

ISSN 1516-8840

Dezembro, 2011

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa Clima Temperado

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Documento 335

Manejo de Animais e Pastagens em Sistemas de Integração Silvipastoril

Jamir Luís Silva da Silva

Alexandre Costa Varella

João Carlos de Saibro

Zélia Maria de Souza Castilhos

Embrapa Clima Temperado

Pelotas, RS

2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado
BR 392 Km 78
Caixa Postal 403, CEP 96010-971- Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8199
Fax: (53) 3275-8219 – 3275-8221
Home Page: www.cpact.embrapa.br
e-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior
Secretária - Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia
Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro, Regina das Graças Vasconcelos dos Santos.
Suplentes: Isabel Helena Vernetti Azambuja e Beatriz Marti Emygdio.

Supervisão editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlé
Revisão de texto: Ana Luiza Barragana Viegas
Normalização bibliográfica: Fábio Lima Cordeiro
Editoração eletrônica: Juliane Nachtigall (estágaria)

1ª edição

1ª impressão (2011): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei N° 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Clima Temperado

Manejo de animais e pastagens em sistemas de integração silvipastoril
/ Jamir Luís Silva da Silva et. al. – Pelotas: Embrapa Clima
Temperado, 2011.

98 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 1516-8840, 335)

1. Pastagem - Forrageira. 2. Sistema Integrado – Sistema
Silvipastoril. 3. Manejo Animal. I. Silva, Jamir Luís Silva da. II. Série.

CDD 636.08

© Embrapa 2010

Autores

Jamir Luís Silva da Silva

Engenheiro-agrônomo, D.Sc.
Pesquisador da Embrapa Clima Temperado,
Pelotas, RS
jamir.silva@cpact.embrapa.br

Alexandre Costa Varella

Engenheiro-agrônomo, Ph.D.
Pesquisador da Embrapa Pecuária Sul,
Bagé, RS
avarella@cppsul.embrapa.br

João Carlos de Saibro

Engenheiro-agrônomo, Ph.D.
Professor Convidado da UFRGS,
Porto Alegre, RS
jnsaibro@terra.com.br

Zélia Maria de Souza Castilhos

Engenheira-agrônoma, Ph.D.
Pesquisadora da Fepagro,
Porto Alegre, RS
zelia.voy@terra.com.br

Apresentação

A busca de tecnologias para uso múltiplo dos recursos naturais que integrem sobre uma mesma superfície diferentes modalidades de produção se faz cada vez mais necessária, tendo em vista as consequências danosas de práticas inadequadas de utilização dos solos em monocultivos quando não são observados preceitos básicos de manejo sustentável.

A produção de alimentos de origem animal torna-se a cada dia um desafio maior, na medida em que deixa de ser meramente uma colheita de carne, de leite e/ou de lã, resultante da aleatoriedade dos processos de produção, para tornarem-se atividades rentáveis, sustentáveis e socialmente justas, visando o desenvolvimento regional.

Acrescenta-se a esses aspectos, em sistemas silvipastoris, que a grande interatividade que ocorre entre os fatores de clima e solo interfere na produção de forragem e conseqüentemente na produção animal, uma vez que existem outros componentes (arbóreo) comercializáveis e competidores por recursos naturais

dentro do ecossistema.

Neste documento, os autores procuraram sistematizar os principais resultados obtidos pela pesquisa científica, até o momento, sobre manejo e uso de sistemas silvipastoris, que poderão desmistificar alguns paradigmas disseminados no meio rural a respeito desses sistemas de produção agrícola.

Clênio Nailto Pillon
Chefe Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Resumo	09
Introdução	13
Definições e classificações dos sistemas agroflorestais.....	16
Fundamentos agroecológicos dos sistemas silvipastoris	19
Efeito dos animais sobre o componente arbóreo	25
Efeito dos animais sobre o solo em sistemas silvipastoris	36
Competição do componente arbóreo por luz.....	44
Principais associações e modelos silvipastoris praticados no RS ...	50
Associação de eucalipto com pastagem e animal no RS	50
Associação de acácia-negra com pastagem e animal	68
Associação de Pinus com pastagem e animal no RS	75
Associação de araucária (<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) O. <i>Kuntze</i>) e bracatinga (<i>Mimosa scabrella</i> Benth.) com pastagem e animal no RS	76
Associação de árvores frutíferas e erva-mate (<i>Ilex paraguariensis</i>) com pastagem e animal	76
Considerações finais	78
Referências	84

8 Manejo de Animais e Pastagens em Sistemas de Integração Silvipastoril

Manejo de Animais e Pastagens em Sistemas de Integração Silvopastoril

Jamir Luís Silva da Silva

Alexandre Costa Varella

João Carlos de Saibro

Zélia Maria de Souza Castilhos

Resumo

Os produtos florestais brasileiros são considerados altamente competitivos no mercado internacional, de tal forma que as exportações do setor em 2009 foram de US\$ 5,6 bilhões, correspondendo a 4% do total exportado pelo país, superado apenas pelos complexos soja e carnes (ABRAF, 2010). Por outro lado, o Brasil tem o maior rebanho bovino comercial do mundo. No ano de 2005 foram abatidas mais de 40 milhões de cabeças, sendo exportados US\$ 3,5 milhões, o que representou um crescimento de 20% nos últimos oito anos; neste contexto, a pecuária de corte no Rio Grande do Sul (RS) contribuiu com 14% do total de bovinos abatidos no Brasil (PASTRELLO, 2006). O estado apresenta em torno de 521 mil hectares plantados com espécies florestais exóticas, dos quais 171.210 são ocupados por *Pinus* sp., 271.980 por *Eucalyptus* sp e 156.377 ocupados com *Acacia mearnsii*, acácia-negra, (ABRAF, 2010). A pesquisa em sistemas silvipastoris no Brasil tomou proporções mais significantes a partir do início da década de 1980 (COUTO et al., 1994; CARVALHO, 1997; GARCIA; COUTO, 1997). No

Rio Grande do Sul, a utilização de sistemas silvipastoris data do início da década de 1990 com estudos de caso onde herbívoros foram colocados em pastejo em sub-bosque de florestas comerciais de eucalipto e acácia-negra (TANAGRO, 1992; SILVA et al., 1993). Atualmente, a literatura regional já conta com alguns trabalhos em sistemas silvipastoris planejados para avaliar a dinâmica dos processos biológicos envolvidos, na busca de produção sustentável dos diferentes componentes deste sistema de produção agrícola, conforme pode ser visto nos trabalhos de Silva (1998); Fucks (1999); Varella e Saibro (1999); Silva et al. (2001); Lucas (2004); Barro (2008) e revisão bibliográfica de Saibro (2001). À luz da pesquisa se pode afirmar que sistemas silvipastoris podem ser utilizados com bovinos e ovinos a partir de cinco a oito meses de idade e que há relação da altura das árvores com as categorias animais, ou seja, os danos às árvores se agravam quando as mesmas possuem altura inferior a 182 cm para terneiros (bovinos) e 154 cm para ovelhas (ovinos). Com acácia-negra o pastejo pode iniciar a partir de 1,5 a 2 anos, mas há relação com as condições edafo-climáticas da região, em ambas as espécies florestais. A entrada de animais em florestas comerciais precisa ser planejada desde o momento do estabelecimento, levando-se em consideração que são sistemas agropecuários com atividades de manejo distintas, mas que, quando respeitadas essas características, ocorrendo ajustes no manejo de forma temporal e espacial, o sistema poderá ser conduzido de maneira sustentável e com boa produtividade. Por outro lado, dentro de uma visão sistêmica o componente animal desempenha importante papel na manutenção de um sub-bosque

menos competitivo com o componente arbóreo, em função do consumo da vegetação herbácea, e da aceleração do processo de ciclagem de nutrientes, por meio do retorno de fezes e urina ao solo em estruturas mais facilmente mineralizáveis, e, além disso, proporciona um retorno mais cedo do capital investido, em relação à monocultura florestal. Neste documento, procuramos revisar e relatar os principais resultados obtidos pela pesquisa científica, até o momento, sobre manejo e uso de sistemas silvipastoris e que poderão desmistificar alguns paradigmas disseminados no meio rural a respeito desses sistemas de produção agrícola.

12 Manejo de Animais e Pastagens em Sistemas de Integração Silvipastoril

Manejo de Animais e Pastagens em Sistemas de Integração Silvopastoril

Jamir Luís Silva da Silva

Alexandre Costa Varella

João Carlos de Saibro

Zélia Maria de Souza Castilhos

Introdução

Os debates recentes em torno de estratégias para um desenvolvimento sustentável da agricultura e da pecuária têm apontado de forma clara a necessidade de se considerar além do quesito produtividade, enfatizado no passado, outros indicadores como a estabilidade e a equidade social, indicadores intimamente associados, na avaliação dos processos de desenvolvimento agrícola.

Tecnologias para sistemas de produção integrada se fazem cada vez mais necessárias, tendo em vista as conseqüências danosas de práticas inadequadas de utilização dos solos. Nesse cenário, vários autores têm relatado a viabilidade técnica, ecológica e socioeconômica na adoção de sistemas silvipastoris, subdivisão dos sistemas agroflorestais (COUTO et al., 1994; PEREIRA; REZENDE, 1996; CARVALHO, 1997; GARCIA; COUTO, 1997;).

