

ARBORIZAÇÃO

de Pastagens Cultivadas

Documentos nº 64



Margarida Mesquita Carvalho

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

Ministro

Francisco Sérgio Turra

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretoria

Dante Daniel Giacomelli Scolari

Elza Ângela Battaglia Brito da Cunha

José Roberto Rodrigues Peres

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE GADO DE LEITE

Chefe-Geral

Airdem Gonçalves de Assis

Chefe Adjunto de Pesquisa

Oriel Fajardo de Campos

Chefe Adjunto de Desenvolvimento

Limirio de Almeida Carvalho

Chefe Adjunto Administrativo

Aloísio Teixeira Gomes



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

DOCUMENTOS Nº 64

ISSN 0101-0581

Dezembro, 1998



ARBORIZAÇÃO DE PASTAGENS CULTIVADAS

Margarida M. Carvalho

Engenheira-agrônoma

Pesquisadora da Embrapa Gado de Leite

**Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite
Área de Difusão e Transferência de Tecnologias - ADT
Juiz de Fora, MG
1998**

Embrapa Gado de Leite - ADT. Documentos, 64

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite - CNPGL
Área de Difusão e Transferência de Tecnologias - ADT
Rua Eugênio do Nascimento, 610 - Dom Bosco
36038-330 Juiz de Fora, MG
Telefone: (032)249-4700
Fax: (032) 249-4751
e-mail:cnpgl@cnpgl.embrapa.br
home page: <http://www.cnppl.embrapa.br>

Tiragem: 1.000 exemplares

COMITÊ LOCAL DE PUBLICAÇÕES

Oriel Fajardo de Campos (Presidente)

Maria Salete Martins (Secretária)

José Valente

Leônidas P. Passos

Limirio de Almeida Carvalho

Luiz Carlos Takao Yamaguchi

Luiz Januário Magalhães Aroeira

Maria Aparecida V.P. Brito

Maria de Fátima Ávila Pires

Maurílio José Alvim

ARTE, COMPOSIÇÃO E DIAGRAMAÇÃO

Angela de Fátima Araújo Oliveira

CAPA

Luis Cláudio Costa Fajardo (estagiário)

REVISÕES

Lingüística

Newton Luis de Almeida

Bibliográfica

Maria Salete Martins

CARVALHO, M.M. **Arborização de pastagens cultivadas**. Juiz de Fora, MG:
EMBRAPA-CNPGL, 1998. 37p. (EMBRAPA-CNPGL. Documentos, 64)

Pastagens cultivadas; Arborização.

CDD. 633.2

© Embrapa, 1998

A *apresentação*

O interesse relativamente recente nos sistemas agroflorestais (SAFs), principalmente em áreas tropicais e subtropicais, significa uma busca de sustentabilidade para sistemas agrícolas, em resposta aos problemas de redução na produtividade, degradação ambiental e desvalorização da terra em áreas de pastagens e de culturas, fatos que têm se agravado nas últimas décadas. Entre os SAFs, os sistemas silvipastoris, que integram componentes arbóreos, pastagens e animais herbívoros, têm grande potencial de contribuir para o desenvolvimento de áreas degradadas, inclusive as de pastagens e de culturas.

Na presente publicação são apresentadas as principais características e vantagens da **arborização de pastagens** cultivadas, modalidade de sistema silvipastoril, com os objetivos de fornecer informações ao público interessado, e motivar pessoas a observarem e refletirem sobre os variados benefícios que as árvores podem proporcionar ao ecossistema das pastagens.

A maior parte das informações são provenientes da literatura nacional e mundial sobre o assunto, porém, são também incluídos dados obtidos em pesquisa em realização na Embrapa Gado de Leite a partir de 1993. Este trabalho tem contado também com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, e do Instituto Estadual de Florestas – IEF e com a colaboração de professores e pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa, Embrapa Agrobiologia e Embrapa Cerrados.

A Autora



Apresentação

| | |
|---|----|
| 1. Introdução | 7 |
| 2. Efeitos das árvores sobre as condições de solo nas pastagens . | 8 |
| 3. Alterações microclimáticas em áreas sombreadas | 10 |
| 4. A produção de forragem em pastagens sombreadas | 12 |
| 5. Qualidade da forragem em pastagens sombreadas | 18 |
| 6. Espécies arbóreas para associar com pastagens | 22 |
| 7. Como arborizar pastagens | 26 |
| 8. Produção animal em pastagens arborizadas | 27 |
| 9. Considerações finais | 29 |
| 10. Referências bibliográficas | 30 |

1. INTRODUÇÃO

Muito antes de existirem as pastagens de gramíneas, árvores e arbustos já serviam como fonte de alimento para os animais herbívoros. Ainda hoje essas plantas fazem parte da alimentação de animais domésticos em ecossistemas como os do tipo savana, existentes em várias partes do mundo (Rocha, 1991). No presente século, com o desenvolvimento alcançado na exploração de pastagens cultivadas de gramíneas, e de gramíneas mais leguminosas herbáceas, a presença de árvores nas pastagens passou a ser considerada indesejável, sob a alegação de que elas iriam competir com a pastagem reduzindo a sua produtividade, além de dificultar o manejo dos animais.

O interesse pelas árvores para associação com pastagens começou a manifestar-se nos últimos vinte a trinta anos. Em diversos países, a sustentabilidade das áreas de pastagens naturais e de outros sistemas agrícolas vem sendo ameaçada pela retirada de árvores para atender às necessidades crescentes das populações rurais em madeira, lenha e forragem. O reconhecimento do papel que espécies arbóreas e arbustivas podem exercer na reabilitação dessas áreas tem sido uma das principais causas desse interesse. Segundo Atta-Krah (1993), em regiões tropicais e subtropicais fica cada vez mais evidente que as árvores são necessárias para melhorar a produção, qualidade e a sustentabilidade das pastagens.

A manutenção ou plantio de árvores em pastagens cultivadas pode resultar em vários benefícios para os componentes do ecossistema das pastagens: clima, solo, microrganismos, plantas forrageiras e animais, principalmente se forem utilizadas espécies arbóreas com as características requeridas para esse fim. As árvores contribuem com sombra; com nutrientes provenientes da sua biomassa (folhas, flores, frutos e galhos) e da exploração de camadas do solo inacessíveis às raízes das forrageiras; e com o suporte físico de sua copa e sistema radicular. O manejo adequado dos recursos que podem ser potencializados pelas árvores, de modo que se obtenham benefícios para sistemas pecuários baseados em pastagens, é o objetivo geral da arborização de pastagens cultivadas.

A integração árvore-pastagem-animal aqui denominada **arborização de pastagens cultivadas** é uma modalidade de sistema

silvipastoril, no qual o produto prioritário é o produto animal, seja leite, carne ou lã. Em outros sistemas silvipastoris, como aqueles que utilizam espécies arbóreas para produção de madeira ou de frutas, a pastagem e os animais são muitas vezes considerados componentes secundários do sistema.

2. EFEITOS DAS ÁRVORES SOBRE AS CONDIÇÕES DE SOLO NAS PASTAGENS

A conservação do solo em áreas de pastagens depende, essencialmente, da manutenção de adequada cobertura vegetal. Quando essa condição é observada, as pastagens são consideradas como uma das formas mais eficientes de controle de erosão (Lombardi Neto, 1993). Em pastagens degradadas ou em início de degradação, a cobertura vegetal deficiente expõe o solo aos efeitos prejudiciais da erosão hídrica e eólica. Nessas condições as árvores podem exercer um importante papel na conservação do solo e no melhoramento da sua fertilidade.

Conservação do solo e da água

A parte aérea das árvores (copa e fuste) pode constituir-se em proteção física para a pastagem, reduzindo a velocidade dos ventos e o impacto da chuva sobre a superfície do solo. A redução na velocidade dos ventos, além de diminuir as perdas diretas de solo, também reduz a evaporação da umidade do solo. Uma das conseqüências do controle da erosão hídrica, é o aumento na infiltração de água no solo (Houghton, 1984), com melhor aproveitamento da água das chuvas. Além disso, com a morte e decomposição de parte das raízes das árvores, a porosidade do solo é melhorada, contribuindo também para aumentar a taxa de infiltração de água (Nair et al., 1984).

