro do SAF causa um grande impacto sobre os demais componentes do sistema, principalmente sobre a forrageira e os atributos físicos do solo.



FIGURA 2. Árvore de *Pterodon emarginatus* (Sucupira – Branca), representativa da espécie em área de Sistema Silvipastoril. Nioaque – MS, 2008.

O extrato da semente de Sucupira - Branca tem se mostrado promissor para o controle da antracnose da manga pós-colheita (JUNQUEIRA *et al.*, 2000).

O óleo do fruto é muito utilizado na medicina popular, uma vez que confere proteção contra infecção por cercária de *Schistosoma mansoni*, (DIAS, 1993) e também no tratamento de infecções de garganta e reumáticas (BARROS, 1982). Seu óleo aromático volátil, produzido pela casca e pelas sementes, é utilizado contra o reumatismo. As raízes formam às vezes expansões de reserva, as chamadas “batatas-de-sucupira” usados contra o diabetes (LORENZI, 1992).

2.3. Interações Árvore – Solo – Forragem

A arborização de pastagens apresenta grande potencial para melhoria da produção, da qualidade e de sua sustentabilidade, no entanto, o seu sucesso depende do tipo de associação entre a espécie arbórea e a gramínea (DIAS, 2005). A escolha por espécies mais tolerantes ao sombreamento é mais indicada para comporem o estrato forrageiro dos Ssp. As forrageiras devem ser tolerantes ao sombreamento, apresentarem

boa capacidade produtiva, serem adaptadas ao manejo e às condições edafoclimáticas da região (GARCIA e ANDRADE, 2001).

Estudos conduzidos em diversas regiões tropicais sobre o desempenho de capins em Ssp mostram a tolerância ao sombreamento de espécies de *Brachiaria*, apresentando desenvolvimento satisfatório nessa condição (CARVALHO, 1998b; IBRAHIM *et al.*, 2001; REYNOLDS, 1995). O capim-braquiária apresenta ajustes morfofisiológicos, em resposta ao sombreamento, tais como: aumento da relação parte aérea/raiz, da área foliar específica e da taxa de alongamento foliar, o que lhe permite manutenção da produtividade, mesmo em condições de limitação luminosa (GUENNI *et al.*, 2008).

Algumas das gramíneas mais usadas para a formação de pastagens no Brasil, como *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* e cultivares de *Panicum maximum*, são tolerantes ao sombreamento parcial. Sob sombra moderada o crescimento de gramíneas tolerantes pode ser maior que a pleno sol (CARVALHO *et al.*, 2002).

Para a região dos Cerrados, Andrade *et al.* (2003) destacam além da *B. brizantha* e o *P. maximum*, a *Brachiaria decumbens*, como opções para compor sistemas silvipastoris, apresentando-as como plantas tolerantes ao sombreamento. Essas espécies são capazes de promover ajustes fenotípicos, que compensam parcialmente a capacidade de crescimento sob estresse de luz (DIAS-FILHO, 2000).

Espécies forrageiras que melhor se adaptam a esses ambientes possuem boa capacidade de absorção de nutrientes liberados pela serrapilheira. A queda de órgãos senescentes da parte aérea das plantas tais como caules, folhas, flores e frutos, por meio de sua decomposição, podem devolver quantidades significativas de nutrientes ao solo. Tais partes aéreas da planta formam uma camada denominada serrapilheira. É definida como todo tipo de material biogênico em vários estágios de decomposição, o qual representa uma fonte potencial de energia para as espécies consumidoras.

A presença do componente arbóreo e da biodiversidade constituinte desses sistemas produtivos contribui significativamente ao aporte de serrapilheira e nutrientes no solo. O estoque principal de nutrientes encontra-se nos troncos das árvores e os nutrientes podem ser reciclados por diversos caminhos entre os demais componentes do ecossistema. Em função dos processos de decomposição e lixiviação da serrapilheira, os nutrientes podem ser carreados para o solo e novamente absorvidos pelo sistema radicular das árvores e das espécies do sub-bosque (POGGIANI e SCHUMACHER, 2000). Além disso, as árvores influenciam na quantidade e disponibilidade de nutrientes na zona de absorção radicular das culturas associadas, pois suas raízes profundas podem

interceptar os nutrientes lixiviados acumulados no subsolo, geralmente distantes da zona de absorção radicular das forrageiras, e retorná-los à superfície na forma de serrapilheira (PENNEREIRO, 1999).

A análise quantitativa do material orgânico da serrapilheira é muito importante para compreensão da dinâmica e funcionamento dos ecossistemas (ANDRADE *et al.*, 1999). A decomposição e posterior mineralização da matéria orgânica formadora da serrapilheira resultam na liberação dos nutrientes essenciais às plantas, entre eles o P e o K, elementos importantes e escassos nos solos de cerrado, além da matéria orgânica atuar como fonte de energia para a massa microbiana do solo (MARIN, 2002). A camada de serrapilheira, juntamente com a parte aérea e radicular das plantas, também protege o solo dos agentes erosivos e propicia condições para o restabelecimento de suas propriedades físicas, químicas e biológicas (IKPE *et al.*, 2003).

Em Latossolos a matéria orgânica tem grande contribuição na fertilidade, no aumento da capacidade de troca de cátions, na melhoria das características químicas, físicas e biológicas, sendo de fundamental importância na manutenção da sustentabilidade do sistema (OLIVEIRA *et al.*, 2001). A redução nos teores de matéria orgânica do solo tem grande importância no processo de degradação dos pastos, pois a fração mineral dos solos nas regiões tropicais geralmente contribui pouco com a liberação de nutrientes e, além disso, ocorrem processos de imobilização, com a formação de complexos de difícil reversão, entre os nutrientes disponíveis e a própria fração mineral (BRAZ *et al.*, 2004).

Nos Latossolos altamente intemperizados, os atributos físico-químicos da matéria orgânica são de vital importância para a manutenção da qualidade do ecossistema, onde as propriedades das substâncias húmicas da matéria orgânica, têm papel regulador para evitar processos erosivos devido ao escoamento superficial, assim como a percolação de toda água infiltrada.

Além de contribuir para elevar a capacidade de troca catiônica (CTC), o fornecimento de nutrientes a partir da mineralização é fator importante para os Latossolos onde a matéria orgânica é a principal reguladora da CTC (SILVA, 1999). Longo e Espíndola (2000) destacam a importância da matéria orgânica, atuando na contribuição nas cargas negativas dos solos de regiões tropicais. Os solos destas regiões encontram-se em avançado estágio de intemperismo e sofrem intensas perdas de material por lixiviação. Nestes solos, a elevada acidez e a presença de alumínio trocável

(Al³⁺), aliadas à baixa fertilidade, são os principais fatores a restringir a produção (ABREU JÚNIOR *et al.*, 2003).

A matéria orgânica atua nas propriedades do solo como fonte de energia para a massa microbiana e sua mineralização resulta na liberação de nutrientes para a planta, tais como N, P, S, K, Ca e Mg (MARIN, 2002). O processo de decomposição da serrapilheira torna-se mais eficiente quando há presença de leguminosas arbóreas, cuja baixa relação carbono/nitrogênio favorece a atividade dos microrganismos e acelera os processos de decomposição e mineralização dos principais nutrientes do ecossistema (WILSON, 1996). A presença de leguminosas arbóreas em pastagens também tem efeito benéfico sobre a abundância e a diversidade da macrofauna, que se potencializa ao longo do tempo (ALONSO *et al.*, 2005; LOK *et al.*, 2005). Esses fatores favorecem a decomposição da matéria orgânica e a manutenção do ciclo de nutrientes no sistema.

A comunidade da macrofauna do solo utiliza-se da interface solo-serrapilheira-vegetação como habitat, atuando na fragmentação e deterioração da matéria orgânica e na estruturação do solo (CORREIA e ANDRADE, 1999). Além disso, determina as funções que esta fauna vai exercer nos processos físicos, químicos e biológicos do solo.

Em física do solo, a qualidade está associada àquele solo que permite a infiltração, retenção e disponibilização de água às plantas, córregos e subsuperfície; responde ao manejo e resiste à degradação; permite as trocas de calor e de gases com a atmosfera e raízes de plantas; e facilita o crescimento das raízes (REICHERT *et al.*, 2003).

Sistemas de manejo que buscam o menor revolvimento do solo, aliado ao acúmulo de resíduos orgânicos na superfície, promovem a recuperação e a manutenção das características físicas do solo (DA ROS *et al.*, 1997). Os atributos do solo, após sofrerem sucessivas alterações provocadas pelas atividades agrícolas e, conseqüentemente, pelos processos erosivos, apresentam-se de forma diferenciada ao longo da paisagem (BERTOLANI e VIEIRA, 2001), e tendem a um novo estado de equilíbrio, que regulam a manutenção da conservação do solo (SILVA *et al.*, 2005).

Para o monitoramento da qualidade do solo, de forma que possam ser sugeridas modificações nos sistemas de manejo, é necessário definir atributos de solo e do ambiente sensíveis ao manejo e de fácil determinação (MIELNICZUK, 1999). Segundo Ingaramo (2003), para avaliação da qualidade do solo (QS), alguns dos principais atributos físicos considerados adequados para descrevê-lo são: densidade do solo, distribuição do tamanho de poros e porosidade total, distribuição de tamanhos de

partículas, resistência mecânica, condutividade hidráulica, além da profundidade de crescimento das raízes.