A pesquisa em sistemas silvipastoris no Brasil tomou proporções mais significantes a partir do início da década de 1980. No Rio Grande do Sul, a utilização de sistemas silvipastoris data do início da década de 1990 com estudos de caso onde herbívoros foram colocados em pastejo em sub-bosque de florestas comerciais de eucalipto e acácia-negra (TANAGRO, 1992; SAIBRO, 1992; SILVA et al., 1993). Atualmente, a literatura regional já conta com alguns trabalhos em sistemas silvipastoris planejados para avaliar a dinâmica dos processos biológicos envolvidos, na busca de produção sustentável dos diferentes componentes deste sistema de produção agrícola, conforme pode ser visto nos trabalhos de Saibro (2001); Fucks (1999); Varella e Saibro (1999); Silva (1998); Silva et al. (2001); Lucas (2004)

À luz da pesquisa se pode afirmar que sistemas silvipastoris podem ser utilizados com bovinos e ovinos a partir de cinco a oito meses de idade das árvores de eucalipto e a partir de 1,5 a 2 anos com acácia-negra. Entretanto, ainda há muitas discussões sobre o momento da entrada de animais nestes sistemas e possíveis danos nas árvores, onde de um lado está quem trabalha com florestas e de outro quem trabalha com agricultura forrageira e animais.

Cabe destacar que a entrada do animal em florestas comerciais, precisa ser planejada desde o momento do estabelecimento da mesma, levando em consideração que são atividades agrícolas que, isoladamente, apresentam características de manejo distintas, mas que, quando observadas estas características permitem ajustes de manejo de forma temporal e espacial que conduzirão o sistema de forma sustentável e produtiva. Os

sistemas silvipastoris têm por objetivo aperfeiçoar a produção por unidade de área, respeitando sempre o princípio do rendimento contínuo, da manutenção do potencial produtivo dos recursos naturais renováveis e das condições sociais e econômicas da comunidade local (SILVA; SAIBRO, 1998).

A produção de alimentos e outros produtos úteis ao homem, a partir dos herbívoros, torna-se cada dia um desafio maior na medida em que deixa de ser meramente uma colheita de carne, leite, lã, etc., resultante da aleatoriedade do processo de pastejo, para tornar-se uma atividade em que o produto animal passa a ser o resultado do controle da oferta de forragem a esses animais. A necessidade desse controle evidencia-se, de um lado, pela necessidade de que a atividade seja economicamente viável e, por outro lado, pela necessidade de que os sistemas pastoris sejam preservados, o que, por sua vez, também tem implicações econômicas e, sobretudo sociais (NABINGER, 1997). Acrescenta-se a estes aspectos, em sistemas silvipastoris, que a grande interatividade que ocorre entre os fatores de clima e solo, interfere na produção de forragem e conseqüentemente na produção animal, uma vez que existem outros componentes (arbóreo) geradores de produtos a serem comercializados e competidores por recursos naturais dentro do ecossistema.

A produção animal torna-se, portanto, uma atividade altamente especializada, onde é necessário entender não apenas o processo de transformação do pasto em carne, leite, lã ou derivados, mas também o processo de produção do pasto e sua oferta ao animal na quantidade e qualidade necessárias para atingir determinado objetivo de produção.

Nesses sistemas de uso integrado do solo é importante destacar que os efeitos das interações que ocorrem entre seus diferentes componentes não devem ser visualizados e interpretados como resultados isolados, tendo em vista a integração e o dinamismo que são observados. Os componentes que se destacam isoladamente nesses ambientes são: as árvores, os animais, o solo, o clima e a pastagem. No entanto, dentro de uma visão sistêmica, o componente animal demanda importante atenção quanto a intensidade de pastejo, pois a diferença entre benefícios e prejuízos com o uso de animais depende do ajuste de carga animal ou intensidade de pastejo de acordo com a capacidade de suporte das pastagens. Para isso torna-se necessário conhecer a produção de forragem dos pastos a serem utilizados.

Definições e classificação dos sistemas agroflorestais

A agrossilvicultura é um termo coletivo para sistemas e técnicas de utilização da terra, onde espécies lenhosas perenes são cultivadas deliberadamente em áreas utilizadas também para atividades agrícolas e/ou de criação de animais, em um arranjo temporal ou espacial onde existem interações positivas desejáveis, tanto ecológicas quanto socioeconômicas, entre os elementos componentes do sistema (YOUNG, 1989). Seu objetivo consiste em aperfeiçoar as interações positivas de modo a obter, a partir dos recursos disponíveis e nas condições técnicas, ecológicas e socioeconômicas existentes, uma produção total mais elevada, diversificada e sustentável.

Foram propostos por Budowski (1978) três caminhos possíveis para combinar qualquer atividade de produção para compor

um sistema agroflorestal. A Figura 1 ilustra os caminhos da associação das práticas de agricultura, silvicultura e a exploração pecuária.

Como exposto anteriormente, a integração do animal às culturas agrícolas e florestais não constitui um sistema novo de atividade agropecuária. O que talvez seja novo é o fato de que a integração do animal à atividade florestal seja capaz de melhorar a produtividade por unidade de área. Em um mundo onde a população cresce rapidamente, sobretudo nos países menos desenvolvidos, o aumento de produtividade da terra torna-se muito importante, uma vez que a área disponível para a agricultura atingirá seus limites em um futuro não muito distante.

Quanto aos sistemas silvipastoris, estes podem assumir um caráter provisório ou eventual, quando a associação árvore-pasto-animal se realiza apenas em uma determinada fase de um cultivo arbóreo ou de uma pecuária convencional. Nesse caso, os componentes pasto e animal são tratados como subprodutos da exploração e o manejo é conduzido no sentido de atingir o potencial de produção do componente arbóreo, sendo assim a pastagem ou o componente animal, um subproduto da exploração, é manejado de modo leniente, para não prejudicar o cultivo arbóreo, considerado de interesse principal. Incluem também os sistemas silvipastoris que evoluíram de pastagens solteiras, com a regeneração natural de árvores úteis ou o plantio de mudas de espécies arbóreas, geralmente protegidas, quando pequenas, da ação mecânica e do pastejo de animais.

Também, podem ser classificados em verdadeiros ou permanentes, quando o componente arbóreo e a pastagem são considerados integrantes do mesmo desde o planejamento

do empreendimento, consistindo na associação dentro de um determinado nível de participação. São plantios regulares feitos nos espaçamentos ou densidades próprios, onde a possibilidade de supressão de um componente por outro é deliberadamente reduzida. Esses sistemas, quando bem delineados, dão possibilidades, na fase de estabelecimento, de utilização da área destinada à pastagem, com cultivos pioneiros anuais até as árvores atingirem altura suficiente para a introdução dos animais no sistema (VEIGA, 1991). Nestes sistemas o componente arbóreo pode ser constituído por espécies nativas, com raleamento, ou por espécies exóticas como eucalipto, pinus, acácia-negra, etc., enquanto que a pastagem pode ser cultivada, constituída por espécies exóticas, o que muitas vezes melhora a qualidade da forragem (SILVA et al., 2001; CASTILHOS, 1999, LUCAS, 2004) ou por pastagem nativa (VARELLA, 1997; FUCKS, 1999).

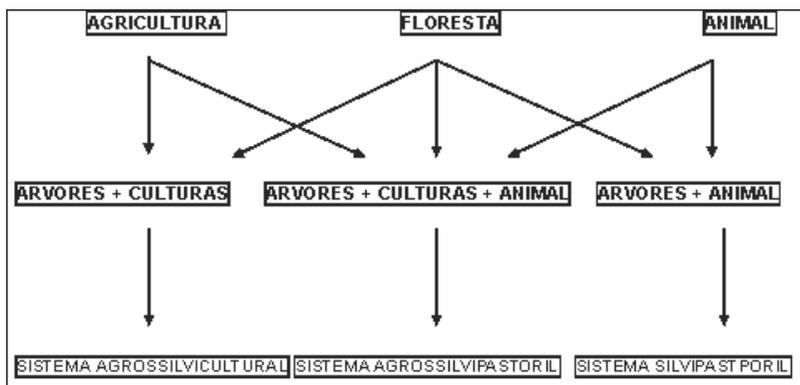


Figura 1. Representação diagramática de associações de componentes do sistema agroflorestal.

Fundamentos agroecológicos dos sistemas silvipastoris

Os sistemas agroflorestais, nos quais se incluem os sistemas silvipastoris, assumem um importante papel no desenvolvimento de novas formas de uso da terra, mais sustentável do que antigas técnicas destrutivas largamente utilizadas na agricultura. A pecuária de abertura de novas fronteiras agrícolas tem sido considerada a mais predadora atividade do homem, tendo em vista os efeitos nocivos do desmatamento indiscriminado no ecossistema como um todo (VEIGA; SERRÃO, 1990). A adoção de sistemas agrícolas alternativos que levem em consideração as peculiaridades dos recursos naturais de cada região, como os sistemas silvipastoris, deve ser concebida e testada de modo a tornar a atividade agropecuária mais produtiva, autossustentável, economicamente rentável, socialmente justa e menos danosa ao meio ambiente (VARELLA, 1997).