Melhoramento da fertilidade do solo

Diversas informações da literatura indicam enriquecimento do solo de pastagens em áreas sob a influência das copas de árvores. As árvores, principalmente as que possuem sistema radicular

profundo, podem aproveitar nutrientes de camadas do solo que estão fora do alcance das raízes das plantas forrageiras, que são geralmente mais superficiais, tornando esses nutrientes disponíveis às forrageiras. Outro meio de enriquecimento do solo é a incorporação gradativa de biomassa das árvores ao sistema solo/pastagem (Kellman, 1979; Ovalle & Avendaño, 1984). Esse efeito é maior no caso de leguminosas arbóreas que possuem a capacidade de fixar o nitrogênio (N) do ar atmosférico. Em estudo realizado na Costa Rica, Daccarett & Blydenstein (1968) observaram que os teores de N no solo, a uma profundidade de 0-20 cm, foram mais altos em amostras coletadas sob a copa de leguminosas arbóreas, do que sob a copa de uma espécie de árvore não-leguminosa (Laurel), ou em área sem árvores (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem de N total em amostras de solo coletadas a duas profundidades, sob a copa de árvores e fora das copas.

| Profundidade do solo (cm) | Espécies arbóreas | | | | Testemunha (fora das copas) |
|------------------------------|-------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------------|
| | Poró ¹ | Samán ² | Madeira negra ³ | Laurel ⁴ | |
| 0 - 20 | 0,35 | 0,38 | 0,32 | 0,25 | 0,28 |
| 20 - 40 | 0,15 | 0,18 | 0,18 | 0,15 | 0,16 |

¹ *Erythrina poeppigiana*; ² *Pithecolobium saman*; ³ *Gliricidia sepium*; ⁴ *Cordia alliodora*.
Fonte: Daccarett & Blydenstein (1968)

Aumentos significativos nos teores de P, K e outros nutrientes foram observados em amostras de solo coletadas sob copa de árvores em relação àquelas coletadas em áreas de pastagem sem árvores (Kellman, 1979; Joffre et al., 1988). A deposição gradual de biomassa no solo, sob a influência de árvores, aumenta a matéria orgânica do solo. Em Belize, Kellman (1979) examinou o teor de carbono (C) orgânico no solo a distâncias crescentes a partir de áreas de savana a sol aberto até o caule de algumas espécies arbóreas e verificou que o C orgânico aumentou sob a copa das árvores, variou entre espécies, e em alguns casos foi maior do que no solo de áreas adjacentes de floresta tropical úmida. No Chile, Ovalle & Avendaño (1984) observaram que os teores de matéria

orgânica nos primeiros 5 cm do solo, coletado sob a copa da leguminosa *Acacia caven*, aumentou em 2,5 unidades percentuais quando o índice de recobrimento da pastagem nativa com essa espécie aumentou de 30 para 50%.

3. ALTERAÇÕES MICROCLIMÁTICAS EM ÁREAS SOMBREADAS

As árvores promovem modificações microclimáticas no ambiente ao seu redor. Reduções na temperatura do ar e do solo, diminuição nas taxas de evaporação e manutenção de maior teor de umidade no solo, são alguns dos efeitos mais importantes.

A temperatura ambiente em pastagens localizadas sob as copas de árvores é mais amena do que naquelas a céu aberto. Ovalle & Avendaño (1984) verificaram que, sob as copas de *Acacia caven*, as temperaturas máximas foram 2-3 °C mais baixas do que nas áreas de pastagem sem árvores e as temperaturas mínimas foram ligeiramente mais altas sob as copas, nos casos em que o recobrimento arbóreo da pastagem aumentou de 30 para 50%. O efeito do sombreamento sobre as temperaturas do solo é bem mais marcante. No mesmo experimento realizado no Chile (Ovalle & Avendaño, 1984), sob as copas das árvores de *A. caven*, as reduções na temperatura do solo a 5 cm de profundidade variaram de 3-10 °C, dependendo da época do ano, em relação às áreas sem sombra.

A amenização da temperatura ambiente e do solo concorre para reduzir a capacidade evaporativa do ar (Ovalle & Avendaño, 1984) e para manter maior disponibilidade de água no solo (Wilson & Wild, 1991), condições que devem favorecer o crescimento das forrageiras em pastagens arborizadas.

Efeitos sobre os animais

Além de contribuírem para atenuar as temperaturas extremas em pastagens, as árvores reduzem o impacto de chuvas e ventos, promovendo conforto e servindo de abrigo para os animais. Esses fatores de conforto se refletem também no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais.

Em regiões quentes, a existência de sombra nas pastagens influencia positivamente os hábitos de pastejo dos animais (Daly, 1984), permitindo uma distribuição mais apropriada da ruminção durante o dia e garantindo mais tempo de descanso. Em pastagens manejadas extensivamente, a presença de árvores distribuídas por toda a área deve contribuir para facilitar o acesso dos animais aos locais mais distantes da pastagem.

O estresse pelo calor afeta a fertilidade do rebanho, reduzindo a taxa de parição e peso ao nascer dos bezerros (Daly, 1984). Em pastagens arborizadas, e principalmente quando as árvores são forrageiras, ao benefício da sombra sobre a reprodução animal soma-se o efeito da melhor nutrição. Simón et al. (1995) relataram que fêmeas bovinas em crescimento apresentaram idade de cobertura cinco meses mais cedo quando tiveram acesso a uma pastagem natural associada com *Albizia lebbek* do que quando a pastagem não era arborizada.

Atividades biológicas do solo

As modificações nas condições ambientais no solo e na interface solo-liteira de áreas, sob a copa de árvores, exercem efeitos positivos sobre as atividades biológicas do solo. Uma consequência dessa maior atividade biológica do solo é o aumento na mineralização de N em pastagens sombreadas em comparação com as áreas não-sombreadas da pastagem (Joffre et al., 1988; Hang et al., 1995). Outra consequência já observada em áreas sombreadas é um aumento na população de minhocas. Em três locais de Queensland, Austrália, foi encontrado maior número de minhocas em solos coletados em parcelas de gramíneas submetidas a 50% de sombreamento artificial, do que em áreas sem sombra (Wild et al., 1993). As minhocas podem melhorar a degradação da liteira e a ciclagem de nitrogênio.

Controle de geadas

Diversos relatos são encontrados na literatura, indicando que a associação de pastagens com árvores contribuiu para reduzir os danos provocados por geadas na pastagem (Cook et al., 1984; Ryan et al., 1986; Shelton et al., 1991; Silva, 1994). No noroeste do Paraná, a associação de pastagens com *Grevillea robusta* reduziu os

danos provocados por geadas no inverno de 1994 para apenas 10% da área, contra 90% em pastagens sem árvores (COCAMAR, 1994).

Controle biológico de pragas

A presença de árvores nas pastagens pode influenciar o equilíbrio ecológico, criando condições propícias para o desenvolvimento de pragas das pastagens ou de culturas. No entanto, essas mesmas condições podem favorecer também o surgimento de inimigos naturais dessas pragas e dessa forma dar lugar ao controle biológico delas. Koller (1988), estudando o efeito de áreas sombreadas e não-sombradas em uma pastagem de *Brachiaria decumbens* sobre o comportamento de populações das cigarrinhas-das-pastagens e do seu predador natural, a mosca *Salpingogaster nigra*, verificou que na área sombreada houve maior quantidade de ninfas de cigarrinhas, porém menor número de adultos do que no sol. Quanto à mosca *S. nigra*, a quantidade de ninfas/m² não diferiu entre as duas áreas, porém o número de adultos foi consideravelmente maior na sombra do que no sol.

4. A PRODUÇÃO DE FORRAGEM EM PASTAGENS SOMBREADAS

As alterações microclimáticas, acarretadas pelo sombreamento, e suas conseqüências nos solos de pastagens, tais como maior disponibilidade de água e incremento na mineralização do N do solo, devem contribuir para estimular o crescimento de forrageiras sombreadas. No entanto, há outros efeitos que as árvores podem exercer sobre o crescimento das forrageiras, como redução na luminosidade e competição por água e nutrientes, os quais, se manifestados, resultariam em redução no crescimento dessas forrageiras.

A redução na luminosidade disponível para as forrageiras pode ser prejudicial ou favorável, dependendo de sua intensidade e de outras condições, como nível de N no solo, tolerância das forrageiras ao sombreamento, características das espécies arbóreas e manejo da pastagem.

Nível de sombreamento

Diversos trabalhos na literatura mostraram benefício do sombreamento moderado sobre o crescimento de forrageiras, principalmente gramíneas (Wong & Wilson, 1980; Eriksen & Whitney, 1981; Samarakoon et al., 1990a; Castro et al., 1997). Nesses trabalhos, o sombreamento foi obtido por meio de telas; portanto, na ausência da competição por água e nutrientes, como ocorre com a associação de pastagens com árvores. O nível de sombreamento que favoreceu o crescimento das gramíneas variou de 40 a 60% de transmissão de luz em relação às áreas sem sombra, e na maioria dos casos esteve associado a um aumento na concentração de N nas plantas, indicando maior disponibilidade desse elemento no solo.