A QS pode ser definida como a condição do solo que o caracteriza funcional dentro de um ecossistema, mantendo a qualidade do ambiente, promovendo o desenvolvimento de animais e plantas. Dentro desse conceito, estão envolvidos atributos do solo, também considerados como importantes indicadores. Segundo Santana e Bahia Filho (1998), a avaliação da qualidade do solo pode ser realizada pelo monitoramento de seus atributos ou características físicas, químicas e biológicas. Entre estes, têm sido recomendados aqueles atributos ou indicadores que podem sofrer mudanças em médio prazo, tais como densidade e porosidade, estado de agregação e de compactação, conteúdo de matéria orgânica e nível de atividade biológica. Stenberg (1999) enfatiza que nenhum indicador, individualmente, conseguirá descrever e quantificar todos os aspectos de qualidade do solo, pois deve haver relação entre todos os atributos do solo. Um bom indicador deverá ser sensível às alterações promovidas principalmente pelo manejo e estar correlacionado com as funções desempenhadas pelo solo, sendo ainda de fácil entendimento e compreensão para o agricultor e de mensuração simples e baixo custo. Os indicadores físicos assumem grande importância por estabelecerem relações diretas nos processos hidrológicos, como taxa de infiltração e drenagem além de atuar no escoamento superficial e na formação de erosão. Outra função essencial está associada ao suprimento e armazenamento de água e oxigênio do solo, além do suprimento e armazenamento dos nutrientes (DORAN, 2002).

A presença das árvores traz um efeito positivo sobre a fertilidade do solo principalmente com o aumento da matéria orgânica no solo e a ciclagem dos nutrientes (OLIVEIRA *et al.*, 2000). A utilização de características químicas do solo para avaliar as mudanças ocorridas em função dos seus diferentes tipos de uso, já vem sendo utilizada há vários anos, a fim de identificar qual a melhor maneira de utilização do solo, sem que ocorram maiores impactos na natureza. As raízes profundas das árvores podem interceptar os nutrientes que foram lixiviados das camadas superficiais e se acumularam no subsolo, geralmente fora do alcance do sistema radicular das culturas das pastagens, e retorná-los à superfície na forma de serrapilheira (BHOJVAID e TIMMER, 1998).

Nas pastagens, os nutrientes permanecem, uma pequena parte do tempo, no compartimento planta, e a quantidade de folheto acumulado no solo é pequena, não existindo, praticamente, o horizonte orgânico como nos ecossistemas florestais. As

folhas velhas, estolhos e resíduos animais (fezes e urina) ao serem depositados no solo, sofrem a ação dos microrganismos, sendo rápido o processo de decomposição desses resíduos adicionados (TEIXEIRA *et al.*, 1996). As bases são liberadas da serrapilheira mais rapidamente do que o N, P e S, especialmente aquelas que não fazem parte da estrutura da planta como o K, que são removidas sem que seja necessário haver decomposição da matéria orgânica (TRIPATHI e SINGH, 1992).

Carvalho (1998a) comparou as espécies de angico-vermelho e jacarandá-branco quanto aos seus efeitos sobre a disponibilidade e composição mineral da *B. decumbens*, e observou que, nas árvores de angico-vermelho, as concentrações de nitrogênio e potássio nas folhas verdes da gramínea foram significativamente maiores em amostras coletadas sob as copas do que em área fora da influência das copas, mostrando o incremento nos teores desses elementos na forrageira nos locais onde o aporte de matéria orgânica é maior.

A absorção do potássio pelas plantas se dá na forma de íon hidratado positivo monovalente (K^+). O potássio trocável e o potássio em solução do solo, em conjunto, representam a reserva imediata de K para a planta. O teor de K aproximadamente constante no solo é mantido pela liberação de K de formas não-trocáveis (K^- estrutural). Em solos tropicais, a reserva de K estrutural é baixa (TISDALE, 1993), havendo deficiência de K em muitas áreas com pastagens.

Em trabalho realizado por Souza e Alves (2003), foi identificado que a utilização do solo com pasto e seringueira, não aumentou os valores de P, K, Ca e Mg em relação ao cerrado nativo. Com isso vindo a confirmar a dificuldade que existe para melhoria das características químicas em sistemas de uso do solo que não recebem adições externas de produtos a base desses nutrientes.

O plantio de árvores, especialmente espécies da família fabaceae, pode favorecer a melhoria do solo sobre o qual se desenvolvem (FISHER, 1990). Espécies arbóreas fixadoras de N podem aumentar o conteúdo desse elemento no solo, pela fixação do N_2 da atmosfera, através da associação simbiótica com bactérias diazotróficas, tendo como consequência o aumento do teor de proteína bruta da forragem (CARVALHO *et al.*, 2003). O aumento da matéria orgânica também poderá ser obtido, proporcionando a melhoria das condições químicas do solo (CARVALHO, 1998a).

São diversas as causas apontadas como responsáveis pela melhoria da fertilidade do solo sob a copa das árvores, entre as quais se destacam: a) deposição de nutrientes absorvidos no subsolo sob a copa das árvores ou na área adjacente à copa; b) fixação de

N atmosférico por muitas árvores leguminosas e algumas não-leguminosas; c) elevação da MO do solo, via deposição de serrapilheira e decomposição de raízes, com conseqüente aumento de sua capacidade de troca de cátions e de retenção de nutrientes; d) redução da perda de nutrientes por erosão e lixiviação; e) deposição de nutrientes, contidos na água de chuva e na poeira atmosférica, que foram interceptados pela copa das árvores; e f) deposição de nutrientes pela fauna (animais domésticos, pássaros, etc.) que utiliza as árvores como abrigo (YOUNG, 1997).

Vários são os trabalhos que observaram aumento nos teores de nutrientes em solos coletados sob a copa de árvores (VELASCO *et al.*, 1999; DURR e RANGEL, 2002). Andrade *et al.* (2002) trabalhando com árvores de *Stryphnodendron guianense* na Amazônia encontraram valores elevados de elementos químicos nos solos sob a copa dessa espécie. Com isso a paisagem de um Ssp com leguminosas arbóreas deve considerar os benefícios que pode trazer à fertilidade do solo, além da sua capacidade de resistir ao pastejo, e o conforto térmico proporcionado aos bovinos (DIAS, 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Fazenda Gogó da Ema, localizada a 21° 07' 32.85" S e 55° 47' 45.53" W, distante 4 km da cidade de Nioaque – MS, na altitude de 276 m, durante o mês de setembro de 2008. O clima é classificado como tropical (Aw), com estação seca de inverno em transição com temperado úmido (Cfa) com verão quente, segundo classificação climática de Köppen. A precipitação anual varia de 1500 a 1750 mm, o excedente hídrico anual é de 800 a 1200 mm (durante 5 a 6 meses) e deficiência hídrica de 350 a 500 mm durante 4 meses (IBGE, 2000), com temperatura média anual de 23 a 26° C. A área está sobre um Latossolo Vermelho Distrófico, cuja composição granulométrica de amostra coletada de 0 a 20 cm, determinada segundo Claessen (1997), foi 98 g kg⁻¹ de argila, 13 g kg⁻¹ de silte e 889 g kg⁻¹ de areia.

A área (Figura 3), originalmente sob vegetação de Cerrado em transição com Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica), é atualmente ocupada com pastagem de *Brachiaria decumbens*, destinada à pecuária de corte, sombreada por espécies arbóreas, predominantemente a Sucupira - Branca (*Pterodon emarginatus* Vogel), e de acordo com histórico da área nunca houve qualquer adição de corretivo ou fertilizante.

Foram selecionadas cinco árvores de Sucupira - Branca representadas por indivíduos adultos e saudáveis, distantes entre si pelo menos 50 metros, com altura e porte semelhantes. No entorno de cada árvore escolhida, de forma radial a partir do tronco, foram traçadas seis linhas transectas, com ângulo de abertura de 60° entre uma e outra, com comprimento de 30 metros. Ao longo de cada linha transecta foram marcadas as parcelas a cada 5 metros, totalizando seis unidades para cada transecto. As parcelas foram marcadas no ponto de intersecção entre as linhas transectas e as circunferências ao redor das árvores. Sobre estas parcelas foram realizadas as coletas de amostras de serrapilheira, de gramínea e de solo.



FIGURA 3. Imagem de satélite (GeoEye-1, 2/abr./2007), com as 5 árvores selecionadas para realização do experimento. Nioaque – MS, 2008.

Foram realizadas medições dendrométricas das cinco árvores estudadas (Quadro 1). As alturas das árvores e de seus fustes foram obtidas por meio do hipsômetro de Blume-Leiss. Para as determinações da circunferência à altura do peito (CAP) para posterior determinação do diâmetro à altura do peito (DAP) foi utilizada uma fita métrica.

QUADRO 1. Valores dendrométricos das cinco árvores de *P. emarginatus* selecionadas para a realização do estudo.

Árvore	CAP (m)	DAP (m)	Fuste (m)	Altura (m)	Raio médio copa (m)
1	1,84	0,59	5,04	21,29	7,51
2	2,00	0,64	5,00	22,82	8,77
3	1,82	0,58	7,33	20,17	5,51
4	2,24	0,71	9,29	25,25	8,03
5	2,28	0,73	4,11	28,03	9,91
Raio médio das copas (m)					7,95

Para coleta de serrapilheira foi utilizado um quadrado de 0,5m x 0,5m lançado próximo ao centro das parcelas, sendo coletado todo material contido na área do quadrado. Todo material de serrapilheira contido no interior do quadrado, foi recolhido e acondicionado em sacos de papel, pesados, pré-secos em estufa de circulação de ar em temperatura de 65°C até obtenção de peso constante, e em seguida foi estimado o peso de biomassa seca por metro quadrado.

A amostra da forragem foi coletada na mesma parcela onde foi recolhida a serrapilheira, composta por seis subamostras, coletadas em cada anel concêntrico ao caule. Coletou-se a parte aérea da gramínea a 10 cm do solo, que foi embalada em sacos plásticos e acondicionada em geladeira para aguardar o transporte ao laboratório. Efetuou-se então, a separação morfológica da gramínea em colmo + bainha, lâminas foliares verdes e material morto. Todo material vegetal foi pesado e acondicionado em sacos de papel, pré-secos em estufa de circulação de ar contínua a 65°C, até peso constante, e as lâminas moídas e passadas em peneira de 1 mm para a realização das análises químicas. As amostras de lâminas verdes foram analisadas quanto aos teores de nitrogênio total pelo processo de digestão conforme método micro Kjeldahl (SARRUGE e HAAG, 1974), para posterior estimativa da proteína bruta (PB), usando fator 6,25 para conversão de nitrogênio em proteína bruta (AOAC, 1970), fibra em detergente neutro (FDN) utilizando o método proposto por Van Soest *et al.* (1991) e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) pelo método de Tilley e Terry (1963). Estas análises foram efetuadas no Laboratório de Forragicultura da Faculdade de Ciências Agrárias na Universidade Federal da Grande Dourados e no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em Campo Grande – MS.