A maioria das pastagens cultivadas no Brasil é formada por gramíneas em monocultivo, portanto, com baixíssima diversidade florística, uma vez que a associação entre gramíneas e leguminosas herbáceas ou arbustivas atinge proporção insignificante (BARCELOS, 1995; PEREIRA et al., 1995). Além disso, para a implantação dessas pastagens, por razões operacionais e econômicas, normalmente é feita a derrubada da vegetação primária, com a eliminação do componente arbóreo, distanciando cada vez mais o agroecossistema recém-estabelecido do ecossistema original. Esse desequilíbrio ecologicamente mais danoso nas florestas tropicais úmidas da Amazônia e em grande parte da Mata Atlântica se agrava ainda mais pela baixa sustentabilidade dos sistemas de produção desenvolvidos nessas pastagens, condicionada pela

predominância de elevadas pressões bióticas e pelo manejo inadequado (SERRÃO et al., 1979; PEREIRA et al., 1995).

Alvim (1982), baseando-se em fundamentos agroecológicos, enfatiza que cultivos arbóreos seriam mais recomendados para regiões tropicais úmidas porque protegem o solo contra a lixiviação, erosão e compactação, apresentam baixa demanda de nutrientes e tolerância à acidez, além de melhorarem o balanço hídrico do ecossistema. No entanto, de acordo com Connor (1983), a maior eficiência na utilização dos nutrientes do solo, em sistemas agrícolas com pouca utilização de insumos, estaria condicionada a uma estrutura diversificada e multiestratificada, onde os componentes tenham diferentes exigências de recursos naturais (radiação, água e nutrientes do solo). Essa seria a principal característica dos sistemas agroflorestais e silvipastoris, com a combinação de árvores, cultivos anuais e pastagens, onde o componente arbóreo, geralmente com raízes mais profundas, pode beneficiar o herbáceo mediante a ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas para a superfície do solo, através do retorno de folhas, galhos e outras partes da planta que ao caírem no terreno aumentam a matéria orgânica e melhoram consequentemente as suas propriedades químicas e físicas (KIRBY, 1976; CONNOR, 1983; SILVA, 1998). Adicionalmente, no caso de leguminosas fixadoras de nitrogênio, quer sejam do componente arbóreo ou herbáceo (pastagem), a incorporação desse nutriente ao sistema certamente é importante para sua sustentabilidade.

A Figura 2 apresenta um esquema de como se processam algumas interações entre os fatores bióticos e abióticos envolvidos em sistemas silvipastoris.

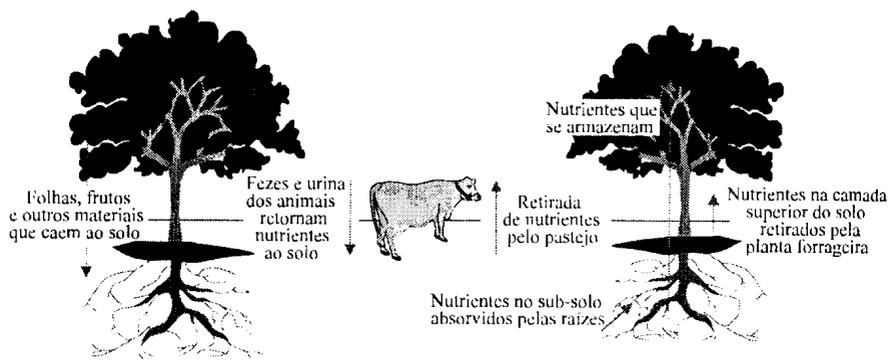


Figura 2. Representação diagramática dos componentes de sistema silvipastoril. - Fonte: (adaptado de Macedo, 1992).

Segundo Macedo *et al.* (2000), os sistemas silvipastoris se baseiam no princípio denominado biodinâmica da sobrevivência, o qual otimiza o aproveitamento da energia solar vital através da multiestratificação diferenciada de uma grande diversidade de espécies que exploram os perfis vertical e horizontal da paisagem, visando a utilização e recirculação dos potenciais produtivos dos ecossistemas.

Evidenciam-se assim, várias vantagens de natureza agrônômica, zootécnica, ecológica e econômica, promovidas pela utilização de sistemas silvipastoris, ressaltadas em vários trabalhos (KIRBY, 1976; VEIGA; SERRÃO, 1990; CARVALHO, 1994; COUTO *et al.*, 1996; GARCIA; COUTO, 1997; SILVA, 1998). No entanto a implantação de sistemas silvipastoris sustentáveis depende do nível de conhecimento das interações entre cada componente, principalmente no que diz respeito aos diferentes

níveis de exigência e utilização dos fatores naturais de produção, destacando-se luz, água e nutrientes.

Nos sistemas ditos permanentes, das diversas interações que ocorrem, aquelas envolvendo árvores e pastagem são as mais importantes, pois a manutenção do equilíbrio entre esses dois componentes determina o sucesso da exploração. No entanto, o papel dos animais é muito importante na manutenção desse equilíbrio, principalmente quando se leva em consideração a pressão e o sistema de pastejo utilizados, os possíveis danos causados por eles às árvores e os benefícios que estas trazem aos mesmos e, ainda, a função que exercem na ativação da ciclagem de nutrientes dentro do processo. O conhecimento dessas interações possibilita a melhor seleção das espécies ou cultivares arbóreas ou forrageiras e a definição de técnicas de estabelecimento e manejo do sistema, visando garantir a sua sustentabilidade (PEREIRA; REZENDE, 1996).

Para avaliar os efeitos das interações que estão ocorrendo entre os fatores bióticos e abióticos envolvidos nestes sistemas de uso da terra, é necessário que se leve em consideração o dinamismo e as características particulares de cada variável, analisando-as de forma sistêmica. Dentro dos processos interativos que estão ocorrendo, a interdependência dos efeitos torna muitas vezes difícil a interpretação de causa e efeito. Isso pode conduzir a interpretações equivocadas das reais informações obtidas, em análises de fatores isolados ou níveis de fatores pré-definidos.

Os atributos mencionados por Nair (1993) para avaliar de forma consistente os sistemas agroflorestais são evidenciados como

importantes por diversos autores. Esses atributos são:

- a) **Produtividade:** Os sistemas agroflorestais podem aumentar a produtividade de uma unidade de área de terra de diversas maneiras: através do aumento dos produtos derivados da árvore, do incremento da produtividade do(s) cultivo(s) associado(s), da redução dos custos de produção e do aumento da eficiência de trabalho ao longo do tempo.
- b) **Sustentabilidade:** Os sistemas agroflorestais, quando adequadamente planejados, permitem a conservação do potencial produtivo da base de produção, através dos efeitos benéficos sobre as condições físicas e químicas do solo principalmente.
- c) **Adotabilidade:** Os sistemas de produção e tecnologias devem ser introduzidos em novas áreas de acordo com as condições locais e práticas agropecuárias comumente adotadas e aceitas por aquela comunidade.

Quando o estabelecimento de sistemas silvipastoris é planejado, existe a possibilidade de que a distribuição espacial e/ou densidade das árvores seja feita de modo que reduza a competição por luz entre árvores e pastagem, permitindo maior rendimento e/ou persistência do sub-bosque e aumento da eficiência produtiva do sistema como um todo. Além disso, características morfológicas e fisiológicas dos componentes herbáceos e arbóreos podem favorecer a redução da competição por luz, água e nutrientes e várias vantagens adicionais podem ser obtidas para o sistema. O sistema radicular das árvores sendo em geral mais profundo do que o das espécies forrageiras, pode utilizar nutrientes de camadas do solo que estão fora do alcance das raízes das forrageiras herbáceas. A deposição de biomassa das árvores sobre o solo facilita a reciclagem de

nutrientes na camada superficial do solo, tornando-os disponíveis para as forrageiras, além de melhorar a sua cobertura, fornecendo proteção adicional contra a erosão. Quando o sistema radicular das árvores for mais profundo, a competição por água do solo entre os dois componentes pode também ser reduzida (SCANLAN; MICKEON, 1993), e mais, devido ao efeito da sombra, a disponibilidade de água para as forrageiras em períodos de menor precipitação pluviométrica pode ser favorecida em relação às áreas sem sombra.

No momento do planejamento do sistema vários fatores deverão ser levados em consideração: mercado para os produtos (madeira, carne, leite e lã); planejamento do manejo animal com ênfase na sanidade e controle de parasitoses (infraestrutura adequada); manejo de aguadas e subdivisão em poteiros de tamanho que facilite o pastoreio; definição do momento adequado à entrada dos animais no sub-bosque, o qual deverá ser regulado pelo crescimento em altura das árvores, disponibilidade e qualidade de forragem; definição sobre a densidade de árvores e a carga animal utilizada no pastejo devem ser adequadas à sustentabilidade do sistema silvipastoril, não visando a produção isolada de cada componente; gestão eficiente do empreendimento com mais flexibilidade e capacitação do técnico responsável e colaboradores, visando a aplicação de técnicas corretas e inovadoras; a forma de difusão dos resultados é outro fator importante, principalmente, quanto ao caráter científico, devendo ser considerada a visão sistêmica do processo produtivo e não apenas ênfase nos aspectos de produção.