Em sombreamento natural, a variação na porcentagem de transmissão de luz disponível para a pastagem será obtida variando-se a densidade das árvores, mas dependerá também da arquitetura e características de crescimento da espécie arbórea. Espécies de árvore com copa ampla requerem maior espaçamento, porém, se a copa for pouco densa, haverá maior transmissão de luz para o sub-bosque.

Efeito benéfico do sombreamento sobre o crescimento de forrageiras foi observado também em situações em que a sombra era fornecida por árvores (Christie, 1975; Ovalle & Avendaño, 1994; Wilson et al., 1990). Nesses casos, ao efeito da sombra sobre o crescimento das forrageiras, deve-se acrescentar o da biomassa das árvores, que pode contribuir com nutrientes para o sistema solo-pastagem.

Situações nas quais a produção de matéria seca de alguma forrageira foi reduzida por sombreamento artificial (Schreiner, 1987; Castro et al., 1997) ou natural (Carvalho et al., 1995, 1997) devem estar relacionadas com a presença de sombreamento excessivo ou de algum outro fator desfavorável.

Deficiência de nitrogênio no solo

Em experimentos realizados em regiões tropicais e subtropicais, nos quais o sombreamento artificial (por telas) ou por árvores contribuiu para aumentar a produção de matéria seca (MS)

de gramíneas (Wilson et al., 1986; 1990), verificou-se maior efeito sobre a acumulação de N na parte aérea do que sobre a produção de forragem. Wilson et al. (1990) mediram a produção de forragem e acumulação de N em *Paspalum notatum*, sob uma plantação de *Eucalyptus grandis* de cinco anos, em área próxima sem árvores, e verificaram que nos períodos de verão e primavera o capim sombreado produziu 35% mais MS e 67% mais N do que o capim coletado na área sem sombra. Em uma pastagem degradada de "green panic" (*Panicum maximum*), verificou-se que, na área sombreada por telas, a absorção total de N, em duas estações de crescimento, correspondeu a 98,4 kg/ha contra 45,6 kg/ha na área sem sombra (Wilson et al., 1986).

Tem sido argumentado na literatura que o efeito do sombreamento aumentando a disponibilidade de N para as forrageiras somente se torna significativo em situações em que existe deficiência de N no solo da pastagem (Wild et al., 1993). Dessa forma, em solos sem deficiência desse elemento ou na presença de fertilização nitrogenada, o sombreamento não estimularia a absorção de N, podendo até prejudicar a resposta das forrageiras ao N aplicado como fertilizante. Em um trabalho conduzido no Havai (Eriksen & Whitney, 1981), verificou-se que a sombra estimulou o crescimento e absorção de N de gramíneas tropicais na ausência da aplicação de N, não se manifestando o mesmo efeito quando foi aplicado o correspondente a 365 kg/ha de N.

Tolerância das forrageiras ao sombreamento

Tolerância de plantas à sombra pode ser definida como o crescimento na sombra em relação àquele obtido em condições de luminosidade plena, sob a influência de defoliações regulares (Wong, 1991). A tolerância ao sombreamento difere entre espécies de gramíneas e leguminosas forrageiras.

A tolerância comparativa de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais à sombra, com base na literatura disponível, é resumida nas Tabelas 2 e 3. Entre as espécies de gramíneas de tolerância média, estão algumas das forrageiras mais utilizadas para formação de pastagem no Brasil e em outras regiões tropicais e subtropicais (Tabela 2).

Tabela 2. Tolerância comparativa de gramíneas forrageiras tropicais ao sombreamento.

| | | |
|-------|------------------------------|-------------------------------|
| Alta | <i>Axonopus compressus</i> | <i>Paspalum conjugatum</i> |
| | <i>Paspalum dilatatum</i> | <i>Panicum maximum</i> |
| Média | <i>Brachiaria brizantha</i> | <i>Paspalum plicatulum</i> |
| | <i>Brachiaria decumbens</i> | <i>Paspalum notatum</i> |
| | <i>Brachiaria humidicola</i> | <i>Setaria sphacelata</i> |
| | <i>Hemarthria altissima</i> | |
| Baixa | <i>Andropogon gayanus</i> | <i>Cynodon plectostachyus</i> |
| | <i>Brachiaria mutica</i> | <i>Melinis minutiflora</i> |
| | <i>Digitaria decumbens</i> | <i>Pennisetum purpureum</i> |

Fontes: Reynolds (1978); Eriksen & Whitney (1981); Schreiner (1987); Shelton et al. (1987); Wong (1991); Stür (1991); Castro et al. (1997) .

Tabela 3. Tolerância comparativa de leguminosas forrageiras tropicais ao sombreamento.

| | | |
|-------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Alta | <i>Arachis pintoi</i> | <i>Desmodium heterophyllum</i> |
| | <i>Centrosema macrocarpum</i> | <i>Desmodium ovalifolium</i> |
| Média | <i>Calopogonium mucunoides</i> | <i>Desmodium intortum</i> |
| | <i>Centrosema pubescens</i> | <i>Neonotonia wightii</i> |
| | <i>Pueraria phaseoloides</i> | |
| Baixa | <i>Stylosanthes hamata</i> | <i>Macroptilium atropurpureum</i> |
| | <i>Stylosanthes guianensis</i> | |

Fontes: Reynolds (1978); Eriksen & Whitney (1982); Shelton et al. (1987); Wong (1991); Stür (1991).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) foi relacionado entre as gramíneas de baixa tolerância ao sombreamento (Tabela 2). No entanto, as informações disponíveis sugerem que essa gramínea tem tolerância média a baixa (Reynolds, 1978; Eriksen & Whitney, 1981), refletindo talvez diferenças entre variedades. De qualquer forma, devido a sua característica de possuir alto potencial para produção de forragem, e, portanto, ser apropriada para sistemas

mais intensivos de produção animal a pasto, o capim-elfante requer aplicações elevadas de fertilizantes nitrogenados, o que é incompatível com a redução na luminosidade.

O capim-gordura (*Melinis minutiflora*) foi considerado menos tolerante ao sombreamento do que a *B. decumbens* em um sub-bosque de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) sob vários espaçamentos (Garcia et al., 1994), e menos tolerante do que *B. brizantha* e *B. decumbens* em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) (Carvalho et al., 1997). O *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, apresentou baixa tolerância ao sombreamento em um experimento feito com sombra artificial (Castro et al., 1997).

Alguns estudos têm sido realizados para explicar as causas das diferenças entre espécies quanto às respostas observadas em condições de sombreamento. Trlica & Kinyamario (1993), diante da observação de que em savanas da África a gramínea *Themeda triandra* é mais encontrada em áreas abertas, sem sombra, enquanto o *Panicum maximum* domina em áreas sombreadas, levantaram a hipótese de que a primeira é melhor adaptada a condições de alta luminosidade e temperatura, e portanto poderia suportar estresse hídrico melhor do que a segunda. No entanto, as duas espécies responderam de modo semelhante a estresse hídrico e de sombra, não havendo nesse estudo indicações de reações de competitividade ou razões ecofisiológicas para justificar a dominância de cada gramínea em um ou outro ambiente.

Outra hipótese levantada é que o hábito de crescimento prostrado de gramíneas tolerantes lhes confere maior persistência em condições de sombreamento do que o hábito ereto. Wong & Stür (1993) estudaram o efeito de níveis de sombreamento sobre o crescimento de duas espécies de *Paspalum*, uma de porte ereto e outra de porte prostrado e verificaram que a produção total das duas espécies foi semelhante, porém, sob cortes frequentes, a espécie ereta teve maior persistência. Esse resultado foi associado ao maior teor de carboidratos totais não-estruturais na base do caule e maior habilidade de perfilhamento e rebrota da espécie ereta.

Outros fatores

Outros fatores que podem influenciar no crescimento de forrageiras sombreadas são as características das espécies arbóreas e o manejo da pastagem sombreada.

Dependendo das características das espécies arbóreas, pode haver competição por água e nutrientes no solo, resultando em prejuízos para o desempenho das forrageiras. As características do sistema radicular das árvores são muito importantes no controle das relações árvore-pastagem. Árvores com sistema radicular profundo competem menos com a pastagem por nutrientes do que as de sistema radicular mais superficial, e podem aproveitar nutrientes de camadas do solo não acessíveis às raízes das gramíneas. Esses nutrientes serão reciclados e utilizados pela pastagem. De acordo com Scanlan & McKeon (1993), a competição por água pelas árvores, que pode afetar a produção das pastagens, é maior quando: i) os solos são rasos; ii) o sistema radicular das árvores é pouco profundo; e iii) ocorrem períodos secos dentro da estação chuvosa, reduzindo o total de água disponível para transpiração.