Em cada parcela foi coletada uma amostra de solo com estrutura preservada, para determinação da densidade, resistência à penetração e porosidade do solo, na profundidade de 0 a 0,10m. As amostras foram saturadas por meio da elevação gradual de uma lâmina de água até atingir cerca de 2/3 da altura do anel e realizado o procedimento para obtenção da microporosidade pelo método da mesa de tensão (CLAESSEN, 1997) até atingirem o equilíbrio na tensão de 0,06 MPa. Em seguida foram submetidas à análise de resistência do solo à penetração, utilizando um penetrógrafo eletrônico com velocidade constante de penetração de 1 cm min⁻¹, com diâmetro de base da haste de 4 mm e semi-ângulo de 30°, desenvolvido por Serafim (2007). As amostras obtidas nos 5 mm superiores e inferiores da amostra foram

descartadas, visando eliminar o efeito da periferia da amostra (BRADFORD, 1986). Após a determinação da resistência à penetração, as amostras foram levadas à estufa a 105°C, por 48 horas, determinando-se então a umidade volumétrica e posteriormente a densidade do solo pelo método do anel volumétrico. A porosidade total e a macroporosidade foram obtidas como proposto em Claessen (1997). Estas análises foram processadas no Laboratório de Física de Solos da Faculdade de Ciências Agrárias na Universidade Federal da Grande Dourados.

Amostras de solo com estrutura deformada foram coletadas para determinação de atributos químicos do solo, sendo cada amostra composta por seis subamostras simples, coletadas nos pontos de amostragem de mesma distância em relação ao caule das árvores. Foram coletadas na profundidade de 0-20 cm por meio de um trado tipo holandês. Após secagem, as amostras foram destorroadas, passadas por peneira de 2 mm e submetidas às análises químicas. O P (fósforo) e o K (potássio) foram extraídos em solução Mehlich 1, tendo sido determinadas suas concentrações respectivamente, por meio de colorimetria após redução do complexo fosfomolibídico com ácido ascórbico e fotometria de chama. Os teores de Ca (Cálcio) e Mg (magnésio) trocáveis foram quantificados a partir de extração com KCl 1,0 mol L⁻¹ e determinados por espectrofotometria de absorção atômica. O pH foi determinado em CaCl₂ por potenciometria. O Al³⁺ trocável foi extraído com KCl 1,0 mol L⁻¹ e determinado por titulação com NaOH a 0,01 mol L⁻¹. O H+Al foi extraído com acetato de cálcio 1,0 mol L⁻¹ em pH 7,0 e quantificado por titulometria com NaOH. A matéria orgânica foi determinada por meio da oxidação com dicromato de potássio 1,0 mol L⁻¹ em meio sulfúrico e titulado com sulfato ferroso amoniacal 0,5 mol L⁻¹, segundo metodologia proposta por Claessen (1997).

Os dados obtidos foram submetidos a análises de regressões simples; também foram realizadas análises de correlação de Pearson, bem como verificação da significância dos coeficientes de correlação, além de análises gráficas. Utilizou-se o aplicativo computacional SAEG versão 9.1 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação e discussão dos resultados foi dividida em três partes, de acordo com as análises realizadas, a saber: a) Serrapilheira; b) Forragem e c) Atributos físicos e químicos do solo.

4.1. Serrapilheira

Na Figura 4 observa-se a distribuição da biomassa seca de serrapilheira no entorno das árvores ($P < 0,01$), sendo encontrado maior massa de material próximo ao caule, decrescendo segundo o modelo logarítmico. Assim, uma maior concentração de serrapilheira próximo ao caule, pode modificar a velocidade de decomposição e a liberação de nutrientes para o solo (BEGON *et al.*, 1996).

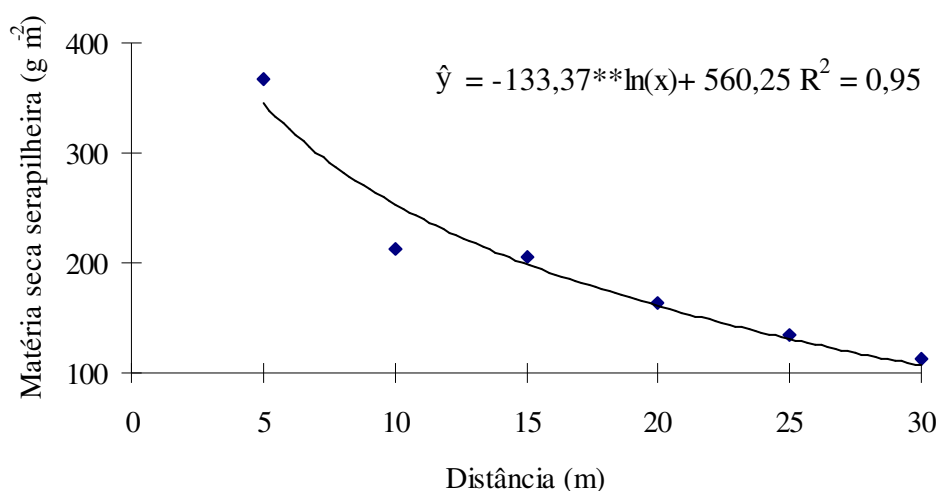


FIGURA 4. Valores médios da matéria seca da serrapilheira (g m^{-2}) em função da distância (m) do caule das árvores de *Pterodon emarginatus*.

Foi observado no momento da coleta, que o material mais encontrado na serrapilheira se constituía de folhas, sementes, pequenos ramos e flores. Autores sugerem que a maior deposição de folhas de espécies semidecíduas ocorre no final da estação seca (agosto-setembro) (MARTINS e RODRIGUES, 1999; WERNECK *et al.*, 2001), o que é típico de Florestas Estacionais Semidecíduais, como resposta da vegetação à estacionalidade climática. Apesar de não realizadas coletas em épocas

chuvosas provavelmente esses valores representam o valor máximo de serrapilheira a ser encontrada na área durante o ciclo das estações climáticas.

O volume de material orgânico formador da serrapilheira sobre os anéis de cinco metros locados sob as copas das árvores, foi três vezes superior ao observado a trinta metros. Este fato demonstra que as árvores de Sucupira depositam grande quantidade de detritos orgânicos ao sistema silvipastoril estudado, contribuindo para obtenção de maiores teores de material orgânico detectados na camada superficial do solo, sob a copa das árvores. O raio médio das copas das árvores está próximo dos 10 metros, comprovando que a maior parte do material depositado pelas árvores está sob suas copas. A maior parte desse aporte de material orgânico ocorre durante o período seco do ano, quando as árvores perdem suas folhas e dispersam seus frutos (WERNECK *et al.*, 2001).

O acúmulo de material formador da serrapilheira sob as condições favoráveis de decomposição, ambiente esse comumente encontrado sob as copas das árvores, tal como maiores níveis de umidade, são importantes fatores que favorecem os atributos químicos e físicos do solo e, conseqüentemente, interferem no desenvolvimento da gramínea. A taxa de decomposição da serrapilheira pode ser atribuída ao tipo de cobertura vegetal, à qualidade do material, à atividade da fauna do solo e às condições ambientais, especialmente temperatura e umidade (CÉSAR, 1993). Além disso, essa maior quantidade de material orgânico da serrapilheira pode proporcionar condições para maior atividade biológica no solo sob a copa das árvores (YOUNG, 1997).

4.2. Atributos qualitativos da forragem

Os dados de digestibilidade *in vitro* da matéria seca das lâminas da gramínea aumentou à medida que se distanciou do caule das árvores ($P < 0,01$), apresentando um ajuste logarítmico na análise de regressão (Figura 5).

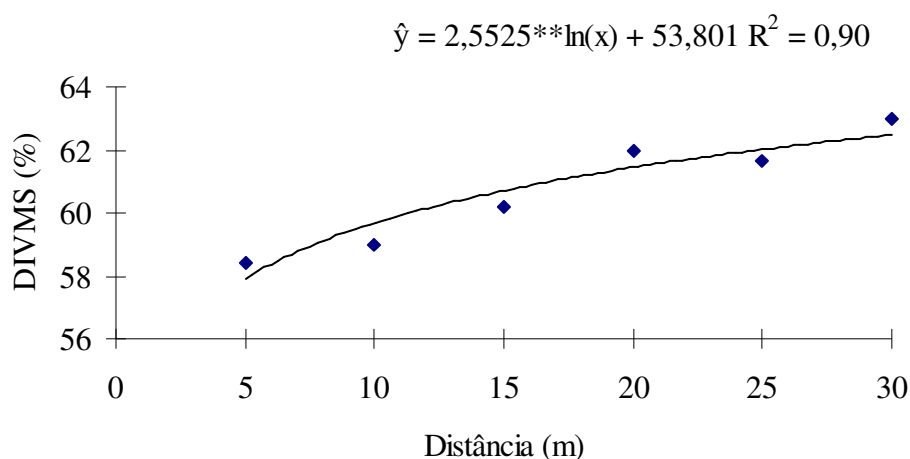


FIGURA 5. Valores médios da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (%) de lâminas foliares de *B. decumbens* em função da distância (m) dos caules de *Pterodon emarginatus*.

Tais resultados corroboram com os determinados por Sousa *et al.* (2007), em estudo do valor nutritivo de *B. brizantha* cv. Marandu. Os autores relataram aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca, com a diminuição do sombreamento de *Zeyheria tuberculosa*. Entretanto, na literatura existem resultados bastante conflitantes com relação à influência do sombreamento sobre a digestibilidade e teor de FDN. Tais resultados se devem ao fato da interação do genótipo quanto à adaptação ao sombreamento e a outros fatores como latitude, longitude, temperatura e pluviosidade que segundo Van Soest (1994) interferem no potencial qualitativo da forragem.