Efeito dos animais sobre o componente arbóreo

Os animais ruminantes não devem ser considerados apenas como o indivíduo que entra na floresta para fazer o consumo de forragem presente no sub-bosque, diminuindo dessa forma a competição exercida pelas plantas forrageiras sobre a árvore em crescimento. O papel dos animais é mais importante, uma vez que ocorrem várias interações entre os animais, o solo, o pasto e as árvores. No entanto, as árvores, por serem o componente mais permanente e por definirem condições microclimáticas no sub-bosque particulares a esses ambientes, têm sido o principal alvo dos estudos.

A introdução de animais em florestas nativas ou comerciais já é prática que vem sendo utilizada em regiões tropicais, subtropicais e temperadas. No oeste dos Estados Unidos, bovinos tem pastejado áreas de florestas nativas por mais de 125 anos (UNITED STATES SENATE, 1946, citado por ROATH; KRUEGER, 1982). Nair (1993) menciona que no sudoeste norte-americano ocorre livre pastejo de bovinos em plantações de florestas industriais de Pinus (*Pinus* sp); enquanto que nas regiões do nordeste, os ovinos são usados em pastejo sob florestas de pinheiros (*Pinus ponderosa*) e Douglas Fir (*Pseudotsuga menziesii*).

A introdução de animais em florestas comerciais também é prática utilizada por empresas florestais em muitos países do mundo, com regimes de manejo específicos para cada região em função das condições edafoclimáticas, espécies arbóreas utilizadas e produto animal e florestal pretendido (BAGGIO;

SCHREINER, 1988). No Brasil, as empresas florestais têm fomentado esse tipo de sistema com os produtores parceiros, contudo muita ênfase tem sido dada ao componente arbóreo em detrimento do equilíbrio do sistema, gerando dúvidas quanto à sustentabilidade dos modelos sugeridos.

É verdadeiro que a presença dos animais pode propiciar benefícios extras para a floresta, não só pela manutenção do povoamento e diminuição dos riscos de incêndios (GREGOR, 1993), mas também pelo retorno financeiro em menor prazo, decorrente da venda do produto animal. Carvalho (1997), Saibro (2001) e Silva et al. (2001), em revisões sobre a utilização de sistemas silvipastoris, discorrem, com informações científicas pertinentes, que por meio de sua copa e sistema radicular as árvores podem exercer efeitos significativos sobre a preservação de recursos naturais como solo (controle de erosão, melhoria nas condições físicas, químicas e biológicas), mananciais de água e cobertura vegetal do solo.

Para Garcia e Couto (1992), a partir do estabelecimento de sistemas silvipastoris, aumenta-se a biodiversidade; criam-se melhores condições para a fauna; minimizam-se os danos por erosão; reduz-se o custo de controle de plantas invasoras; obtém-se uma receita adicional dentro de um prazo inferior ao que se teria somente com a exploração florestal; reduzem-se os riscos de incêndios, e as condições físicas e químicas do solo podem ser melhoradas.

Na Nova Zelândia, sistemas de produção agrícola envolvendo pastagens e florestas de *Pinus radiata*, usando bovinos e/

ou ovinos têm sido bastante preconizados (TUSTIN et al., 1979; REID; WILSON, 1985; MEAD, 2009). Nas regiões tropicais e subtropicais da Austrália existem muitas formas de sistemas agroflorestais, mas ainda existe pouca informação científica sobre a aplicabilidade e rentabilidade destes sistemas (CAMERON et al., 1989). As informações existentes são compartimentalizadas em diferentes variáveis isoladas destes ecossistemas, no entanto, quando se busca o efeito dos processos biológicos e dinâmicos dentro das diferentes interações que estão ocorrendo, pouco se encontra.

Estudo detalhado de danos às árvores pelo pastejo foi realizado por Bjor e Graffer (1963 citados por ADAMS, 1975), na Noruega. O efeito dos ovinos e bovinos foi avaliado sobre a regeneração de uma floresta nativa de coníferas. Os autores concluíram que os ovinos causaram maiores danos por comerem pontas de galhos e o pastejo de desponte em folhas, enquanto que os bovinos causaram danos por pisoteio e batidas com o próprio corpo. Após cinco anos, os bovinos danificaram 34% das plantas novas (seedlings), mas somente 7% foram danificadas pelos ovinos.

Pesquisadores japoneses encontraram resultados mais entusiasmantes quando utilizaram animais em florestas comerciais. Kaminaga et al. (1959), em floresta comercial de coníferas pastejada por ovinos, verificaram danos por batidas e desfolhação, mas de pouco efeito. Eles concluíram que o pastejo deve ser controlado até as árvores atingirem entre 1 a 2 metros de altura e que, se isso for observado, o pastejo pode ser usado com bastante sucesso. Esses resultados são confirmados por

Inoue e Kaminaga (1973), quando sumariaram dados de 20 anos de pesquisa sobre pastejo em florestas comerciais no Japão.

Nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, algumas experiências vêm sendo feitas, entre as quais se incluem os sistemas com eucalipto, em Minas Gerais (GARCIA; COUTO, 1992), no Paraná (SCHREINER, 1987) e no Rio Grande do Sul (SILVA et al., 1996; SILVA, 1998; VARELLA, 1997; FUCKS, 1999; LUCAS, 2004)

Na região do Vale do Rio Doce, MG, município de Dionísio, Couto et al. (1988) conduziram um trabalho com o objetivo de determinar o efeito do pastejo em florestas de *Eucalyptus urophylla* de seis anos de idade no controle do sub-bosque, na compactação do solo e na redução dos custos de manutenção. O sub-bosque era formado quase que na totalidade de capim-colonião (*Panicum maximum*). Os resultados da pesquisa mostraram que não houve compactação do solo capaz de prejudicar o crescimento do eucalipto e os custos de manutenção foram reduzidos de 52% a 93% em função da categoria e carga animal. A redução no custo de manutenção foi devida em grande parte à eliminação dos serviços de rebaixamento do capim-colonião que chega a atingir grande altura e se constitui num perigo de incêndio na floresta. Na mesma região Couto et al. (1994) conduziram outro trabalho utilizando bovinos e/ou ovinos com diferentes cargas animais para o controle do sub-bosque de *E. citriodora* com seis meses de idade. Verificaram que o pastejo reduziu o crescimento da vegetação do sub-bosque, não causou nenhum dano às árvores e nem alterou significativamente a altura média, o diâmetro à altura do peito (DAP) e percentagem de sobrevivência das

árvores de eucalipto, e não causou redução na produção de fitomassa aérea das árvores (Quadro 1).

QUADRO 1. Incremento médio do 6º ao 24º mês, obtido para algumas características de *E. citriodora* sob efeito do pastejo no sub-bosque de capim-colonião e produção total de biomassa do eucalipto.

Sistemas (pastejo por)	Altura (m)	DAP (cm)	Sobrevivência (%)	Fitomassa aérea (t/ha)
9 novilhos	5,04	5,7	92,7	29,9
6 novilhos	4,74	5,2	82,8	27,0
9 nov. + 10 ovelhas	4,59	5,3	90,1	30,3
6 nov. + 10 ovelhas	5,06	5,4	87,4	32,5
10 ovelhas	5,20	6,0	89,8	33,6
Testemunha (sem pastejo)	5,42	6,0	88,1	29,7

Varella (1997) conduziu trabalho na Depressão Central no Rio Grande do Sul, sobre o uso de pastejo com bovinos e ovinos na fase de estabelecimento de floresta de *Eucalyptus saligna*, com diferentes densidades arbóreas (204, 400 e 816 árvores/ha), sobre pastagem nativa. O autor concluiu que os danos causados por bovinos e ovinos sobre as árvores são mais severos quando estas possuíam alturas inferiores a 182 cm e 154 cm, no momento de iniciar o pastejo, para bovinos e ovinos respectivamente, sendo que isso ocorre aproximadamente aos seis a sete meses de idade nas condições edafoclimáticas da região. Neste trabalho, o autor discute ainda que os bovinos causaram danos mais frequentes do tipo: mastigação de folhas e pontas de ramos laterais ou apicais, pisoteio de mudas

menores e quebra das árvores devido ao hábito de se esfregar ou se coçar nas mudas. Estes resultados mostraram que, potencialmente, os bovinos apresentam maiores chances de danificar as árvores no ano do estabelecimento da floresta, apresentando valores de danos às árvores de 38,35% da área foliar das árvores, enquanto que os ovinos reduziram a área foliar em somente 8,78%. O autor concluiu também que nesta fase de implantação da floresta o pastejo com bovinos ou ovinos, manejado adequadamente, apresenta-se como uma alternativa tecnicamente viável e mais econômica do que o uso de herbicidas para controlar a competição das espécies herbáceas sobre as árvores. Outro aspecto importante mencionado pelo autor é quanto à experiência prévia do animal e à disponibilidade e qualidade da forragem oferecida no momento de iniciar o pastejo.