Nas nossas condições, há poucas informações sobre a arquitetura do sistema radicular de espécies arbóreas de interesse para a arborização de pastagens, principalmente de espécies nativas de crescimento rápido. Andrade & Faria (1997) examinaram a arquitetura de três espécies arbóreas de crescimento rápido, *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Acacia mangium* e *A. holosericea* em um planossolo e verificaram que todas apresentaram arquitetura radicular superficial, não ultrapassando 30 cm de profundidade. Os autores ressaltaram, no entanto, que o solo usado apresenta adensamento subsuperficial, com alta resistência à penetração de raízes, e saturação de água no solo em períodos de mais alta precipitação pluviométrica.

Segundo Humphreys (1994), as espécies *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* apresentam alta concentração de raízes na parte superficial do solo.

As informações disponíveis sobre as características de crescimento de forrageiras sombreadas sugerem que o manejo de pastagens arborizadas deve ser feito de tal forma que mantenha um índice de área foliar ou intervalo de pastejos suficientes para garantir a rebrota do pasto. Essas características são: lenta rebrota após um corte (Eriksen & Whitney, 1981), menor crescimento do sistema radicular, em comparação com o das forrageiras em áreas sem sombra (Eriksen & Whitney, 1981; Samarakoon et al., 1990a), e maior sensibilidade à sombra das forrageiras quando na fase inicial de rebrota após um corte (Wong & Wilson, 1980). Esses últimos autores verificaram que a redução da luminosidade de 100% para

60 e 40% aumentou a produção de MS da parte aérea de "green panic" em 30 e 27%, respectivamente, quando as plantas foram colhidas após oito semanas de rebrota, mas diminuiu em 3 e 14% com quatro semanas de rebrota.

5. QUALIDADE DA FORRAGEM EM PASTAGENS SOMBREADAS

Em pastagens arborizadas, um aspecto muito importante é a qualidade da forragem sombreada, por influenciar diretamente a produção animal. A qualidade da forragem é geralmente expressa como o produto do consumo voluntário de forragem e a digestibilidade dos nutrientes consumidos (Norton et al., 1991). A composição química é portanto uma outra medida da qualidade da forragem.

Proteína bruta e minerais

O aumento nos teores de N na parte aérea de forrageiras sombreadas, que tem sido observado em diversos trabalhos de pesquisa (Tabela 4), significa maiores teores de proteína bruta na forragem. Além disso, a sombra altera a concentração de alguns minerais na forragem, como K, P, Ca e Mg, entre outros.

Tabela 4. Efeito do sombreamento sobre a concentração de nitrogênio no tecido de gramíneas forrageiras.

| Espécie | N, g/kg | | % de luminosidade | Fonte |
|---------------------------------------|---------|--------|-------------------|---------------------------------------|
| | Sol | Sombra | | |
| <i>Panicum maximum</i> Green panic | 8,8 | 12,3 | 40 | Wong & Wilson (1980) ¹ |
| Média de três gramíneas | 13,2 | 18,0 | 45 | Eriksen & Whitney (1981) ² |
| <i>S. secundatum</i> | 18,0 | 20,0 | 41 | Samarakoon et al., 1990a ³ |
| <i>P. clandestinum</i> | 10,0 | 14,0 | 41 | Samarakoon et al., 1990a ³ |

¹ Planta toda, com oito semanas de crescimento.

² Parte aérea de *Brachiaria miliiformis*, *Digitaria decumbens* e *Panicum maximum*, média de duas doses de N; crescimento de estação fria.

³ Folhas.

Aumentos significativos na concentração de K na parte aérea de diversas forrageiras sombreadas têm sido relatados, em experimentos conduzidos a campo, com sombra de árvore e de telas. Modificações nas concentrações de P, em condições de sombra, são menos acentuadas (Norton et al., 1991; Carvalho et al., 1994b).

Com a redução na luminosidade para 27%, as concentrações de Ca, Mg, S, Cu e Zn na parte aérea das seis gramíneas estudadas por Eriksen & Whitney (1981) aumentaram significativamente. Já nas leguminosas, entre os elementos citados acima, apenas as concentrações de Mg tiveram aumento significativo, e as de Cu diminuíram (Eriksen & Whitney, 1982). No Quênia, as concentrações de N, P, K, Ca, B e Cu de pastagens nativas aumentaram sob a copa de duas espécies arbóreas que ocorriam isoladamente, em relação à área sem árvores, enquanto as concentrações de Mn, Zn e Mo diminuíram (Belsky, 1992).

Digestibilidade

Os resultados disponíveis na literatura relacionados com o efeito do sombreamento sobre a digestibilidade da forragem são contraditórios.

Alguns trabalhos realizados com forrageiras de clima temperado indicam que a redução na luminosidade promove diminuição na digestibilidade da forragem. No entanto, mais recentemente, Kephart & Buxton (1993) observaram que a sombra promoveu um aumento de 3 a 5% na digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS) de gramíneas de clima temperado. Os resultados de Wilson & Wong (1982) indicaram também queda na DIVMS da gramínea tropical "green panic" (*Panicum maximum*) com a diminuição da luminosidade, no entanto, a digestibilidade da leguminosa Siratro (*Macroptilium atropurpureum*) não foi afetada. No caso do "green panic", a queda na DIVMS foi maior nas camadas inferiores da pastagem do que nas camadas superiores, onde a relação folha-caule era maior (Wilson & Wong, 1982).

Em pastagem nativa do Quênia, a digestibilidade da MS da forragem foi menor sob a copa de duas espécies arbóreas do que na área sem árvores (Belsky, 1992). Por outro lado, Fleischer et al. (1984) não observaram efeito significativo da redução na luminosidade sobre a digestibilidade "in vitro" da matéria orgânica

(DIVMO) de "green panic". Norton et al. (1991) estudaram o efeito do sombreamento sobre a qualidade de cinco gramíneas tropicais, através de dois experimentos de campo e concluíram que, para as gramíneas estudadas (*Setaria sphacelata* cv. Kazungula; *Panicum maximum*, var. *trichoglume* cv. Petrie; *Panicum maximum* cv. Riversdale; *Brachiaria decumbens* cv. Basilik, e *Paspalum notatum*), o sombreamento (50% de transmissão de luz) teve pouco efeito sobre a digestibilidade *in vivo* da matéria seca.

Os resultados de Henderson & Robinson (1982), que trabalharam com as gramíneas bermuda comum, bermuda costal, Pensacola bahia e *Paspalum dilatatum*, sugerem que o efeito da intensidade luminosa sobre a digestibilidade de gramíneas varia conforme a espécie, idade da planta e outras condições ambientais, como temperatura.

Alguns dados sobre digestibilidade da forragem em áreas sombreadas ou não são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Efeito do sombreamento sobre a digestibilidade de algumas forrageiras.

| Espécie | Digestibilidade, % | | % de luminosidade | Fonte |
|------------------------|--------------------|--------|-------------------|--|
| | Sol | Sombra | | |
| <i>S. secundatum</i> | 55,7 | 57,3 | 41 | Samarakoon et al. (1990b) ¹ |
| <i>A. compressus</i> | 60,3 | 61,0 | 41 | Samarakoon et al. (1990b) ¹ |
| <i>P. clandestinum</i> | 56,6 | 58,6 | 41 | Samarakoon et al. (1990b) ¹ |
| <i>S. sphacelata</i> | 50,0 | 52,9 | 50 | Norton et al. (1991) ² |
| <i>P. maximum</i> | 50,9 | 50,3 | 50 | Norton et al. (1991) ² |
| <i>B. decumbens</i> | 52,1 | 52,2 | 50 | Norton et al. (1991) ² |
| Pastagem nativa | 72,3 | 70,0 | - | Belsky (1992) ³ |
| Pastagem nativa | 76,2 | 75,2 | - | Belsky (1992) ⁴ |

¹ Digestibilidade *in vitro* da MS da parte aérea.

² Digestibilidade *in vitro* da MS da parte aérea.

³ Digestibilidade da MS calculada; área de baixa precipitação pluviométrica.

⁴ Digestibilidade da MS calculada; área de alta precipitação pluviométrica.

Parede celular e carboidratos

Na literatura disponível, o efeito da sombra sobre os constituintes da parede celular tem sido variável ou inconsistente, e, em alguns casos, as diferenças entre forrageiras são maiores do que

o efeito da sombra sobre determinada espécie (Samarakoon et al., 1990b; Norton et al., 1991).