Em trabalho realizado por Paciullo *et al.* (2007) estudando em sistema silvipastoril a gramínea *B. decumbens* cv. Basilisk cultivada em condições de sombreamento por árvores e a sol pleno, observaram que o sombreamento provocado pela presença das árvores, possibilitou a redução do teor de FDN, e incrementou a DIVMS. Já Denium *et al.* (1996) observaram efeito positivo para a *Setaria anceps*, negativo para *P. maximum* cv Trichoglume e ausência de efeito para *B. brizantha* cv Marandu.

Norton *et al.* (1991) estudaram o efeito do sombreamento sobre a qualidade de cinco gramíneas tropicais e concluíram que, para as gramíneas estudadas, entre elas *B. decumbens*, o sombreamento com 50% teve pouco efeito sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. O efeito do sombreamento na digestibilidade *in vitro* é variável com a espécie, nível de sombreamento e época do ano. De acordo com Samarakoon *et al.*

(1990), o efeito do sombreamento na digestibilidade *in vitro* pode ser positivo, negativo ou nulo, dependendo do balanço das alterações nos demais componentes dos tecidos vegetais. Alguns pesquisadores têm associado a menor qualidade de forragem em gramíneas sombreadas à menor digestibilidade *in vitro*, decorrente do aumento do conteúdo de lignina (BELSKY, 1992; LIN *et al.*, 2001), da redução dos teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) ou do aumento do conteúdo de paredes celulares (CPC) nos tecidos das plantas (BELSKI, 1992), o que explica o aumento nos valores de FDN sobre o efeito do sombreamento (Figura 6).

Observando a Figura 6, é possível verificar que o teor de FDN de *B. decumbens* foi maior sob o efeito do sombreamento do que em relação à gramínea exposta a pleno sol ($P < 0,05$). Trabalhando com *Brachiaria brizanta* cv Marandu, Sousa *et al.* (2007), obtiveram teores de FDN maiores em sombreamento que em áreas a pleno sol. De acordo com Nussio *et al.* (1998), o aumento do teor de FDN leva a uma queda nos valores da digestibilidade da matéria seca, o que é comprovado pela correlação negativa entre digestibilidade e FDN ($-0,7948^*$) estudado neste trabalho.

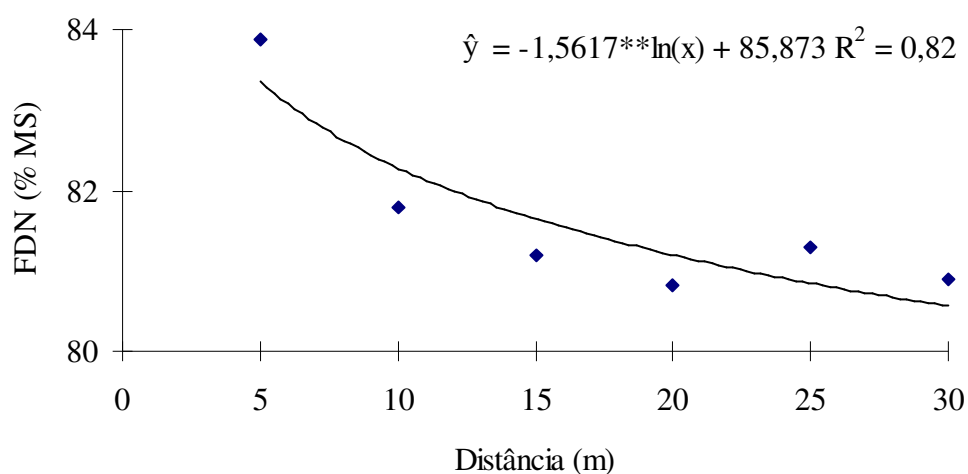


FIGURA 6. Teor de Fibra em Detergente Neutro (%) de lâminas foliares de *B. decumbens* em função da distância (m) dos caules de *Pterodon emarginatus*.

Na Figura 7, observa-se que o teor de proteína bruta na gramínea diminui com a distância, segundo o ajuste matemático quadrático ($P < 0,05$). O aumento nos teores de proteína bruta, observados a partir dos 25 metros, se deve provavelmente à influência das árvores que estão fora da circunferência correspondente a 30 metros, e que projetam

suas sombras sobre a área estudada. Estes resultados demonstram que a presença das árvores de sucupira nas pastagens incrementa os teores de proteína na gramínea crescendo sob suas copas, já que o teor de proteína bruta das gramíneas sombreadas foi superior ao das não-sombradas, o que é afirmado pelo diâmetro médio dos raios das copas das árvores.

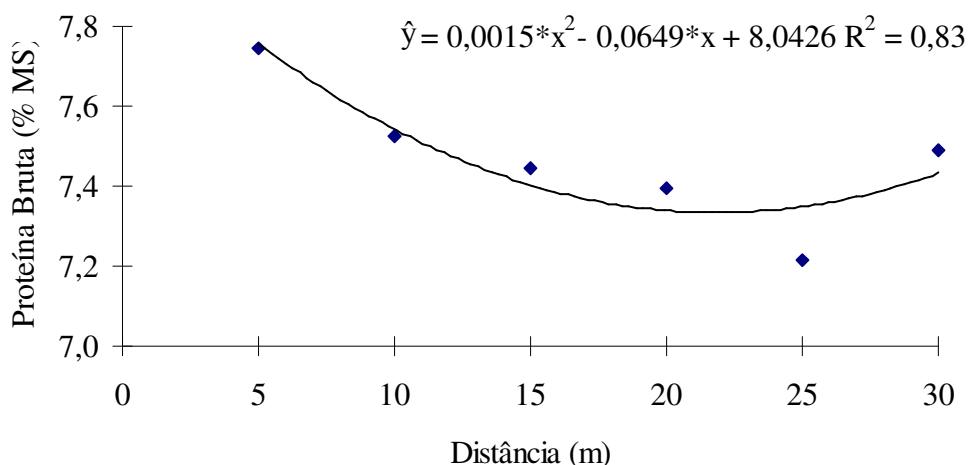


FIGURA 7. Valores médios de Proteína Bruta (%) de lâminas foliares de *B. decumbens* em função da distância (m) dos caules de *Pterodon emarginatus*.

De acordo com Minson (1990), o teor de 7 a 8% de PB na massa seca da forrageira constitui a exigência mínima de bovinos. Verifica-se no sistema silvipastoril analisado, que os teores de PB encontrados na época seca atenderam esse requisito.

Conforme resultados obtidos por Carvalho (2001), durante o período de menor precipitação pluviométrica as plantas permanecem de coloração verde intensa quando se desenvolvem sob sombreamento, o que contribui para a manutenção dos teores de PB em níveis elevados. Os resultados apresentados foram obtidos de amostras coletadas no final da época da seca, e corroboram com a descrição relatada pelo autor. Maiores teores de PB em *B. decumbens* sombreada em relação às áreas sem sombra também foram observadas em outros estudos, tanto com sombreamento natural (CARVALHO *et al.*, 1997) como artificial (CASTRO *et al.*, 1999), devido ao maior aporte de serrapilheira e liberação de nutrientes nas áreas sombreadas. Silva *et al.* (2008), trabalhando com *B. brizantha* cv Marandu e quatro espécies de leguminosas no estado do Rio de Janeiro, observaram que os teores de PB na época da seca, foram maiores quanto mais próximos ao tronco.

De acordo com Durr e Rangel (2000) e Xavier *et al.* (2003), esse aumento nos teores de PB está associado à melhoria da fertilidade do solo. Dias *et al.* (2006), atribuíram também os níveis elevados de N na forragem a maior fertilidade do solo nas áreas sob influência das árvores. Na literatura encontram-se relatos que o efeito positivo do sombreamento nos teores de PB é resultado do aumento da concentração de nitrogênio no solo. A sombra possibilita maior retenção de água no solo, cujo efeito positivo sobre a atividade microbiana, resulta em maior decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nitrogênio (WILSON, 1998). No presente trabalho se observou que o maior acúmulo de serrapilheira próximo do caule, diminuindo com a distância deste, se correlaciona com o acréscimo nos teores de proteína bruta da matéria seca da gramínea e houve correlação positiva e significativa para esses fatores (0,8174*).

4.3. Atributos físicos e químicos do solo

Observa-se que a densidade do solo apresentou seus menores valores nas áreas próximas ao tronco da árvore (Figura 8), aumentando com a distância ($P < 0,05$). Isso pode ocorrer pela influência do acúmulo de serrapilheira.

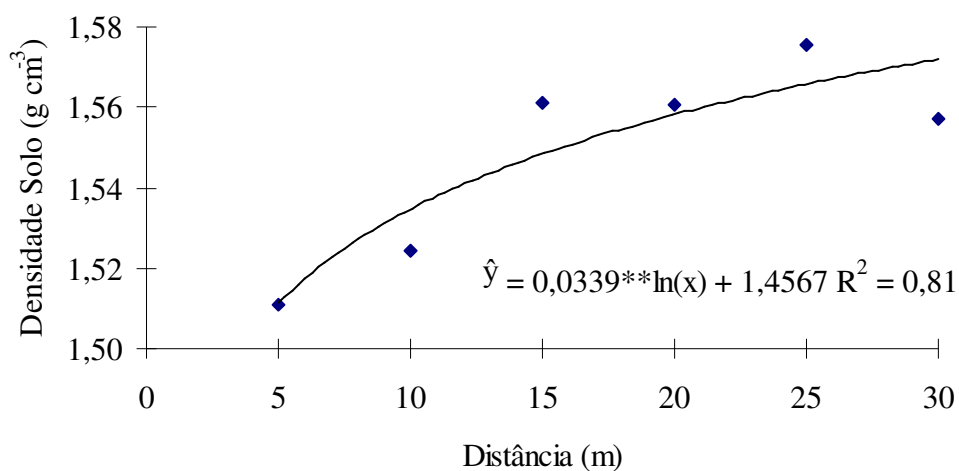


FIGURA 8. Valores médios de Densidade do solo (g cm^{-3}) em função da distância (m) dos caules de *Pterodon emarginatus*.