Na continuação desse estudo sobre fatores que afetam o desempenho das mudas na fase de estabelecimento, a área experimental foi utilizada para outro projeto de pesquisa, iniciado em 1997 (FUCKS, 1999). Neste novo trabalho, o objetivo era acumular conhecimentos sobre a interação do animal com os demais componentes do sistema submetendo ou não a pastagem nativa presente no sub-bosque ao pastejo por ovinos. A avaliação dos dados indicou que o pastejo propiciou um significativo aumento da altura e do diâmetro à altura do peito (DAP) das árvores, o que resultou em uma melhor qualidade do produto florestal (Quadros 2 e 3). Este resultado foi provavelmente o mais notável obtido no estudo, mostrando um evidente benefício da presença do animal e dos seus efeitos sobre o desenvolvimento das árvores, independentemente da

densidade arbórea considerada.

A discussão dos resultados já obtidos permite afirmar que a utilização de bovinos e ovinos como agentes biológicos de controle da vegetação nativa e/ou cultivada do sub-bosque em florestas de eucalipto, no ano de seu estabelecimento, é perfeitamente possível e vantajosa. Estes animais exercem um trabalho tão eficiente quanto o método químico de controle das plantas daninhas, comumente utilizado pelos produtores e pelas empresas florestadoras, certamente diminuindo custos no estabelecimento dos povoamentos florestais e reduzindo a carga de agroquímicos no ambiente.

QUADRO 2. Diâmetro à altura do peito (DAP) de uma floresta de *Eucalyptus saligna* Smith. Clone 175, aos 33 meses de idade, nas densidades de 816, 400 e 204 árvores/ha onde o sub-bosque herbáceo foi ou não submetido ao pastejo por ovinos no período de dezembro de 1997 a maio de 1998. Médias de duas repetições. Estação Experimental Agronômica/ UFRGS, Eldorado do Sul, RS.

Densidade árvores/ha	Pastejo por ovinos		MÉDIA
	com	sem	
	-----	cm -----	
816	10,73 Ba	9,47Ab	10,10 B
400	11,62 Aa	9,95Ab	10,79 A
204	12,36 Aa	9,70Ab	11,03 A
MÉDIA	11,57 a	9,71 b	10,64

Médias seguidas de mesma letra maiúscula dentro de colunas e de mesma letra minúscula dentro de linhas não diferem significativamente pelo teste de DMS, a 5% de probabilidade. Fonte: FUCKS (1999).

QUADRO 3. Altura de árvores de uma floresta de *Eucalyptus saligna* Smith. Clone 175, aos 33 meses de idade, nas densidades de 816, 400 e 204 árvores/ha onde o sub-bosque herbáceo foi ou não submetido ao pastejo por ovinos no período de dezembro de 1997 a maio de 1998. Médias de duas repetições. Estação Experimental Agronômica/ UFRGS, Eldorado do Sul, RS.

Densidade árvores/ha	Pastejo por ovinos		MÉDIA
	com -----	sem (m) -----	
816	11,25 Aa	9,90 Ab	10,10 A
400	10,85 Aa	9,43 Ab	10,79 B
204	9,62 Ba	8,32 Bb	11,03 C
MÉDIA	10,57 a	9,22 b	9,89

Médias seguidas de mesma letra maiúscula dentro de colunas e de mesma letra minúscula dentro de linhas não diferem significativamente pelo teste de DMS, a 5% de probabilidade. Fonte: Fucks (1999).

Ainda no Sul do Brasil, Silva (1998) observou o efeito de diferentes pressões de pastejo e duas densidades arbóreas sobre a sobrevivência e altura das árvores por ocasião do pastejo, e a natureza e os níveis de danos causados por bovinos sobre as árvores, em sistema silvipastoril constituído por *Eucalyptus saligna* e pastagens cultivada e nativa, na Depressão do RS (Quadros 4 e 5). Os resultados mostraram que a sobrevivência e o crescimento em altura das árvores, que estava entre 2,10 m e 2,34 m no início do pastejo, independente da densidade arbórea, não são afetados pela pressão de pastejo; o tipo de dano e a intensidade dos mesmos, máximo de 4,4% de árvores atacadas, também não são afetados pela carga animal, o que não trará prejuízo ao futuro desenvolvimento da floresta.

QUADRO 4. Sobrevivência e altura das árvores, antes (AP) e depois (DP) do pastejo, na primavera de 1995, sob efeito de densidade arbórea e pressão de pastejo, em sistema silvipastoril com *E. saligna* aos 9 meses de idade e pastagem de azevém anual (*L. multiflorum*) e trevo-vesiculoso (*T. vesiculosum*) cv. Yuchi. Média de 90 árvores e duas repetições. EEA/UFRGS. Eldorado do Sul, RS.

Oferta de forragem (% PV)	Variável medida	Densidade arbórea				MÉDIA	
		1.666 árvores/ha (2x3 m)		833 árvores/ha (2x6)		AP	DP
		AP	DP	AP	DP		
5,9	Sobrevivência (%)	98,33	97,23	98,89	97,78	98,61	97,50
	Altura média (m)	2,09	3,70	2,12	3,38	2,10	3,54
8,9	Sobrevivência (%)	95,60	93,34	95,56	94,45	95,58	93,89
	Altura média (m)	2,03	3,18	2,77	3,79	2,40	3,49
13,3	Sobrevivência (%)	97,23	95,56	100	100	98,61	97,78
	Altura média (m)	2,40	3,84	2,07	3,06	2,23	3,45
MÉDIA	Sobrevivência (%)	97,05	95,38	98,15	97,41	97,6 ^a _{1/}	96,39 ^b
	Altura média (m)	2,17	3,57	2,32	3,41	2,24 ^a	3,49 ^b

1/ Médias gerais seguidas de mesma letra, na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey em nível de 5%.

Fonte: SILVA (1998).

Ficou evidente nesses trabalhos que, além dos cuidados com a adequada altura inicial das mudas de eucalipto no momento da introdução dos animais na área florestal, o comportamento animal é um fator relevante. Devem-se buscar sempre animais já adaptados ao ambiente florestal ou procurar adaptá-los antes

da introdução definitiva na floresta. Verifica-se ainda que os bovinos exerceram um dano mais diretamente relacionado com a mastigação das pontas laterais das porções média e superior das árvores e do caule principal, assim como com a quebra de mudas com baixa altura através do pisoteio ou ao apoiarem-se nos eucaliptos. Já os ovinos tendem a provocar a quebra de ramos inferiores das mudas ao se proteger do calor sob a sombra das árvores, sem ocasionar maiores problemas no crescimento subsequente dos eucaliptos. Outro fato importante é que a maior incidência de danos provocados pelos bovinos e ovinos às árvores parece estar inversamente relacionada com a qualidade do substrato forrageiro presente no sub-bosque.

QUADRO 5. Natureza e intensidade de danos causados pelos animais sobre as árvores, sob efeito de densidade arbórea e pressão de pastejo, em sistema silvipastoril com *E. saligna* com 11 meses de idade e pastagem de azevém anual (*L. multiflorum*) e trevo vesiculoso cv. Yuchi (*T. vesiculosum*). Média de 90 árvores e duas repetições. EEA/UFRGS. Eldorado do Sul.

Natureza do dano	Densidade arbórea					
	1.666 árvores/ha (2x3 m)			833 árvores/ha (2x6 m)		
	----- Oferta de forragem (%PV)-----					
	5,95	8,95	13,33	5,95	8,95	13,33
	----- % -----					
Folha mastigada	0,58	0,62	---	---	---	1,11
Galho mastigado	---	---	0,58	---	2,22	---
Galho quebrado	---	---	0,58	---	---	---
Ponta quebrada	---	---	0,58	0,58	---	---
Ponta mastigada	1,71	3,71	2,33	---	2,22	2,22
Muda atacada	2,29	4,33	4,07	---	4,44	3,33
Falhas	1,73	4,89	2,91	1,14	5,0	---
Mudas mortas	0,57	2,50	0,58	---	1,25	---
Mudas tombadas	0,57	0,62	1,17	1,14	---	---

Efeito dos animais sobre o solo em sistemas silvipastoris

O componente animal em sistemas silvipastoris tem importante papel sobre o solo, principalmente via pisoteio, que poderá ocasionar compactação da camada superficial do solo quando o manejo do mesmo e da pastagem não for realizado de forma adequada, e sobre a ciclagem de nutrientes.

O efeito do pisoteio dos animais sobre o solo é minorado em áreas de pastagens, tendo em vista que o animal primeiro vai pisotear sobre as plantas forrageiras e depois atuar sobre o solo propriamente. Este efeito sobre o solo é menor quando o pasto apresenta uma boa cobertura e uma alta quantidade de massa de forragem residual. Outros fatores que podem influenciar são o nível de umidade do solo por ocasião do pastejo, o teor de argila do solo, a textura e a estrutura, a categoria ou espécie animal e principalmente a intensidade de pastejo. A intensidade de pastejo depende por sua vez da carga animal e duração do período de pastejo. Nesse sentido, Frame (1982) afirma que o pisoteio pode causar dano estrutural, principalmente nas camadas mais superficiais, modificando características físicas, tais como a densidade aparente do solo, agregação, distribuição da porosidade e friabilidade, podendo formar zonas compactadas. Viegas et al. (1984) afirmam que o animal pode afetar a pastagem através da compactação do solo alterando suas características físicas e pela desfolhação da planta forrageira, reduzindo sua área foliar. Por outro lado, o manejo racional de pastagens tem preconizado a manutenção de um bom nível de matéria seca residual, o qual melhora a condição de piso da pastagem, reduzindo o efeito negativo da compactação do solo.