Em pastagem nativa, as concentrações de fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) e celulose na forragem diminuíram sob a sombra de árvores em relação à área sem sombra, enquanto as concentrações de lignina aumentaram (Belsky, 1992). Norton et al. (1991) examinaram a composição da parede celular de várias gramíneas forrageiras tropicais com e sem sombreamento e encontraram pouco efeito da sombra sobre celulose, hemicelulose e lignina. Apenas no caso dos capins setária, "green panic" e guiné, o teor de hemicelulose foi significativamente menor na sombra do que no sol.

A sombra geralmente reduz os teores de carboidratos não-estruturais totais (TNC) em gramíneas (Wilson & Wong, 1982; Samarakoon et al., 1990b).

Consumo

Os trabalhos encontrados na literatura, tratando do efeito do sombreamento sobre o consumo de forragens, apresentaram resultados contraditórios. Samarakoon et al. (1990b) examinaram o consumo por carneiros de forragem das gramíneas *Stenotaphrum secundatum* e *Pennisetum clandestinum* (capim-kikuiu), submetidas ou não à sombra (50% de transmissão de luz), e verificaram que houve redução de 28 a 33% no consumo de capim-kikuiu sombreado. Já Norton et al. (1991) não encontraram efeito consistente do sombreamento sobre o consumo voluntário de cinco gramíneas tropicais, em ensaio com carneiros.

Observações visuais sobre o pastejo de forragem, sob e fora da copa de árvores na Costa Rica, indicaram que a forragem sob as árvores era mais palatável.

Em resumo, nos trabalhos de pesquisa examinados, as alterações mais consistentes que têm sido observadas na qualidade de forrageiras em condições de sombreamento são o aumento na concentração de N nas folhas, e portanto de proteína bruta, e a redução nos teores de carboidratos não-estruturais totais. Efeitos sobre a digestibilidade, conteúdo da parede celular e consumo voluntário de forragem são variáveis, e algumas vezes menores do que as variações entre espécies forrageiras.

6. ESPÉCIES ARBÓREAS PARA ASSOCIAR COM PASTAGENS

Características desejáveis das espécies arbóreas

A associação de árvores com pastagens requer conhecimentos sobre as espécies arbóreas mais apropriadas, ou seja, as que disponham de características que viabilizem essa associação em determinado ecossistema.

Algumas dessas características são: a) facilidade de estabelecimento; b) crescimento rápido; c) capacidade para fornecer nitrogênio e outros nutrientes à pastagem; d) adaptação ao ambiente e tolerância à seca, à geada ou ao encharcamento do solo; e) capacidade para fornecer forragem palatável; f) ausência de efeitos alelopáticos sobre as plantas associadas; g) tolerância a ataques de insetos e doenças; h) ausência de efeitos tóxicos para os animais; e j) capacidade para fornecer sombra, abrigo, controle de erosão etc. (Wildin, 1990). Outras características, citadas por Baggio & Carpanezi (1988), são: a) as espécies arbóreas devem ser preferencialmente perenifólias; b) ser resistentes ao vento; c) ter raízes profundas; d) rebrotar e ter silvicultura conhecida. Pott (1993) acrescenta que as espécies arbóreas indicadas para associar com pastagens não deve ter caráter invasor.

Uma característica muito importante é a própria arquitetura das árvores. Para permitir maior transmissão de luz à vegetação herbácea, é necessário que a copa das árvores não seja muito densa e que o fuste seja alto. Muoghalu & Isichei (1995), em estudo realizado em savanas da África, para verificar o efeito das copas de árvores sobre a produção de gramíneas, observaram que a produção de MS foi significativamente maior sob a copa de árvores com mais de 7 m de altura do que sob árvores menores (Tabela 6).

Tabela 6. Produção média (g/m²) de gramíneas sob três diferentes classes de copas¹ de árvores em uma savana da Nigéria.

| Período | Copa 1 | Copa 2 | Copa 3 |
|---------|--------|--------|--------|
| Julho | 5,1 | 9,3 | 13,0 |
| Outubro | 10,2 | 40,8 | 62,1 |

¹ Copa 1 = árvores com < 3 m de altura; Copa 2 = árvores com 3-7 m de altura; Copa 3 = árvores com > 7 m de altura

Fonte: Muoghalu & Isichei (1995).

A seleção de espécies arbóreas com o maior número possível das características citadas é altamente desejável. No entanto, algumas podem não ser essenciais, como por exemplo a condição de ser forrageira (Pott, 1993), uma vez que as árvores, além de exercerem as funções de serviço na pastagem, já descritas, podem ter um valor comercial, como fornecimento de madeira, néctar etc. A condição de ser perenifólia também não é indispensável, sendo em alguns casos desejável que as árvores sejam caducifólias, pois assim contribuiriam com maior quantidade de biomassa para a pastagem. Por exemplo, em áreas da Região Sudeste, espécies de angico, como o angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), perdem grande quantidade de folhas no final do período da seca, ocasião em que as temperaturas são mais amenas, portanto, não prejudicando o conforto dos animais, e contribuindo com considerável quantidade de biomassa para a pastagem.

Espécies arbóreas forrageiras

Algumas espécies arbóreas apresentam valor forrageiro, servindo principalmente para suplementação da alimentação animal em períodos de escassez de forragem. Entre as forrageiras arbóreas conhecidas, a maioria pertence ao grupo das leguminosas, as quais, devido à capacidade para fixação biológica de N₂, tem maior potencial para fornecer forragem de qualidade, principalmente em proteína bruta. O plantio de forrageiras arbóreas para aumentar a produção animal e minimizar as deficiências nutricionais em períodos de escassez está se tornando muito comum na Austrália (Wildin, 1990).

No Brasil, o uso de leguminosas arbóreas para alimentação animal é mais comum nos estados do Nordeste. Costa et al. (1973) citaram as espécies sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), juazeiro (*Zyziphus juazeiro*) e angico-branco (*Piptadenia sp.*), como tendo suas folhas ou vagens bem aceitas pelo gado. Outras espécies bem conhecidas como forrageiras no Nordeste são algaroba e faveira. Da faveira (*Parkia platycephala*), são utilizadas mais as vagens. Ramos et al. (1985) realizaram um teste de ganho de peso de novilhos recebendo: 1) silagem de sorgo; 2) silagem + vagens inteiras de faveira; e 3) silagem + vagens moídas. Após 84 dias de prova, os animais que receberam apenas silagem não apresentaram ganho de

peso, enquanto os animais que receberam vagens inteiras de faveira ganharam 119 g/dia e os que receberam vagens moídas, 210 g/dia.

Baggio & Carpanezzi (1988) citam outras espécies arbóreas de valor forrageiro, como *Mimosa scabrella*, *Mimosa bimucronata* e as não-leguminosas *Trema micrantha* e *Arecastrum romanzoffianum* (coqueiro-jerivá). Wildin (1990), Pott (1993) e Araya et al. (1994) relacionaram numerosas espécies arbóreas de valor forrageiro na Austrália, Brasil e Costa Rica, respectivamente. Entre as espécies exóticas destacam-se as leguminosas *Gliricidia sepium*, *Albizia lebbek* e *Leucaena leucocephala*.

Adaptação de espécies exóticas de crescimento rápido

Entre as espécies exóticas que foram introduzidas no Brasil, e que se prestam para associações com pastagens, algumas têm se destacado por apresentarem crescimento rápido e adaptação a solos ácidos de baixa fertilidade.

Na Região Sudeste, as espécies *Acacia mangium*, *A. angustissima*, *A. auriculiformis*, *Albizia lebbek* e *Gliricidia sepium* estão entre as leguminosas arbóreas que têm apresentado boa adaptação (Franco et al., 1992) e crescimento inicial rápido (Carvalho et al., 1994a). A seguir, uma breve descrição dessas espécies:

Acacia angustissima - Espécie nativa da América Central, muito ramificada e cresce até 6-7 m de altura (Leal & Ramos, 1994). Nas condições das áreas montanhosas do sudeste de Minas Gerais, essa espécie apresentou crescimento inicial rápido, porém, aos 40 meses após o plantio, teve altura média de apenas 3,46 m (Carvalho, 1996).

É usada em sistemas silvipastoris, para controle de erosão em taludes e como forrageira, através de pastejo direto ou para corte (Alcântara, 1993).

Acacia auriculiformis - Espécie nativa da Austrália (Wildin, 1990), e das savanas de Papua Nova Guiné (NAS, 1979). Apresenta a característica de nodular bem e fixar nitrogênio, podendo atingir até 30 m de altura em locais favoráveis.