Em estudos relacionados à física dos solos, Dias Junior e Miranda (2000) obtiveram resultados que demonstram a contribuição do acúmulo da matéria orgânica na diminuição dos valores de densidade do solo. Fato que também é relatado por

Marcolin (2006). A partir dos 15 metros são encontrados os maiores valores de densidade do solo, devido provavelmente ao menor acúmulo de serrapilheira. A correlação (-0,8386*) entre densidade do solo e a serrapilheira nesse trabalho comprova a relação da matéria orgânica proveniente da serrapilheira com a densidade do solo. Especialmente em solos de textura mais grosseira, a matéria orgânica apresenta grande influência na estrutura do solo.

Como visto anteriormente (Figura 4), próximo ao caule ocorre o maior acúmulo do material orgânico. Segundo Bayer e Mielniczuk (1999), a principal influência da matéria orgânica sobre as propriedades físicas do solo está ligada à agregação, a partir deste efeito, indiretamente são afetados os demais atributos físicos do solo.

A densidade do solo representa a razão entre a massa de sólidos e o volume de vazios do solo (REICHARDT e TIMM, 2004), dessa forma a porosidade está relacionada com a densidade do solo. A correlação negativa encontrada nesse trabalho entre porosidade total e a densidade do solo foi de -0,7649*. Ao contrário da densidade do solo os valores de porosidade total (Figura 9) diminuíram conforme aumentava a distância do caule da árvore ($P < 0,05$).

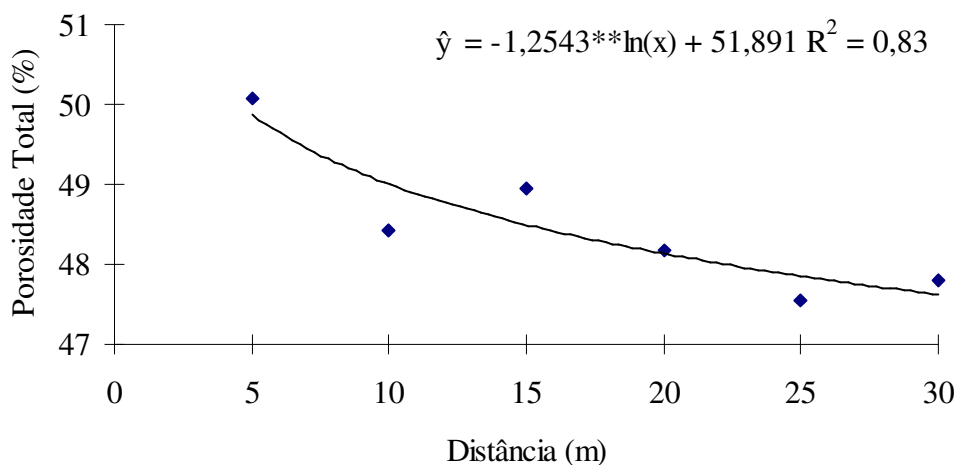


FIGURA 9. Valores médios de Porosidade total (%) em função da distância (m) dos caules de *Pterodon emarginatus*.

Para os mesmos autores, isso se deve ao fato que, quanto maior a densidade, maior a quantidade de material sólido em um mesmo volume de solo, o que acarreta diminuição do volume de espaço poroso. Além disso, a maior concentração de serrapilheira encontrada com a proximidade dos caules favorece a estrutura do solo e

com isso aumenta a porosidade total (BAYER e MIELNICZUK, 1999). De acordo com Metzner *et al.* (2003), em solo onde não há o revolvimento periódico e intensivo, a matéria orgânica participa como estabilizador dos agregados preservando boas condições estruturais. Pode-se observar tal fato pela correlação obtida entre a massa da matéria seca de serrapilheira e a porosidade total (0,9615**).

Avaliando a microporosidade (Figura 10), notou-se um aumento da porcentagem de microporos com a distância do caule das árvores ($P < 0,05$).

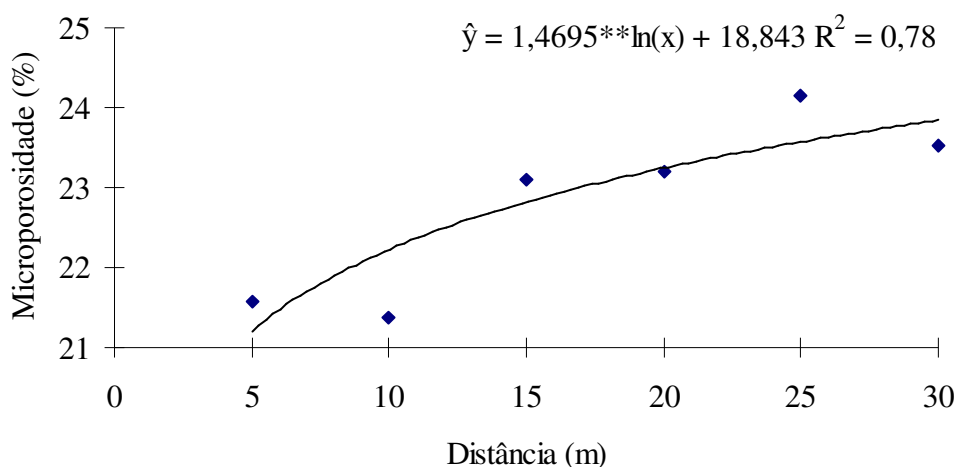


FIGURA 10. Valores médios de microporosidade do solo (%) em função da distância (m) dos caules de *Pterodon emarginatus*.

Importante citar a relação do aumento da microporosidade à medida que se aumenta a densidade do solo (CERRI *et al.*, 1991). Neste trabalho, a correlação positiva entre microporosidade e densidade do solo foi de 0,739*. A maior microporosidade a partir dos 15 metros assim como ocorre para a densidade do solo pode estar relacionada aos menores teores de material orgânico (Serrapilheira).

O aumento da microporosidade para solos arenosos pode ser benéfico ao desenvolvimento das raízes, pois a água retida no solo disponível para as plantas encontra-se dentro da faixa dos microporos. Portanto, em algumas situações, pequenos aumentos da microporosidade podem promover o aumento da água disponível no solo (RESENDE *et al.*, 2007).

O maior acúmulo de matéria orgânica nas áreas mais próximas ao caule da árvore, favorece a formação de agregados maiores e, por consequência, ocorrem ali menores valores de microporos tendência semelhante à apresentada para porosidade

total e inversa a microporosidade. Avaliando a macroporosidade (Figura 11), observa-se um decréscimo da percentagem de macroporos com a distância do caule da árvore ($P < 0,05$), confirmando a influência da matéria orgânica sobre a agregação no solo. A correlação entre macroporos e porosidade total encontrada nesse trabalho foi de 0,8454*.

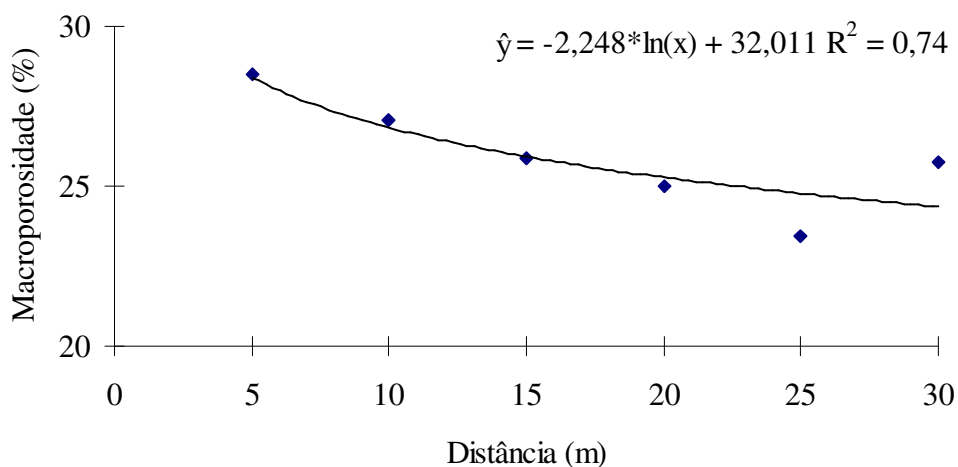


FIGURA 11. Valores médios de macroporosidade do solo (%) em função da distância (m) dos caules de *Pterodon emarginatus*.

A análise dos dados revelou alta correlação entre a resistência à penetração (Figura 12) e a densidade do solo (0,8428*) sendo que, assim como a densidade, a resistência à penetração aumenta com a distância dos caules ($P = 0,15$). Esse resultado corrobora com Bergamin (2009) que afirma que a variação nos valores de resistência à penetração acompanha a densidade do solo. Além disso, segundo Marcolin (2006), o aumento de matéria orgânica promove diminuição da resistência à penetração, indicando efeito benéfico da matéria orgânica sobre esse atributo.

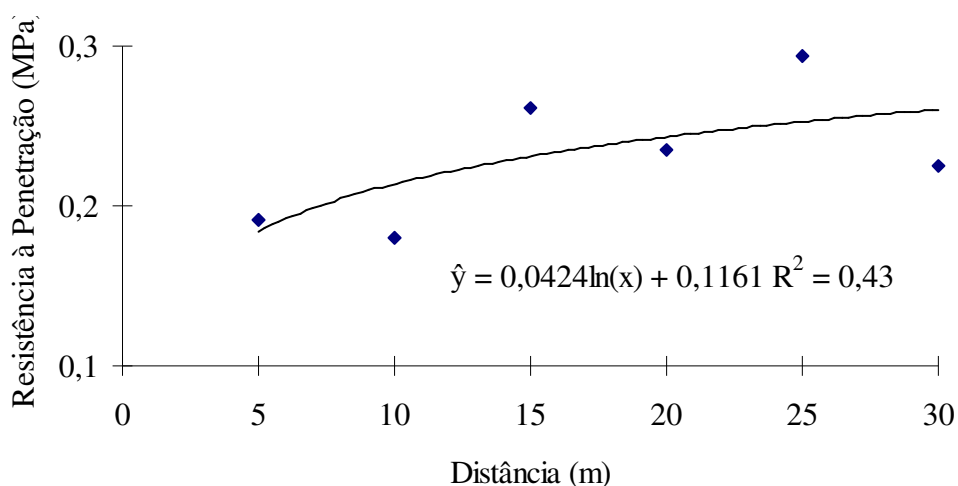


FIGURA 12. Valores médios de Resistência à Penetração (MPa) em função da distância (m) dos caules de *Pterodon emarginatus*.