O efeito compactante do animal sobre o solo em ecossistema pastoril normalmente fica localizado em uma camada que vai até 10 cm a 12 cm de profundidade (TANNER; MAMARIL, 1959; FEDERER et al., 1961; BERTOL et al., 1995). Esse efeito é maior quando o solo possui alto teor de argila associado a alta umidade e aumenta em função da maior intensidade de pastejo (SCHNEIDER et al., 1981; TREIN et al., 1994).

O efeito da carga animal pode tornar-se ainda mais evidente quando associado à baixa disponibilidade de forragem. O nível de matéria seca residual em uma pastagem depende do nível de utilização da forragem, enquanto que o nível de utilização da forragem dependerá da carga animal presente. Menor intensidade de pastejo está relacionada com maior nível de matéria seca residual, e este está relacionado com maior taxa de infiltração de água no solo (RAUZI, 1963).

A carga animal presente em uma pastagem pode ser regulada pela pressão de pastejo, definida por Mott (1960) como número de animais por unidade de forragem disponível, sendo normalmente expressa em termos de kg de matéria seca disponível para cada 100 kg de peso vivo por dia. Essa carga animal presente na pastagem afetará as características do solo em função do resíduo vegetal deixado pelos animais. Uhde et al. (1989), trabalhando em uma pastagem de trevo branco, azevém anual e capim-pangola manejada com quatro pressões de pastejo (níveis de oferta de forragem), na região ecoclimática da Depressão Central no RS, verificaram: maior umidade volumétrica (-0,06 bar), menor densidade do solo, maior porcentagem de macro e microporos e menor resistência do solo ao penetrômetro, na camada de 0 cm a 6 cm de profundidade,

nas pastagens manejadas com 10,5% e 14,0% de oferta de forragem, quando comparadas com as manejadas com oferta de 3,5% e 7,0%.

Em áreas de pastejo, onde a matéria seca residual for baixa, o crescimento tanto da parte aérea quanto do sistema radicular fica comprometido. Esse fator é destacado pelo efeito que o sistema radicular exerce sobre as propriedades físicas e químicas do solo. O principal efeito físico das pastagens no solo ocorre no horizonte superficial, onde cresce a grande maioria de suas raízes e onde se produz o maior aporte de matéria orgânica através da morte dessas raízes. Esse crescimento radicular e aporte de matéria orgânica são fatores que favorecem a agregação das partículas do solo dispersas em unidades estruturais (UHDE et al., 1989).

Em solos sob sistemas silvipastoris no Brasil, encontram-se os trabalhos de Couto et al. (1994) e Baggio e Schreiner (1988), que se preocuparam em quantificar o efeito compactante do pisoteio animal. Couto et al. (1994) realizaram avaliações em experimento conduzido em Dionísio, MG, sobre características físicas do solo em sistema silvipastoril, composto por *Eucalyptus citriodora* e *Panicum maximum* (capim-colonião). O efeito do pisoteio animal ficou restrito às camadas superficiais do solo (0 cm a 15 cm de profundidade) principalmente, nos tratamentos em que a carga animal estava mais pesada (nove bovinos ou seis bovinos + dez ovinos). No entanto, os autores concluíram que: a sobrevivência do eucalipto não foi afetada pela presença dos animais; o número de árvores danificadas não foi significativamente superior devido ao pastejo; a presença dos animais controlou eficientemente o crescimento excessivo do

pasto no sub-bosque; e bovinos e ovinos podem ser introduzidos em florestas com quatro a seis meses de idade das árvores sem ocasionar grandes danos.

No trabalho de Baggio e Schreiner (1988), com sistema silvipastoril composto por *Pinus elliottii* e espécies de *Panicum*, em Imbituva, PR, durante o período entre 1980 e 1986, os autores avaliaram o efeito do pisoteio dos animais sobre a densidade aparente do solo, durante quatro anos de pastejo com novilhos, uma lotação média inicial de 0,6 animais/ha. As densidades aparentes medidas foram 0,83; 0,84; 0,896 e 0,752 na área pastejada durante os quatro anos, respectivamente. Em área não pastejada, os valores foram de 0,695; 0,72; 0,783 e 0,661, durante o mesmo período.

Quanto ao aspecto da ciclagem de nutrientes em sistemas silvipastoris, os herbívoros têm função importante, tendo em vista que aceleram o processo de decomposição da matéria orgânica, uma vez que a parte indigestível das plantas forrageiras, antes de retornar ao solo, sofre degradação no rúmen diminuindo desta forma o tamanho de partículas. Este fato permite um melhor ataque dos microrganismos do solo, pois aumenta a área superficial específica.

No que tange ao aspecto da ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, Reis e Barros (1990) mencionam que este é um dos fatores mais importantes para a manutenção da produtividade florestal. Esse fenômeno é mais ou menos afetado de acordo com a intensidade das técnicas de manejo de solo e silviculturais adotadas. No Brasil, com o aumento da demanda de madeira, métodos mais intensivos de manejo de florestas de

eucalipto, tais como preparo mecanizado do solo, aumento da densidade de plantio, fertilização e redução da idade de corte, têm sido adotados, provocando um aumento no consumo de nutrientes exteriores ao sistema.

A estimativa da quantidade de nutrientes que saem e que devem ser adicionadas para a manutenção da produtividade requer estudos sobre a dinâmica dos nutrientes nos vários componentes do ecossistema, o que compõe, em termos gerais, a ciclagem de nutrientes. Dois grandes ciclos de nutrientes têm sido reconhecidos em ecossistemas florestais (RAMEZOV, 1959 citado por REIS; BARROS, 1990): a) o geoquímico, que envolve os processos de entrada e saída de nutrientes do ecossistema; b) o biológico, que envolve os processos de transferências dentro do ecossistema. Switzer e Nelson (1972) propuseram a divisão deste último em: b1) biogeoquímico, que consistem nos processos de transferência de nutrientes entre o sistema solo-planta, e b2) bioquímico, que se refere à translocação de nutrientes dentro da planta.

Para o enriquecimento do ciclo de nutrientes nos ecossistemas florestais e aumento da produtividade, utiliza-se a prática da fertilização. Entretanto, para se obter o máximo aproveitamento dos nutrientes aplicados e mantê-los no ecossistema, as técnicas de manejo devem permitir um adequado equilíbrio do processo de ciclagem de nutrientes. Neste particular, três estádios nutricionais dos povoamentos devem ser distinguidos (MILLER, 1981 citado por REIS; BARROS, 1990). Na Figura 3 está apresentada a evolução de crescimento em altura e as alterações que ocorrem na arquitetura aérea de *Picea sitchensis* (COCHRANE; FORD, 1978, citado por SWITZER; NELSON,

1972). O estágio 1 (antes do fechamento da copa das árvores) é caracterizado por elevada demanda de nutrientes para a formação da copa, sem que haja retorno pela queda de folhas. Esta é a fase em que melhores respostas em adubação podem ser esperadas visto que toda a necessidade nutricional das plantas depende da disponibilidade de nutrientes do solo.

No estágio 2, a ciclagem biogeoquímica e a bioquímica se tornam mais importantes, ou seja, há retorno do nutriente pela decomposição do material orgânico depositado no solo e há, também, redistribuição interna dos nutrientes. Porém, devido à possível imobilização de fósforo e nitrogênio durante o processo de decomposição, pode haver deficiência destes nutrientes na sequência do desenvolvimento da floresta, e a resposta à fertilização, ser ainda, observada no estágio 3. Nesse estágio, ocorrerá aumento da matéria orgânica a ser decomposta sobre o solo através da queda de folhas e desrama natural que ocorre com a árvore. Nessa fase torna-se importante o nível de nutrientes que são liberados pelo processo de decomposição do litter, pois pode ocorrer imobilização dos nutrientes provenientes do mesmo, principalmente quando o solo apresenta baixa fertilidade natural.

O processo de decomposição do litter (serrapilheira em ecossistemas florestais) que permitirá a liberação e mineralização dos nutrientes depende diretamente do teor dos mesmos no litter, da velocidade de atuação dos organismos decompositores, da forma como o litter se apresenta, tamanho de partículas, e a relação entre o nível de energia e o nível de nitrogênio presente no material, ou seja, a relação C/N do material a ser decomposto.

Nos sistemas silvipastoris a ciclagem de nutrientes deve ser analisada de forma sistêmica, uma vez que a planta forrageira e o animal apresentam relações de competição inversa com a árvore. O papel dos animais ruminantes (herbívoros) como um acelerador no processo de ciclagem de nutrientes em ecossistemas pastoris tem sido mencionado por Mott e Popenoe (1977); Haynes e Willians (1993); Moraes e Lustosa (1997), uma vez que grande parte da biomassa forrageira consumida pelos mesmos retorna ao solo sob a forma mais degradada de fezes e urina. Estes autores afirmam que até 90% dos nutrientes minerais, inclusive o nitrogênio, contidos na forragem consumida pelos animais em pastejo podem retornar à interface solo-pasto.