Adapta-se a terrenos tropicais de baixada, em vários tipos de solo, inclusive nos de baixa fertilidade e em solos argilosos, salinos

ou sujeitos a encharcamento periódico. Adapta-se também a terrenos íngremes erodidos, em solos arenosos e muito ácidos (NAS, 1979). É uma espécie de clima quente úmido e quente subúmido com precipitação média anual variando de 1.000 a 2.000 mm (Wildin, 1990).

Suas utilidades são também variadas, produzindo lenha, polpa para fabricação de papel, servindo ainda para controle de erosão e para sombra (NAS, 1979; Wildin, 1990). Não é considerada forrageira. Segundo a NAS (1979), é impalatável para o gado.

Acacia mangium - Nativa do extremo norte de Queensland, Austrália, de Papua Nova Guiné e parte oriental da Indonésia, Irian Jaya (Wildin, 1990). De crescimento rápido, pode atingir até 30 m de altura. Adapta-se a solos ácidos de baixa fertilidade e clima tropical quente e úmido, com precipitações médias anuais variando de 1.500 a 3.000 mm (Wildin, 1990). Essa espécie tem demonstrado excelente adaptação às condições de solos ácidos e inférteis das áreas montanhosas do sudeste de Minas Gerais, alcançando altura média de 8,30 m aos 40 meses após o plantio (Carvalho, 1996).

É usada para lenha, como madeira para construção civil e fabricação de móveis, para fornecimento de polpa para papel, controle de erosão, sombra e forragem (Wildin, 1990).

Albizia lebbek - Leguminosa de crescimento rápido, é nativa da Ásia e África tropicais e norte da Austrália (NAS, 1979; Wildin, 1990).

É fixadora de nitrogênio, podendo atingir 30 m de altura (Alcântara, 1993). Caracteriza-se por sua tolerância a condições adversas, como fogo, geada, e extremos climáticos como verões longos e quentes, assim como invernos frios (Wildin, 1990). Adapta-se a regiões com precipitações médias anuais variando de 400 a 2.500 mm.

Pode ser utilizada como forragem, para sombreamento e como fornecedora de N para as gramíneas (Wildin, 1990).

Gliricidia sepium - Nativa do México, América Central e do Sul, está hoje amplamente distribuída nas regiões tropicais (Wildin, 1990; Alcântara, 1993). É uma espécie de crescimento rápido e fixadora eficiente de nitrogênio (Wildin, 1990).

A gliricídia é tolerante à seca, porém perde suas folhas nesse período. Adapta-se a vários tipos de solo, com pH ácido ou alcalino, e vegeta até a altitude de 1.200 m (Alcântara, 1993).

A espécie tem várias utilidades, incluindo lenha, madeira, cerca viva e forragem.

Espécies arbóreas nativas adequadas para arborização de pastagem

Numerosas espécies arbóreas nativas apresentam características favoráveis para associação com pastagem. Pott (1993) relacionou as principais espécies que ocorrem nas regiões brasileiras, de acordo com sua utilidade como forrageira e/ou para moirões de cercas.

Quando o objetivo principal da associação é arborização de pastagem, diversas outras espécies podem ser acrescentadas àquelas mencionadas por Pott (1993). Nas áreas montanhosas da Região Sudeste, as espécies angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), angico-branco (*A. colubrina*), jacarandá-branco (*Platypodium elegans*), vinhático (*Plathymenia foliolosa*) entre outras, contribuem para melhorar a qualidade de pastagens de braquiária (Carvalho et al., 1994b).

7. COMO ARBORIZAR PASTAGENS

Na formação de novas pastagens, em áreas de floresta ou cerrado, é recomendável que seja preservado o maior número possível de árvores, dando preferência àquelas que apresentem características desejáveis para a associação com pastagens. As árvores preservadas podem ser esparsas, em pequenos grupos ou em faixas, nesse último caso visando facilitar as operações de preparo do solo para formação da pastagem. A escolha de um ou outro sistema dependerá das características das árvores e da região. Por exemplo, em áreas sujeitas a ventos fortes, é recomendável que as árvores sejam mantidas em faixas, como quebra-ventos.

Em pastagens já existentes, o aumento na densidade de árvores pode ser obtido por reposição (plantio de mudas) ou regeneração natural; no entanto, devido ao pastejo, o plantio de mudas é mais garantido. Nesse caso, há necessidade de proteção das mudas. Ribaski (1986), objetivando avaliar o grau de danos por

bovinos em mudas de algaroba (*Prosopis juliflora*) introduzidas em uma pastagem de capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* cv. Biloela), estudou o efeito da proteção das mudas com cerca de quatro estacas e três fios de arame farpado. Aos nove meses após o plantio, a porcentagem de sobrevivência das plantas protegidas foi 62%, enquanto a das sem proteção foi 38%.

Os resultados disponíveis sugerem que os menores níveis de danos por bovinos são obtidos quando se utilizam mudas altas, conhecidas como mudas de espera. Baggio & Carpanezzi (1989) testaram a eficiência de quatro tratamentos de proteção de mudas de oito espécies arbóreas introduzidas em uma pastagem nativa. As mudas com 2-3 anos foram plantadas com: a) sem proteção; b) proteção por meio de cerca de arame farpado com três estacas; c) proteção por meio de uma estaca, com arame farpado em espiral; e d) muda amarrada a uma estaca. Os melhores resultados foram obtidos com as mudas mais altas e proteções de arame. Montoya & Baggio (1992) realizaram um estudo para comparar a eficiência de sistemas de proteção de mudas altas de alfeneiro (*Ligustrum lucidum*) introduzidas em pastagens. Os tratamentos comparados foram: sem proteção e espiral de arame farpado com uma, duas, três ou quatro estacas. A proteção das mudas com uma estaca apenas foi técnica e economicamente viável.

Quando a introdução das árvores é feita por ocasião da renovação de pastagens, ou em áreas anteriormente ocupadas com agricultura, o plantio das mudas de árvores pode ser inicialmente associado com culturas anuais, retardando-se a sementeira das forrageiras por 1-2 anos, o que contribui para evitar a necessidade de proteção das mudas. Jain (1993) descreveu o método usado na Índia para estabelecer sistemas silvipastoris em áreas de pastagens degradadas, que consistiu no plantio de árvores na densidade de 100-200/ha, com as gramíneas forrageiras semeadas em sulcos ou covas. Nesse sistema, o pastejo não é permitido até que as árvores ultrapassem a altura de ramoneio, o que leva três a cinco anos.

8. PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS ARBORIZADAS

Não há muitas informações na literatura sobre níveis de produção animal em sistemas silvipastoris que têm o produto animal como prioritário, principalmente naqueles nos quais a espécie arbórea não é forrageira. Além disso, nem sempre é feita a

comparação com a produção obtida em áreas de pastagens semelhantes, porém sem a presença do componente arbóreo.

Um experimento conduzido na região sudeste da Austrália mediu a produção de leite de vacas Holandesas, em pastagens consorciadas de alta qualidade, tendo acesso ou não à sombra de árvores (Silver, 1987). Após oito semanas de pastejo, a produção média de leite aumentou em 1,45 l/vaca/dia nos animais que tinham acesso à sombra, e a qualidade do leite das vacas sem acesso à sombra foi inferior. Esse resultado, no entanto, está mais relacionado com o efeito da sombra sobre o animal do que das árvores sobre a pastagem, uma vez que se tratava de pastagem melhorada e as árvores não eram distribuídas em toda a área da pastagem, mas dispostas em pequenos bosques.

Algumas espécies arbóreas que podem ser associadas com pastagens apresentam também valor forrageiro, podendo ser utilizadas como suplemento da alimentação animal a pasto, ou consumidas diretamente na forma de ramoneio.

Em diversos países, forrageiras arbóreas já são utilizadas em vários tipos de sistemas de produção pecuária (Atta-Krah, 1993; Hernandez & Simón, 1993; Wildin, 1993). Na região central de Queensland, Austrália, a utilização da leguminosa *Leucaena leucocephala* em associação com pastagens de gramíneas, tem crescido acentuadamente. Segundo Wildin (1993), em 1992 havia 20.000 ha formados com essa associação na região, sendo as leguminosas plantadas em faixas. As previsões para a década seguinte eram de 120.000 ha formados. Com esse sistema, os pecuaristas australianos têm conseguido ganhos de peso de novilhos de corte variando de 200-250 kg/ha, com carga animal entre 1,0-1,5 ha/novilhos (Wildin, 1993).