Diversos estudos com sistemas silvipastoris têm demonstrado o efeito positivo da presença das árvores sobre a fertilidade do solo, sendo o aumento da matéria orgânica no solo o efeito mais amplamente constatado (JOFFRE *et al.*, 1988; BELSKY *et al.*, 1989; OLIVEIRA *et al.*, 2000).

A distribuição do potássio no solo ao redor das árvores (Figura 13) apresentou tendência de diminuição exponencial com a distância ($P=0,14$), sendo os maiores teores encontrados nos primeiros metros. Isso pode estar relacionado ao maior acúmulo de serrapilheira nesta mesma área. Além disso, sendo o K um elemento que não é constituinte estrutural da matéria orgânica, ele é rapidamente liberado para a solução do solo, de onde é mais rapidamente absorvido pelas gramíneas, pois estas são eficientes na reciclagem dos nutrientes. Essa rápida ciclagem pode estabilizar seus teores no sistema.

O potássio, juntamente com o nitrogênio, são os nutrientes mais extraídos pelas gramíneas forrageiras (CARVALHO *et al.*, 2006), mantendo os nutrientes em sua constituição. Para Lustosa (1998), as gramíneas são capazes de recuperar de 40 a 55 % de potássio, comprovando a eficiência na ciclagem desse elemento.

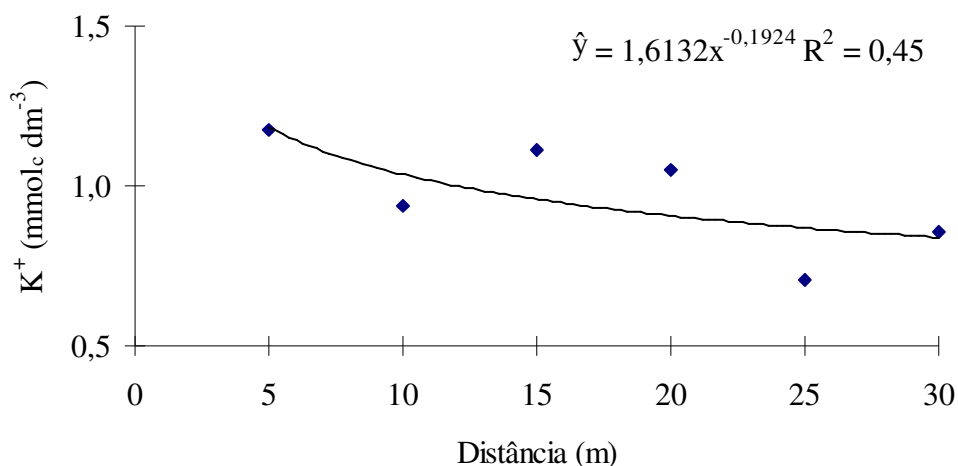


FIGURA 13. Valores médios de potássio do solo ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) em função da distância (m) dos caules de *Pterodon emarginatus*.

A gramínea sob o efeito da copa da árvore, local este influenciado pelo maior acúmulo de matéria orgânica proveniente da serrapilheira, possui uma fonte maior e melhor de nutrientes, inclusive do potássio, pois ocorre nessas áreas uma maior reciclagem de nutrientes em comparação às áreas de menor acúmulo de serrapilheira.

Jofre *et al.* (1988), Velasco *et al.* (1999) e Durr e Rangel (2002) observaram aumento nos teores de potássio e outros nutrientes em amostras de solo coletadas sob a copa de árvores em relação àquelas coletadas em áreas de pastagens sem árvores. Andrade *et al.* (2002) trabalhando com árvores de Baginha (*Stryphnodendron guianense*) na Amazônia ocidental encontraram valores elevados de potássio além de outros elementos sob a copa dessa leguminosa nos vinte primeiros centímetros do solo.

A correlação entre o potássio e a deposição de serrapilheira foi de 0,7392*, o que comprova que esta fonte de matéria orgânica é um importante fornecedor desse elemento para o solo e, conseqüentemente, para a gramínea. Assim, a retirada dos animais da área permite a exportação de nutrientes, o que contribui para a redução do potássio em toda a área de pastagem.

Segundo Vital *et al.* (2004), o retorno dos nutrientes provenientes de serrapilheira obedece a seguinte ordem: $N > Ca > K > Mg > P$. A distribuição dos elementos químicos no solo não apresentou a mesma tendência da serrapilheira em relação à distância. Para os teores de Ca e Mg (Figuras 14 e 15) o melhor ajuste matemático se deu com o modelo quadrático ($P=0,32$ e $P<0,05$, respectivamente), sendo que os maiores teores de Ca e Mg foram verificados a uma distância entre 15 e 20 m do

caule, demonstrando que existe maior absorção desses elementos pela árvore provavelmente nos 15 primeiros metros, faixa onde provavelmente encontram-se boa parte das raízes da Sucupira.

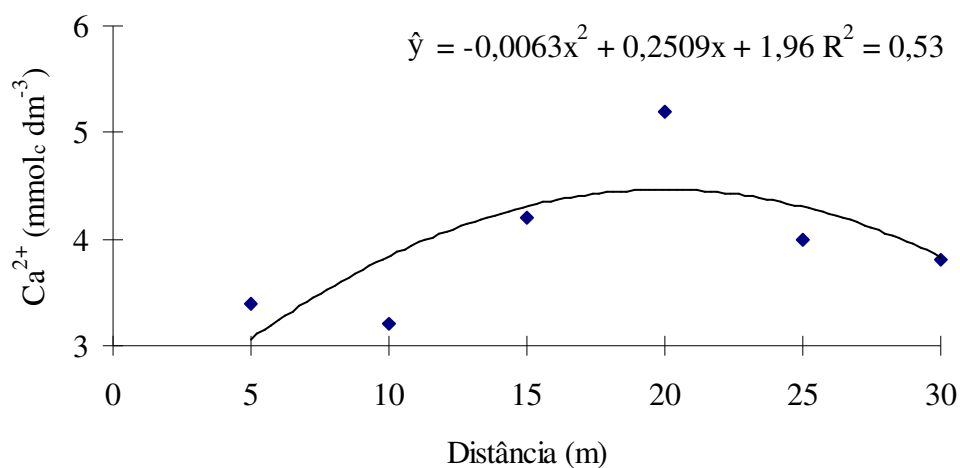


FIGURA 14. Valores médios de cálcio do solo (mmol_c dm⁻³) em função da distância (m) dos caules de *Pterodon emarginatus*.

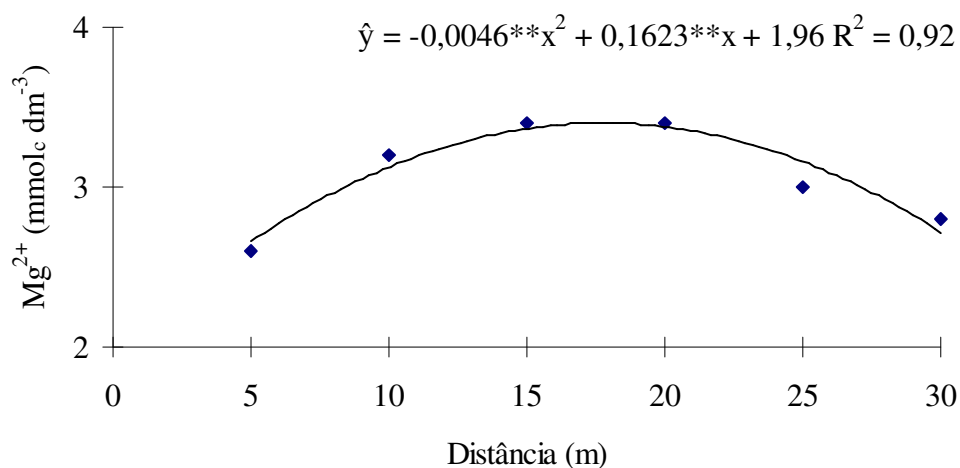


FIGURA 15. Valores médios de magnésio do solo (mmol_c dm⁻³) em função da distância (m) dos caules de *Pterodon emarginatus*.

As maiores concentrações de K, Ca e Mg são encontradas nos primeiros 10 cm de profundidade do solo (ARATO *et al.*, 2003), devido ao maior acúmulo de material orgânico nessa primeira camada.

A concentração de Al no solo foi maior nos primeiros metros com ajuste do modelo logarítmico ($P < 0,05$) (Figura 16). Teores elevados de Al foram encontrados

próximo ao caule das árvores, apresentando tendência inversa às concentrações de Ca e Mg, o que pode ser resultado de maior concentração de Ca e Mg na fitomassa.

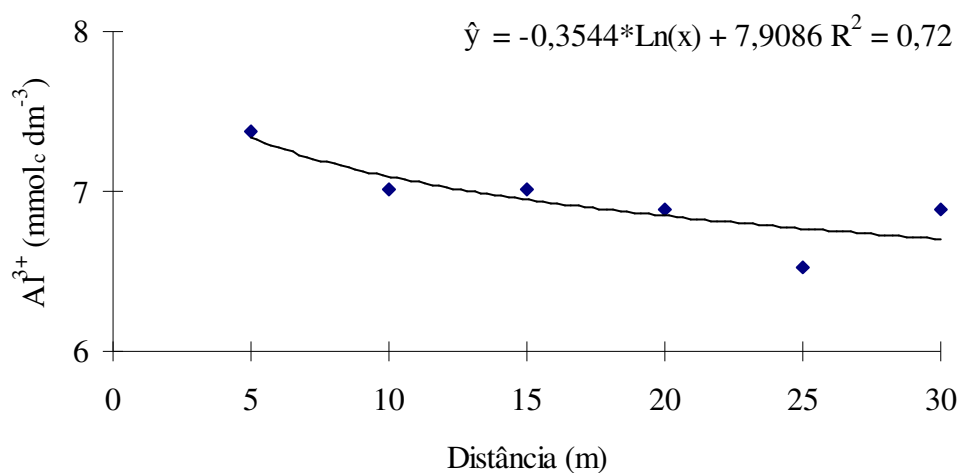


FIGURA 16. Valores médios de alumínio trocável do solo (mmol_c dm⁻³), em função da distância (m) dos caules de *Pterodon emarginatus*.