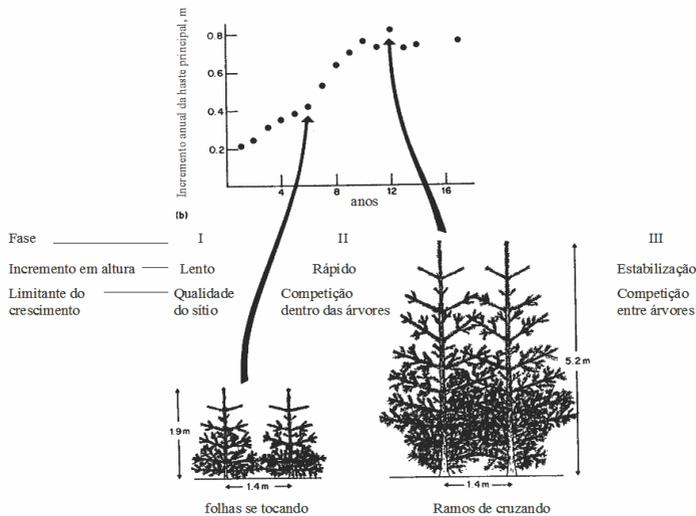


Figura 3 - Evolução do crescimento em altura de um povoamento de *Picea sitchensis* (a) e alteração na estrutura e arquitetura da parte aérea das árvores (b). Fonte: Adaptado de Cochrane e Ford (1978, citado por SWITZER; NELSON, 1972).

O pastejo animal tem um efeito dominante sobre o movimento dos nutrientes através do sistema solo/planta/animal e desta forma sobre a fertilidade dos solos de pastagem. Este aspecto tem grande importância em sistemas silvipastoris, uma vez que a ciclagem de nutrientes em sistemas florestais é mais lenta do que em ecossistemas forrageiros. Os animais irão desempenhar um papel de acelerador no processo de retorno de nutrientes à forma mineral para poder ser reutilizado. A queda de folhas e galhos das árvores forma a manta orgânica que cobre os solos florestais. Anteriormente se mencionou os fatores que intervêm sobre a decomposição e mineralização do litter proveniente do componente arbóreo e que o processo é mais lento em relação à pastagem.

O animal terá pouco efeito sobre a decomposição prévia de folhas e galhos das árvores, uma vez que o consumo destes componentes é pequeno. No entanto, a utilização da forragem proveniente do sub-bosque e o retorno dos resíduos via fezes e urina irá proporcionar um ambiente que favorecerá o processo de decomposição. A literatura é escassa em avaliação deste processo de ciclagem dos nutrientes em sistemas silvipastoris, entretanto, Nair (1993) menciona vários exemplos em sistemas agrossilviculturais. A dinâmica e velocidade do processo tornam-se mais eficientes, principalmente, quando ocorre presença de leguminosas, tanto arbóreas quanto herbáceas, uma vez que a relação C/N deste material é estreita, favorecendo desta forma maior atividade dos microrganismos, acelerando o processo de decomposição e mineralização dos principais nutrientes do ecossistema.

Competição por luz do componente arbóreo

Os benefícios de introduzir ou manter o componente arbóreo nos sistemas de uso da terra estão voltado para práticas que têm a finalidade de reabilitá-la, conservá-la e lograr uma produção sustentável. A agrossilvicultura reduz os extremos climáticos (KRAUSE et al., 1993; FERREIRA et al., 1993) e promove um ambiente mais uniforme aos animais, além de permitir a diversificação, em termos de produção de biomassa e retornos econômicos (CAMERON et al., 1989; BOM et al., 1994; SILVA, 1998).

Quando o estabelecimento de sistemas é planejado, existe a possibilidade de a distribuição espacial das árvores ser feita de modo que reduza a competição por luz com a pastagem, permitindo maior persistência e eficiência do sistema como um todo. Além disso, se as características dos componentes herbáceos e arbóreos favorecerem a redução da competição por luz, água e nutrientes, várias vantagens potenciais podem ser obtidas (CARVALHO, 1997). Assim, por exemplo, espécies arbóreas que apresentam arquitetura de planta que favorece a transição de radiação para o sub-bosque e espécies que perdem as folhas durante o período hibernar favorecem o melhor aproveitamento da luminosidade no interior do sistema. Da mesma forma, espécies herbáceas do sub-bosque que possuem arquitetura de planta mais favorável à interceptação da radiação disponível e características de folhas (morfológicas e fisiológicas) que aumentam a eficiência fotossintética favorecem a sustentabilidade do sistema como um todo. A quantidade de luz no sub-bosque necessária para o crescimento do pasto depende da espécie, do espaçamento e da idade das árvores. As árvores

a serem utilizadas num sistema silvipastoril devem apresentar de preferência copas que permitam uma passagem de luz suficiente para o crescimento das forrageiras. O eucalipto possui características que permitem uma transmissão de luz satisfatória para o desenvolvimento do sub-bosque, se aplicadas densidades arbóreas inferiores a mil árvores por hectare (VARELLA et al., 2008). Mesmo assim, existem diferenças marcantes dentro do gênero onde algumas espécies possuem copas mais densas do que outras. O direcionamento das fileiras de árvores em função do posicionamento leste-oeste ou norte-sul permitirá maior ou menor luminosidade resultando em expressiva modificação da composição do sub-bosque (GARCIA; COUTO, 1997). Um fator que interage com o direcionamento das fileiras é a latitude da região onde a floresta está estabelecida. Por exemplo, no RS é recomendado o posicionamento norte-sul para beneficiar espécies forrageiras de inverno, principalmente em função da maior inclinação solar no período de inverno. Entretanto, o direcionamento leste-oeste poderia beneficiar mais espécies forrageiras de verão. Nos trópicos, devido à menor variação da inclinação solar durante as estações do ano e as condições climáticas favoráveis ao crescimento de espécies forrageiras de verão, tem sido recomendada a orientação leste-oeste para os sistemas silvipastoris.

A produção de forragem no sub-bosque dependerá da quantidade e da qualidade da luz disponível (WILSON; LUDLOW, 1990; WILSON et al., 1990); da densidade arbórea da floresta (CAMERON et al., 1989; ACCIARESÌ et al., 1994); da quantidade de água disponível; de nutrientes e da espécie, categoria e do manejo animal empregado (ADAMS, 1975; VEIGA; SERRÃO, 1990).

Acciaresi et al. (1994), trabalharam com quatro densidades arbóreas (625, 416, 312 e 250 árvores/ha) de uma floresta de plátano (*Populus deltoides* March) cv. Cat Fish 2, com sete anos de idade, em La Plata, na Argentina, partindo inicialmente de uma densidade arbórea de 625 árvores/ha sendo desbastada para atingir as densidades mencionadas acima. Os autores concluíram que a incidência de radiação solar fotossinteticamente ativa transmitida no sub-bosque está inversamente relacionada com a densidade de árvores, existindo um estreito vínculo entre altas densidades e a diminuição da produção da forragem no sub-bosque. A pastagem do sub-bosque estava formada por uma mistura de gramíneas forrageiras composta por *Bromus unioloides*, *Lolium multiflorum*, *Paspalum dilatatum* e *Cynodon dactylon*. Quanto à taxa de crescimento dessa mescla forrageira no tratamento com 250 árvores/há, os autores encontraram valores relativos de 69% e 71% do que cresceu a pleno sol durante os períodos de primavera e verão respectivamente, enquanto que nas demais densidades arbóreas a taxa de crescimento foi bastante inferior. Cameron et al. (1989) também mencionaram alta relação entre densidade arbórea e redução do crescimento do pasto no sub-bosque e forte interação com a idade da floresta. As árvores promovem redução na luminosidade disponível para as plantas que crescem sob suas copas, condição que tende a diminuir a produção de matéria seca da maioria das espécies, quando essas são bem supridas com água e nutrientes. Carvalho (1997) e Garcia e Couto (1997) também apresentaram revisões recentes sobre o efeito competitivo das árvores sobre o componente herbáceo em sistemas silvipastoris.

Sob condições naturais, plantas que sobrevivem em estratos

inferiores experimentam não somente uma redução na quantidade de radiação incidente, mas também uma alteração na qualidade espectral da luz (SCHMITT; WULFF, 1993). Isto significa que ocorre uma filtragem de radiação solar nas ondas do azul ao vermelho pelas folhas de plantas mais altas, tendendo à maior transmissão do vermelho e do vermelho distante ao sub-bosque. A qualidade da luz solar que passa através das copas das árvores em florestas é alterada uma vez que as folhas absorvem preferentemente comprimentos de onda do azul e do vermelho, essenciais na atividade fotossintética. Com isso, a proporção de radiação fotossinteticamente ativa que chega ao sub-bosque é substancialmente diminuída quando comparada a uma situação de plena luz solar (WILSON; LUDLOW, 1990). Esses mesmos autores, citando dados não publicados de Shelton e Wilson, mostraram que devido à diferente absorção das ondas do vermelho (V) e do vermelho extremo (VE), a relação V/VE diminui no estrato inferior de floresta. Os autores observaram, na Malásia, que em ambiente a pleno sol a relação V/VE medida foi de 1:1,2. Já sob floresta jovem de seringueira, esta relação reduzia para 1:1,07 e sob floresta adultas de seringueira, de coqueiro e nativa tropical a relação V/VE caía para 1:0,6; 1:1,03; 1:0,4, respectivamente.