Em Cuba, Simón et al. (1995) avaliaram o desempenho de novilhas em crescimento durante o período de dois anos em uma pastagem nativa e em uma associação de pastagem nativa com a forrageira arbórea *Albizia lebbek*. A leguminosa arbórea era consumida pelos animais por meio de ramoneio ou após uma poda. O peso vivo dos animais e os ganhos diários foram maiores na associação em dois períodos de seca e em um período chuvoso. A associação da pastagem nativa com a *Albizia lebbek*, sem suplementação, permitiu ganhos diários superiores a 300 g durante todo o ano.

Shelton et al. (1991) relataram os resultados preliminares de um ensaio conduzido na Austrália, com novilhas pastejando *B. decumbens* consorciada ou não com *Sesbania sesban*. Após 2-3 meses de adaptação ao consumo da leguminosa, os animais da área consorciada ganharam em média mais 30 kg do que os que tiveram acesso à pastagem de braquiária pura.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A arborização é uma medida que pode contribuir para a utilização sustentável de pastagens, principalmente daquelas formadas em solos de baixa fertilidade natural, desde que, ao se associar pastagens com árvores, as condições necessárias para se obter benefícios para os componentes do sistema solo-planta-animal sejam atendidas. Entre esses benefícios destacam-se a conservação do solo e da água e a possibilidade de melhoria das condições físico-químicas e da atividade biológica na superfície do solo, aumentando a produção e os teores de N e outros nutrientes na forragem sombreada.

Esses efeitos da arborização assumem maior importância em pastagens cultivadas manejadas de forma extensiva, sem a adição de fertilizantes, nas quais deficiências minerais, notadamente de N, juntamente com outros fatores, têm freqüentemente causado a degradação. Portanto, a integração de pastagens com árvores apresenta-se como uma opção para evitar a degradação de pastagens cultivadas e também como meio de recuperar áreas rurais degradadas. Medidas adicionais, como correção das principais deficiências nutricionais do solo e manejo adequado das pastagens, são normalmente necessárias para garantir os benefícios potenciais da arborização. Outros efeitos esperados, tais como conforto para os animais, melhores índices produtivos e reprodutivos, e valorização ambiental, não devem ser desconsiderados quando se tem em mente o manejo sustentável das propriedades agrícolas.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, P.B. Recursos genéticos em leguminosas arbóreas e arbustivas. In: ALCÂNTARA, V.B.G.; ALCÂNTARA, P.B.; ASSEF, L.C. et al. ed. SIMPÓSIO SOBRE USOS MÚLTIPLOS DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS E ARBUSTIVAS, 1993, Nova Odessa. *Anais...* Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1993, 216p. p. 1-29.
- ANDRADE, A.G.; FARIA, S.M. Arquitetura e biomassa de raízes de *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com seis anos de idade em planossolo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Ouro Preto. *Trabalhos voluntários*. Viçosa: SEBRADE/UFV/DPS/DEF, 1997. p. 144-149.
- ARAYA, J.; BENAVIDES, J.; ARIAS, R.; RUIZ, A. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. In: BENAVIDES, J.E. ed. **Árboles y arbustos forrajeros en America Central**. Turrialba: CATIE - Programa de Agricultura Sostenible, 1994, v. 1, p. 31-47.
- ATTA-KRAH, A.N. Trees and shrubs as secondary components of pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton. *Proceedings ...* Rockhampton, 1993. v.3, p. 2045-2052.
- BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, O.B. Alguns sistemas de arborização de pastagens. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 17, p. 47-60, 1988.
- BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, O.B. Resultados preliminares de um estudo sobre arborização de pastagens com mudas de espera. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 18/19, p. 17-22, 1989.
- BELSKY, A.J. Effects of trees on nutritional quality of understorey gramineous forage in tropical savannas. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 26, n. 1, p. 12-20, 1992.
- CARVALHO, M.M. Comportamento de cinco leguminosas arbóreas exóticas introduzidas em uma pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS FLORESTAIS, 4., 1996, Belo Horizonte. *Resumos*. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira para Valorização do Meio Ambiente - BIOSFERA, 1996. p. 152-153.

- CARVALHO, M.M.; FRANCO, A.A.; FREITAS, V.P.; XAVIER, D.F. Avaliação do crescimento inicial de leguminosas arbóreas para associação com pastagens na Região Sudeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. *Anais*. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994a. 496p. p. 165-172 (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 27)
- CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ALMEIDA, D.S.; VILLAÇA, H.A. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição química da forragem de pastagens de braquiária. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.23, n. 5, p. 709-718, 1994b.
- CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ANDRADE, A.C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). *Pasturas Tropicais*, Cali, v. 17, n. 1, p.24-30, 1995.
- 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.
- CASTRO, C.R.T.; CARVALHO, M.M.; GARCIA, R. Produção forrageira e alterações morfológicas em gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. *Anais ... Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 1997. Forragicultura, v. 2, p. 338-340.
- CHRISTIE, E.K. A note on the significance of *Eucalyptus populnea* for buffel grass production in infertile semi-arid rangelands. *Tropical Grasslands*, Brisbane, v. 9, n. 3, p. 243-246, 1975.
- COCAMAR. Cooperativa. Grevílea ajuda a proteger pastagem. *Jornal da Cooperativa COCAMAR*, Maringá, ago. 1994. p. 9.
- COOK, B.G.; GARTHE, R.J.; GRIMES, R.F. Tropical pastures in eucalypt forest near Gympie. *Queensland Agriculture Journal*, Brisbane, v. 110, n. 1, p. 45-46, 1984.
- COSTA, B.M.; MENDONÇA, C.A.G.; CALAZANS, J.A.M. **Forrageiras arbóreas e suculentas para formação de pastagens**. Cruz das Almas: IPEAL, 1973. 24p. (Ministério da Agricultura-IPEAL. Circular, 34)

- DACCARETT, M.; BLYDENSTEIN, J. La influencia de árboles leguminosas sobre el forraje que cresce bajo ellos. **Turrialba**, Turrialba, v. 18, n. 4, p. 405-408, 1968.
- DALY, J.J. Cattle need shade trees. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, v.110, n. 1, p. 21-24, 1984.
- ERIKSEN, F.I.; WHITNEY, A.S. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, p. 427-433, 1981.
- ERIKSEN, F.I.; WHITNEY, A.S. Growth and N fixation of some tropical forage legumes as influenced by solar radiation regimes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 4, p. 703-709, 1982.
- FLEISCHER, J.E.; MASUDA, Y.; GOTO, I. The effects of light intensity on the productivity and nutritive value of green panic (*Panicum maximum* var. *trichoglume* cv. Petrie). **Journal of Japanese Society of Grassland Science.**, v. 30, p. 191-194, 1984.
- FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.; SILVA, E.M.R.; FARIA, S.M. **Revegetação de solos degradados**. Seropédica: EMBRAPA-CNPBS, 1992. 11p. (EMBRAPA-CNPBS. Comunicado Técnico, 9)
- GARCIA, N.C.P.; REIS, G.G.; SALGADO, L.T.; FREITAS, R.T.F. Consórcio do *Eucalyptus grandis* com gramíneas forrageiras em área de encosta na Zona da Mata de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. *Anais*. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 496p. p. 113-120 (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 27)
- HANG, S.; MAZZARINO, M.J.; NUÑEZ, G.; OLIVA, L. Influencia del desmonte seletivo sobre la disponibilidad de nitrógeno en años húmedos y secos en sistemas silvopastoriles en el Chaco árido argentino. **Agroforestería en las Americas**, Turrialba, v. 2, n. 6, p. 9-14, 1995.
- HENDERSON, M.S.; ROBINSON, D.L. Environmental influences on yield and *in vitro* true digestibility of warm-season grasses and the relationships to fiber components. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 6, p. 943-946, 1982.
- HERNÁNDEZ, I.; SIMÓN, L. Los sistemas silvopastoriles: empleo de la agroforestería en las explotaciones ganaderas. **Pastos y Forrajes**, Matanzas, v. 16, n. 2, p. 99-111, 1993.