Observou-se, de maneira geral, a presença de alumínio trocável e pobreza em bases, refletindo uma baixa fertilidade natural do solo estudado, o que se deve provavelmente à pobreza do material de origem, às intensas condições de intemperismo e a exploração pecuária, fatores que podem ter, ao longo dos anos, favorecido diversas formas de remoção das bases.

5. CONCLUSÕES

A matéria orgânica da serrapilheira, oriunda da deposição de material morto das árvores de *Pterodon emarginatus* Vogel, interfere de forma positiva quanto aos atributos físicos do solo, promovendo melhoria na qualidade estrutural do solo em função da decomposição da serrapilheira.

O sombreamento ocasionado pelas árvores de Sucupira – Branca, no sistema silvipastoril, interfere no valor nutritivo do capim-braquiária, pois possibilita aumento dos teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro, e reduz a digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Se o produtor manejar o pasto com base na oferta de forragem, ou seja, lotação flexível, poderá retardar o efeito da queda de vigor do pasto visto que as árvores favorecem os atributos físicos e químicos do solo, fator este considerado um dos responsáveis pela degradação do pasto.

Uma boa distribuição de árvores na pastagem além de favorecer os atributos químicos e físicos do solo também auxilia no manejo do pasto, e isto permite a maior distribuição de animais na área.

Nessa distância não ocorre interferência das árvores no teor de proteína bruta da dieta, visto que a variação foi baixa em função do sombreamento, mas acima do limite crítico e abaixo do recomendado para ganho em peso (12,0%). Euclides *et al.* (1993) cita que o maior desempenho de bovinos de corte é obtido com teores de proteína em torno de 12%. Entretanto, o alto sombreamento do pasto por meio de maior densidade de árvores, poderá interferir negativamente no consumo de forragem, tendo em vista os maiores teores de FDN e menor digestibilidade do capim-braquiária.

Os maiores teores de cálcio e magnésio aumentaram com a distância do caule, atingindo valores máximos entre 15 e 20 metros dos caules. Esse fato pode ser explicado pela utilização desses elementos pelas árvores, que têm um raio de ação do sistema radicular, em torno de 15 metros. A partir dessa distância os teores de Ca e Mg decresceram novamente, devido à absorção destes por outras arvores próximas. Com base nos resultados das análises físicas e químicas do solo pode-se inferir que a melhor distância entre as árvores de Sucupira - Branca na pastagem deve estar entre 30 e 40m.

Estudos que busquem determinar a densidade de espécies arbóreas em sistemas silvipastoris e as relações entre árvore - solo - forragem, podem ajudar de forma prática o pecuarista, trazendo benefícios ao solo e à manutenção do equilíbrio no sistema.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU JUNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A. F. Relações entre acidez e propriedades químicas de solos brasileiros. **Science agrícola**, v.60, n.2, p.337-343, 2003.

ALONSO, J.; FEBLES, G.; RODRIGUEZ, I.; ACHANG, G.; FRAGA, S. Effects of the evolution of a system leucaenaguinea grass on the soil macrofauna. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v.39, p.83-89, 2005.

ANDRADE, A. G.; CABALERO, S. U.; FARIA, S. M. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 22p. (Documentos, 13).

ANDRADE, A. G.; TAVARES, S. R. L.; COUTINHO, H. L. C. A contribuição da serrapilheira para a recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, v.24, n.220, p.55-63, 2003.

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, n.2, p.574-582, 2002.

ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serrapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.715-721, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. Washington D. C.: 1970. 1015p.

BARROS, M. A. G. Flora medicinal do Distrito Federal. **Revista Brasil Florestal**, v.12, p.35-45, 1982.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: **Gênesis**, p.9-26, 1999.

BEGON, M.; HAPER, J. L.; TOWNSED, C. R. **Ecology: individuals, populations and communities**. 3rd ed. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1068p.

BELSKY, A. J. Effects of trees on nutritional quality of understorey gramineous forage in tropical savannas. **Tropical Grasslands**, v.26, n.1, p.12-20, 1992.

BELSKY, A. J.; AMUNDSON, R. G.; DIXBURY, J. M. The effects of trees on their physical, chemical, and biological environments in a semi-arid savanna in Kenya. **Journal of Applied Ecology**, v.26, p.1005-1024, 1989.

BERGAMIN, A. C. **Atributos físicos, sistema radicular e suas relações com a produtividade de milho em Latossolo Vermelho Distroférico submetido à**

compactação induzida. 2009. 75f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

BERTALOT, M. J. A.; MENDONZA, E.; GUERRINI, I. A. Regeneração da paisagem, estabelecimento e manejo de sistemas agroflorestais. In: ENCONTRO FLORESTAS NATIVAS E SISTEMAS AGROFLORESTAIS: MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO E MANEJO, 5., 2000, Botucatu. **Mini-curso...** Botucatu: IBD, 2000. 10p.

BERTOLANI, F. C.; VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial da taxa de infiltração de água e espessura do horizonte A, em um Argissolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.987-995, 2001.

BHOJVAID, P. P.; TIMMER, V. R. Soil dynamics in age sequence of prosopis juliflora planted for sodic soil restoration in Índia. **Forest ecology and Management**, v.106, n.2-3, p.181-193, 1998.

BRADFORD, J. M. Penetrability. In: KLUTE, A. Methods of soil analyses-physical and mineralogical methods. 2 ed. Madison: **ASA-SSSA**, p.463-478, 1986.

BRAZ, P. S.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. **Degradação de pastagens, matéria orgânica do solo e a recuperação do potencial produtivo em sistemas de baixo “Input” tecnológico na região dos cerrados.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. (Circular Técnica, 9).

CARVALHO, F. G.; BURITY, H. A.; SILVA, V. N.; SILVA, L. E. S. F.; SILVA, A. J. N. Produção de matéria seca e concentração de macronutrientes em *Brachiaria decumbens* sob diferentes sistemas de manejo na zona da mata de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, n.2, p.101-106, 2006.

CARVALHO, M. M. **Arborização de pastagens cultivadas.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1998a. (Documentos, 64).

CARVALHO, M. M. Recuperação de pastagens degradadas em áreas de relevo acidentado. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. **Recuperação de áreas degradadas.** Viçosa: UFV. Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, p.149-161. 1998b.

CARVALHO, M. M. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO. Juiz de Fora, 2001. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p.85-108. 2001.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; XAVIER, D. F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas tropicais sob condições de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v.37 n.5, p.717-722, 2002.

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O.; CAMPOS JUNIOR, B. A. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico-vermelho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.2, p.213-218, 1997.

CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; ALVIM, M. J. **Arborização melhora a fertilidade do solo em pastagens cultivadas**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 29).

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

CERRI, C. C.; FELLER, C.; CHAUVEL, A. Evolução das principais propriedades de um Latossolo Vermelho-Escuro após desmatamento e cultivo por doze e cinquenta anos com cana-de-açúcar. **Cahiers Orstom. Série Pedologie**, v.26, p.37-50, 1991.

CÉSAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.53, n.4, p.671-681, 1993.

CLAESSEN, M. E. C. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2. ed. 1997. (Documentos, 1).

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A.G. Formação de Serrapilheira e Ciclagem de Nutrientes. p. 197-225. In: SANTOS G. A.; CAMARGO F. A. O. **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. 491p.

CULLEN JUNIOR, L.; BELTRAME, T. P.; LIMA, F. J.; PÁDUA, C. V.; MACHADO, S. Trampolins ecológicos e zonas de benefício múltiplo: ferramentas agroflorestais para a conservação de paisagens rurais fragmentadas na Floresta Atlântica Brasileira. **Revista Natureza e Conservação**, v.1, n.1, p.37-46, 2003.

DAGANG, A. B. K.; NAIR, P. K. R. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. **Agroforestry Systems**, v.59, p.149-155, 2003.

DANIEL, O.; COUTO, L.; VITORINO, A. C. T. Sistemas agroflorestais como alternativas sustentáveis à recuperação de pastagens degradadas. In: SIMPÓSIO – SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL, 1, Goiânia. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p.151-170. 1999.

DA ROS, C. O.; SECCO, D.; FLORIN, J. E.; PETRERE, C.; CADORE, M. A.; PASA, L. Manejo do solo a partir de campo nativo: Efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.241-247, 1997.

DENIUM, B.; SULASTRI, R. D.; SEINAB, M. H. J.; MAASSEN, A. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses ("*Brachiaria brizantha*" and "*Panicum maximum*" var. Trichoglume). **Journal of Agriculture Science**, v.44, p.111-124, 1996.

DIAS-FILHO, M. B. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B.humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.2335-2341, 2000.

DIAS, F. L. **Estudo da genotoxicidade *in vivo* e *in vitro* dos cercaricidas naturais óleo de sucupira e cremantina em células de mamíferos.** 1993. 105f. Tese (Doutorado em Medicina). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto – SP.

DIAS JUNIOR, M.; MIRANDA, E. E. V. Comportamento da curva de compactação de cinco solos da região de Lavras (MG). **Ciência Agrotécnica**. v.24, n.2, p.337- 346, 2000.

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

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; MOREIRA, J. F.; POLIDORO, J. C.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Influência da projeção das copas de espécies de leguminosas arbóreas nas características químicas do solo. **Pasturas Tropicais**, v.28, n.2, p.8-17, 2006.

DORAN, J. W. Soil Health and global sustainability: translating science into practice. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v.88, p.119-127, 2002.