- HOUGHTON, D. Trees and erosion control. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, v. 110, n. 1, p. 9-12, 1984.
- HUMPHREYS, L.R. **Tropical forages: their role in sustainable agriculture**. New York: John Wiley & Sons, 1994. 414 p.
- JAIN, N.C. Productivity of silvipastoral areas and management needs in arid regions of India. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton. *Proceedings ...* Rockhampton, 1993. v.3, p. 2069-2070.
- JOFFRE, R.; VACHER, J.; LLANOS, C. de los; LONG, G. The dehesa: an agrosilvopastoral system of the Mediterranean region with special reference to the Sierra Morena area of Spain. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 6, p. 71-96, 1988.
- KELLMAN, M. Soil enrichment by neotropical savanna trees. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 67, p. 565-577, 1979.
- KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Forage quality responses of C₃ and C₄ perennial grasses to shade. **Crop Science**, v. 33, n. 4, p. 831-837, 1993.
- KOLLER, W.W. **Ocorrência de cigarrinha-das-pastagens e de seu predador natural *Salpingogaster nigra* Schiner sob efeito do sombreamento**. Campo Grande, EMBRAPA-CNPGC, 1988. 15p. (EMBRAPA-CNPGC, Documentos, 37).
- LEAL, A.C.; RAMOS, A.L.M. Introdução e avaliação preliminar de espécies florestais de uso múltiplo no norte do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. *Anais*. Colombo: EMBRAPA-CNPFC, 1994. 496p. p. 219-227 (EMBRAPA-CNPFC. Documentos, 27)
- LOMBARDI NETO, F. Degradação de pastagens. In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1993, Nova Odessa. *Anais*. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1993. 199p. p. 49-60.
- MONTOYA, L.J.; BAGGIO, A.J. Estudo econômico da introdução de mudas altas para sombreamento de pastagens. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. *Anais...* Colombo: EMBRAPA-CNPFC, 1992. v.1, p.201-210.

- MUOGHALU, J.I.; ISICHEI, A.O. Effect of tree canopy cover on grass species in Nigerian Guinea savanna. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 72, n. 2, p. 97-101, 1995.
- NAIR, P.K.R.; FERNANDES, E.C.M.; WANGUBU, P.N. Multipurpose leguminous trees and shrubs for agroforestry. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, p.295-313, 1984.
- NACIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Tropical legumes: resources for the future**. Washington D.C., 1979. 331p.
- NORTON, B.W.; WILSON, J.R.; SHELTON, H.M.; HILL, K.D. The effect of shade on forage quality. In: SHELTON, H.M.; STÜR, W.W. ed. **Forages for plantation crops**. Canberra: ACIAR, 1991. 168 p., p. 83-88. (Proceedings of a Workshop, 1990, Bali)
- OVALLE, C.; AVENDAÑO, J. Utilización silvopastoral del espinal. II. Influencia del espino (*Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn.) sobre algunos elementos del medio. **Agricultura Técnica**, Santiago, v.44, n. 4, p. 353-362, 1984.
- OVALLE, C.; AVENDAÑO, J. Influencia del árbol sobre la vegetación en los espinales (*Acacia caven*) de la zona mediterránea de Chile. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. *Anais...* Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 496p. p. 151-159 (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 27)
- POTT, A. Árvores no sistema pastoril. In: ALCÂNTARA, V.B.G.; ALCÂNTARA, P.B.; ASSEF, L.C. et al. eds. SIMPÓSIO SOBRE USOS MÚLTIPLOS DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS E ARBUSTIVAS. 1993, Nova Odessa. *Anais...* Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1993. 216p., p. 95-129.
- RAMOS, G.M.; CARVALHO, J.H.; LEAL, J.A. **Aproveitamento das vagens de faveira como suplemento à silagem de sorgo na alimentação de bovinos**. Teresina: EMBRAPA-UEPAE-Teresina, 1985. 9 p. (EMBRAPA-UEPAE-Teresina. Boletim de Pesquisa, 7)
- REYNOLDS, S.G. Evaluation of pasture grass under coconuts in Western Samoa. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 12, p. 146-151, 1978.
- RIBASKI, J. **Sobrevivência e desenvolvimento de algaroba, plantada com e sem proteção, em área de capim-búfel sob pastejo**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1986. 4p. (EMBRAPA-CPATSA. Pesquisa em Andamento, 48).

- ROCHA, G.L. **Ecosistemas de pastagens: aspectos dinâmicos**. Piracicaba: FEALQ, 1991. 391p.
- RYAN, P.A.; KENT, G.A.; COOK, B.G. Management of tropical pastures under a eucalypt forest at Neerdie, southeast Queensland. In: AUSTRALIAN AGRICULTURAL COUNCIL AND AUSTRALIAN FORESTRY COUNCIL NATIONAL AGROFORESTRY WORKSHOP, 1986, Perth. Perth, 1986.
- SAMARAKOON, S.P.; WILSON, J.R.; SHELTON, H.M. Growth, morphology and nutritive value of shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus* and *Pennisetum clandestinum*. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 114, p. 161-169, 1990a.
- SAMARAKOON, S.P.; SHELTON, H.M.; WILSON, J.R. Voluntary feed intake by sheep and digestibility of shaded *Stenotaphrum secundatum* and *Pennisetum clandestinum* herbage. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 114, p. 143-150, 1990b.
- SCANLAN, J.C.; MCKEON, G.M. Competitive effects of trees on pastures are a function of rainfall distribution and soil depth. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton. *Proceedings ...* Rockhampton, 1993. v.3, p. 2231-2232.
- SCHREINER, H.G. Tolerância de quatro gramíneas forrageiras a diferentes graus de sombreamento. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 15, p. 61-72, 1987.
- SHELTON, H.M.; HUMPHREYS, L.R.; BATELLO, C. Pastures in the plantations of Asia and Pacific: performance and prospects. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 21, n. 4, p. 159-168, 1987.
- SHELTON, H.M.; LOWRY, J.B.; GUTTERIDGE, R.C.; BRAY, R.A.; WILDIN, J.H. Sustaining productive pasture in the tropics. 7.Tree and shrub legumes in improved pastures. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 25, n. 2, p. 119-128, 1991.
- SILVA, V.P. Sistema silvipastoril (Grevílea + pastagem): uma proposição para o aumento de produção no arenito de Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. *Anais*. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 496p. p. 291-297 (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 27)
- SILVER, B.A. Shade is important for milk production. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, v. 113, n. 2, p. 95-96, 1987.

- SIMÓN, L.; HERNÁNDEZ, I.; DUQUESNE, P. Efecto del pastoreo de *Albizia lebbek* Benth (Algarrobo de olor) en el comportamiento de hembras bovinas en crecimiento. **Pastos y Forrajes**, Matanzas, v. 18, n. 1, p. 67-72, 1995.
- STÜR, W.W. Screening forage species for shade tolerance - A preliminary report. In: SHELTON, H.M.; STÜR, W.W. ed. **Forages for plantation crops**. Canberra: ACIAR, 1991. 168 p., pp. 58-63. (Proceedings of a Workshop, 1990, Bali)
- TRLICA, M.J., KINYAMARIO, J.I. Photosynthesis and water relations of two savanna grasses as influenced by shade and water stress. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. *Proceedings ...* Palmerston North, 1993. v. 1, p. 112-114.
- WILD, D.W.M.; WILSON, J.R.; STÜR, W.W.; SHELTON, H.M. Shading increases yield of nitrogen-limited tropical grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton. *Proceedings ...* Rockhampton, 1993. v.3, p. 2060-2062.
- WILDIN, J.H. **Trees for forage systems in Australia**. Rockhampton: Queensland Department of Primary Industries, 1990. 43p.
- WILDIN, J.H. Major beef production gains from commercial rain-fed leucaena-grass pastures in central Queensland, Australia. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton. *Proceedings ...* Rockhampton, 1993. v.3, p. 2070-2071.
- WILSON, J.R.; CATCHPOOLE, V.R.; WEIER, K.L. Stimulation of growth and nitrogen uptake by shading a rundown green panic pasture on Brigalow clay soil. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 20, n. 3, p. 134-143, 1986.
- WILSON, J.R.; HILL, K.; CAMERON, D.M.; SHELTON, H.M. The growth of *Paspalum notatum* under shade of a *Eucalyptus grandis* plantation canopy or in full sun. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 24, n. 1, p. 24-28, 1990.
- WILSON, J.R.; WILD, D.W.M. Improvement of nitrogen nutrition and grass growth under shading. In: SHELTON, H.M.; STÜR, W.W. ed. **Forages for plantation crops**. Canberra: ACIAR, 1991. 168p. p. 77-82. (Proceedings of a Workshop, 1990, Bali).

- WILSON, J.R.; WONG, C.C. Effects of shade on some factors influencing nutritive quality of green panic and Siratro pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 33, n. 6, p. 937-949, 1982.
- WONG, C.C. Shade tolerance of tropical forages. In: SHELTON, H.M.; STÜR, W.W. eds. **Forages for plantation crops**. Canberra: ACIAR, 1991. 168p. p. 64-69. (Proceedings of a Workshop, 1990, Bali)
- WONG, C.C.; STÜR, W.W. Persistence of an erect and prostrate *Paspalum* species as affected by shade and defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton. *Proceedings ...* Rockhampton, 1993. v.3, p. 2059-2060.
- WONG, C.C.; WILSON, J.R. The effect of shade on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 31, p. 269-285, 1980.