DUBOIS, J. C. L.; VIANA V. M.; ANDERSON A. B. **Manual agroflorestal para a Amazônia.** Rio de Janeiro: REBRA, 1996. 228p.

DURR, P. A.; RANGEL, J. Enhanced forage production under *Samanea saman* in a subhumid tropical grassland. **Agroforestry System**, v.54, p.99-102, 2002.

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.

EUCLIDES, V. P. B.; ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. 1993. Evaluation of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria brizantha* under grazing. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, p.1997-1998.

FISHER, R. F. Amelioration of soils by trees, In: GESSEL, S. P.; LACATE, D. S.; WEETMAN, G. F.; POWERS, R. F. **Sustained productivity of forest soils.** Vancouver: Faculty of Forest, University of British Columbia, p.290-300, 1990.

FRANK, I. L.; FURTADO, S. C. **Sistemas silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade.** Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 51p. (Documentos, 74).

GARCIA, R.; ANDRADE, C. M. S. Sistemas silvipastoris na Região Sudeste. Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p. 173-187, 2001.

GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity and nitrogen supply. **Tropical Grasslands**, v.42, p.75-87, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Dados Agregados Censo 2000**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/extveg/default.asp>>. Acesso em: 15 ago. 2009.

IBRAHIM, M.; SCHLONVOIGT, A.; CAMARGO, J. C.; SOUZA, M. Multi-strata silvipastoral systems for increasing productivity and conservation of natural resources in Central America. In: INTERNATIONAL GRASS-LAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro, 2001.

IKPE, F. N.; OWOEYE, L. G.; GICHURU, M. P. Nutrient recycling potential of *Tephrosia candida* in cropping systems of southeastern Nigeria. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.67, p.129-136, 2003.

INGARAMO, O. E. **Indicadores físicos de la degradación del suelo**. 2003. 298f. (Tese de Doutorado) - Universidade da Coruña, La Coruña - Spain.

JOFRE, R.; VACHER, J.; LLANOS, C. L.; LONG, G. The dehesa: na agrosilvopastoral system of the mediterranean region with special reference to the sierra Morena area of Spain. **Agroforestry Systems**, v.6, p.71-96, 1988.

JUNQUEIRA, N. T. V.; NASCIMENTO, A. C.; PINTO, A. C. Q.; RAMOS, U. H. V.; PIO, R.; RANGEL, L. E. P.; SILVA, J. A.; FIALHO, J. F. Efeito do extrato dos frutos de sucupira-branca (*Pterodon pubescens* Benth.) e de outros produtos naturais no controle de doenças de manga na pós-colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NATURAIS, 1. 2000. **Anais...** Fortaleza: 2000. p.36.

LAZZARINI, S. N. **Coleção lucrando com a pecuária**, 3ª ed., n.3-6. 2000. 89p.

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S. V.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.668-675, 2005.

LIN, C. H.; MCGRAW, R. L.; GEORGE, M. F. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v.53, p.269-281, 2001.

LOK, S.; CRESPO, G.; FROMETA, E.; FRAGA, S. Evaluation of the performance of some agrophysical, biological and productive indicators in two grassland agroecosystems with or without the utilization of *Leucaena leucocephala*. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v.39, p.351-356, 2005.

LONGO, R. M.; ESPÍNDOLA, C. R. C-orgânico, N-total e substâncias húmicas sob influência na introdução de pastagens (*Brachiaria* sp.) em áreas de Cerrado e Floresta Amazônica. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.24, p.723-729, 2000.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.

LUSTOSA, S. B. C. **Efeito do pastejo nas propriedades químicas do solo e no rendimento de soja e milho em rotação com pastagem consorciada de inverno no sistema de plantio direto**. 1998. 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.

MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Brasília, 2000, 4p. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/cot/COT62.html>> Acesso em: 26 nov. 2008.

MANNING, A. D.; FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. Scattered trees are keystone structures-Implications for conservation. **Biological Conservation**, v.132, p.311-321, 2006.

MARCOLIN, C. D. **Propriedades físicas de Nitossolo e Latossolo argilosos sob plantio direto**. 2006. 98f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo – RS.

MARIN, A. M. P. **Impactos de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo**. 2002. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, n.3, p.405-412, 1999.

MENDONÇA, E. S.; LEITE, L. F. C.; FERREIRA NETO, P. S. Cultivo de café em sistema agroflorestal: uma opção para recuperação de solos degradados. **Revista Árvore**, v.25, n.3, p.375-383, 2001.

METZNER, A. F.; CENTURION, J. F.; MARCHIORI JR, M. Relação entre grau de floculação e atributo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003. Ribeirão Preto. **Anais...** Botucatu, 2003.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: uma análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.71, n.3, p.445-463, 1999.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas Agrícolas. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: **Gênesis**, p1-8, 1999.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. Londres: Academic Press 1990. 483p.

NORTON, B. W.; WILSON, J. R.; SHELTON, H. M. The effect of shade on forage quality. In: SHELTON, H.M.; STÜR, W.W. **Forages for plantation crops**. p.83-88, 1991.

NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P.; PEDREIRA C. G. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, p.203-242, 1998.

OLIVEIRA, J. O. A. P.; VIDIGAL FILHO, P. S.; TORMENA, C. A.; PEQUENA, M. G.; SCAPIM, C. A.; MUNIZ, A. S.; SAGRILO, E. Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.443-450, 2001.

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, 2000, Brasília. **Proceedings...** Brasília: Embrapa Cerrados/IRD, 2000.

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 a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.4, p.573-579, 2007.

PACIULLO, D. S. C.; DERESZ, F.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; VERNEQUE, R. S. Morfogênese e acúmulo de biomassa foliar em pastagem de capim-elefante avaliada em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.881-887, 2003.

PENEREIRO, F. M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso**. 1999. 138f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.

PEZARICO, C. R. **Indicadores de Qualidade do Solo em Sistemas Agroflorestais**. 2009. 54f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados- MS.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 427p.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceito, processo e aplicações**. Barueri: Manole, 2004, 478p.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. BRAIDA, J. A. Qualidade do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v.27, p.29-48, 2003.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: Base para distinção de ambientes**. 5 ed. Viçosa: UFLA, 2007. 322p.

REYNOLDS, S. G. **Pasture-cattle-coconut systems**. Bangkok: FAO-RAPA, 1995. 668p.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301p.

SAMARAKOON, S. P.; SHELTON, H. M.; WILSON, J. R. Voluntary feed intake by sheep and the digestibility of the shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus* and *Pennisetum clandestinum* herbage. **Journal of Agricultural Sciences**, v.114, p.143-150, 1990.

SANTANA, D. P.; BAHIA FILHO, A. F. C. Soil quality and agricultural sustainability in the Brazilian Cerrado. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 16. 1998, Montpellier: **ISSS**, 1998.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. N. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 54p.

SERAFIM, M. E. **Desenvolvimento de um penetrógrafo de bancada visando à determinação do intervalo hídrico ótimo (IHO) em diferentes sistemas de produção**. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

SILVA, J. J.; SALIBA, E. O. S. Pastagens consorciadas: uma alternativa para sistemas extensivos e orgânicos. **Veterinária e Zootecnia**, v.14, p.8-18, 2007.

SILVA, L. L. G. G.; RESENDE, A. S.; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; MIRANDA, C. H. B.; FRANCO, A. A. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33).

SILVA, M. A. S.; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência Rural**, v.35, p.544-552, 2005.

SILVEIRA, N. S.; PEREIRA, M. G.; POLIDORO, J. C.; TAVARES, S. R. L.; MELLO, R. B. Aporte de nutrientes e biomassa via serrapilheira em sistemas agroflorestais em Paraty (RJ). **Ciência Florestal**, v.17, n.2, p.129-136, 2007.

SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C.; SALIBA, E. O. S.; MOREIRA, G. R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.4, p.1029-1037, 2007.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Distrófico de Cerrado sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.27, p.133-139, 2003.

STENBERG, B. Monitoring soil quality of arable land: Microbiological indicators. **Soil Plant Science**, v.49, p.1-24, 1999.

TEIXEIRA, L. B.; SERRÃO, E. A. S.; TEIXEIRA NETO, J. F. Pastagens cultivadas na Amazônia: sustentabilidade e sua relação com a fertilidade do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22, 1996, Manaus. **Anais...** Manaus: UA, 1996. 259p.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. **Soil fertility and fertilizers**. New York: Macmillan, 1993. 634p.

TRIPATHI, S. K.; SINGH, K. P. Nutrient immobilization and release patterns during plant decomposition in a dry tropical bamboo savana, India. **Biology Fertility Soils**, v.14, p.191-199, 1992.

VAN SOEST, P. J. Plant, animal, and environment. In: **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. p.77-92.

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

VEIGA, J. B.; SERRÃO, E. A. S. **Sistemas Silvopastoris e produção animal nos trópicos úmidos: a experiência da Amazônia brasileira**. Campinas: SBZ/Fealq, p.37-68, 1990.

VELASCO, J. A.; CAMARGO, J. C.; ANDRADE, H. J.; IBRAHIM, M. Mejoramiento del suelo por *Acacia mangium* en un sistema silvopastoril con *Brachiaria humidicola*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS AGROPECUARIOS SOSTENIBLES, 6., 1999. Cali. **Memórias...** Cali: Centro de investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, 1999.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma Floresta Estacional Semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.793-800, 2004.

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A. Melhoramento da fertilidade do solo em pastagens de *Brachiaria decumbens* associada com leguminosas arbóreas. **Pasturas Tropicais**, v.25, n.1, p.23-26, 2003.

WERNECK, M. S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F. Produção de serapilheira em três trechos de uma Floresta Semidecidual com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto-MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.2, p.195-201, 2001.

WILSON, J.R. Influence of planting four tree species on the yield and soil water status of green panic pasture in subhumid south-east Queensland. **Tropical Grassland**, v.32, p.209-220, 1998.

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

YOUNG, A. **Agroforestry for soil management**. 2.ed. Wallingford: CAB International/ICRAF, 1997. 320p.