Alterações na transmissão de luz solar incidente no sub-bosque têm sido observadas por vários autores. Wilson e Ludlow (1990), citando Shelton et al. (1987), observaram que houve um rápido declínio na transmissão de luz sob florestas de *Eucalyptus deglupta* Blume e *E. grandis* já a partir do segundo ano de estabelecimento atingindo um máximo de 40% de redução da quantidade luminosa incidente aos sete anos de idade da floresta. Por outro lado, em floresta de coqueiros,

Reynolds (1988), também citado pelos mesmos autores, com espaçamentos maiores, observaram reduções relativas de transmissão de luz entre 50% e 80% ao longo de 30 anos após o estabelecimento da floresta. O rápido declínio da intensidade luminosa incidente no sub-bosque dos eucaliptos impôs, segundo os autores, uma severa restrição no crescimento e sobrevivência da pastagem a partir do sétimo ano. Já na floresta de coqueiros, os autores detectaram reduções menores da intensidade luminosa que chega ao sub-bosque ao longo do tempo, o que promoveu um razoável ambiente para o crescimento da pastagem.

Desta forma, o sombreamento impõe uma limitação a produtividade biológica das plantas, afetando o crescimento e o desenvolvimento morfológico (WONG, 1991), muito embora a extensão destas limitações varie com a tolerância de cada espécie forrageira a um determinado nível de sombreamento, assunto revisado recentemente por Carvalho (1997) e Garcia e Couto (1997). No Quadro 6 está apresentado o resumo da tolerância relativa de algumas espécies forrageiras ao sombreamento.

Entre as espécies forrageiras nativas do Brasil, ainda existem escassos estudos envolvendo sistemas silvipastoris. Em pesquisa conduzida pela Embrapa e UFRGS, Barro et al. (2010) observaram boa tolerância das nativas *Paspalum regnelli* e *Paspalum dilatatum* crescendo sob 50% e 80% de sombreamento artificial, atingindo, respectivamente, produções totais de 15 e 14 t MS/ha/ano. Os mesmos autores ainda concluíram que a leguminosa nativa *Arachis pintoi* apresentou teores mais elevados de proteína bruta sob sombra do que as

demais nativas testadas. Também Soares et al. (2009) destacam o desempenho e a adaptação do *Axonopus catharinensis* com produção média de 8 t MS/ha/ano sob árvores adultas de *Pinus taeda*, espaçamento 15 m x 3 m, e sombreamento médio de 67% em relação ao pleno sol.

Principais associações e modelos silvipastoris praticados no RS

Associação de eucalipto com pastagem e animal no RS

A área estimada de floresta cultivada com eucalipto no RS é de 271.980 ha (ABRAF, 2010). As espécies mais plantadas são *Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. viminalis* e *E. dunnii*, utilizadas para produção de celulose, energia e madeira, para a indústria moveleira, construção civil, chapas e aglomerados, compensados, painéis colados, postes, mourões etc., podendo potencialmente ser usadas para a produção de compensados multilaminados e vigas estruturais (AGEFLOR, 1999). A região ecoclimática onde predomina o plantio do eucalipto é a Depressão Central, parte da Serra do Sudeste próximo a Porto Alegre, e parte da Encosta da Serra do nordeste e Litoral norte. Porém, mais recentemente a área plantada de eucalipto vem crescendo também na região da Campanha através dos programas de fomento com as empresas florestais.

Os trabalhos de pesquisas iniciaram-se em 1992, com um estudo de caso realizado no Horto Florestal Tipuana, floresta comercial com dois anos de idade formada por *E. saligna* e *E. grandis*, localizada em Arroio dos Ratos, região ecoclimática da Depressão Central, no âmbito de um projeto integrado desenvolvido com o apoio da FAPERGS pela parceria UFRGS-

RIOCELL S.A., e que teve como objetivos o monitoramento e a quantificação dos efeitos interativos que ocorrem entre os principais componentes de um ecossistema silvipastoril: solo-árvore-pastagem-animal-microclima. Diversos trabalhos foram conduzidos nesse projeto, com destaque para a monitoração micrometeorológica do ambiente florestal ao longo de quatro estações, a identificação de espécies e cultivares de forrageiras de estação fria tolerantes ao sombreamento e, principalmente, a avaliação do ganho de peso de um grupo de novilhas e terneiras, pela primeira vez, introduzidas em um povoamento florestal comercial, para estudos agronômicos. Essa foi uma experiência fundamental para a continuidade das investigações levadas a cabo com animais em pastejo sob ambientes florestais (SAIBRO, 1992).

QUADRO 6. Tolerância comparativa de algumas forrageiras tropicais ao sombreamento.

TOLERÂNCIA À SOMBRA	GRAMÍNEAS	LEGUMINOSAS
Alta	<i>Axonopus catharinensis</i>	
	<i>Axonopus compressus</i>	
	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	
	<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	
	<i>Bromus auleticus</i>	
	<i>Dactylis glomerata</i>	
	<i>Digitaria diversinervis</i>	<i>Lotus pedunculatus</i> cv.
	<i>Ischaemum aristatum</i>	<i>Maku</i>
	<i>Panicum maximum</i> cv. Aruana	<i>Trifolium subterraneum</i>
	<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	
	<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	
	<i>Paspalum dilatatum</i>	
	<i>Paspalum conjugatum</i>	
	<i>Paspalum regnellii</i>	
<i>Stenotaphrum secundatum</i>		
Média	<i>Avena strigosa</i>	<i>Calopogonium mucunoides</i>
	<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>Centrosema pubescens</i>
	<i>Brachiaria humidicola</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
	<i>Bromus catharticus</i>	<i>Pueraria phaseoloides</i>
	<i>Digitaria decumbens</i>	<i>Medicago sativa</i>
	<i>Hemarthria altissima</i> cv. Florida	<i>Desmodium intortum</i>
	<i>Lolium multiflorum</i>	<i>Neonotonia wightii</i>
	<i>Paspalum dilatatum</i>	<i>Trifolium repens</i>
	<i>Paspalum plicatulum</i>	<i>Trifolium subterraneum</i>
	<i>Paspalum notatum</i>	<i>Trifolium vesiculosum</i>
<i>Setaria sphacelata</i>		
Baixa	<i>Brachiaria mutica</i>	<i>Stylosanthes humata</i>
	<i>Cynodon plectostachyus</i>	<i>Stylosanthes guianensis</i>
		<i>Macroptilium atropurpureum</i>

Fontes: Eriksen e Whitney (1981, 1982); Smith e Whiteman (1983); Schreiner (1987); Shelton et al. (1987); Wong (1991); Stür (1991) Varella et al. (2008).

A área total do horto florestal escolhido possuía 180 ha, sendo que deste total 130 ha estavam plantados com eucalipto, num arranjo espacial de 2 m x 3 m na linha e entrelinha respectivamente, e o restante fazia parte de aceiros, estradas, banhados e áreas com afloramento de rochas. Os animais usados foram novilhas de sobreano e terneiras com um ano de idade, cruzas Aberdeen ou Charolês com Nelore, num total de 45 novilhas e 42 terneiras, sendo que entraram na floresta em junho de 1992 e permaneceram pastejando até março de 1993, em períodos escalonados. As novilhas foram o primeiro lote a iniciar o pastejo, com um peso vivo médio de 221 kg/animal. Em novembro foram retiradas 16 novilhas deste lote, com peso vivo médio de 270 kg/animal para serem entouradas, sendo naquele momento colocado o lote de terneiras (42 animais) com peso vivo médio de 159 kg/animal. As novilhas chegaram a atingir ganho médio diário de 567 g/animal durante a primavera. O ganho por área no período entre 17 de junho e 30 de dezembro foi de 12,55 kg/ha. Esse rendimento por área é baixo, mas considerando-se que o pastejo iniciou no inverno (período frio) e que a forragem apresentava-se envelhecida, devido ao crescimento desde 21 meses, pode-se aceitá-lo como satisfatório para este estudo (SILVA et al., 1993).

Ainda nesse mesmo estudo, a vegetação herbácea do sub-bosque e das áreas descobertas era composta de capim-pangola (*D. decumbens*) e espécies de gramíneas nativas da região, com crescimento acumulado desde o momento do plantio das árvores. O levantamento fitossociológico realizado nesta área evidenciou que houve no interior do bosque uma redução da cobertura vegetal ou morte de espécies C_4 como, *Paspalum notatum* e *Axonopus affinis* e um aumento das espécies C_3 , mais

tolerantes ao sombreamento, como *Piptochaetium montevidense*, *Briza subaristata* e *Agrostis sp.* (PILLAR et al., 1992).

Quanto às avaliações micrometeorológicas realizadas no interior da floresta foi concluído que a radiação global ao nível do solo variou de 18% no verão a 22% no inverno, em relação à radiação incidente no topo do dossel da floresta. Em valores absolutos, a penetração da radiação no verão foi maior e no inverno menor (FERREIRA et al., 1993). No inverno, a temperatura do ar dentro da floresta se manteve menor do que acima, na maior parte do período diurno, embora com pequenas diferenças ou até inversões nas temperaturas mínimas. No verão e na primavera, o interior da floresta apresentou temperaturas diurnas mais elevadas do que acima da mata. A umidade relativa do ar mostrou variação semelhante à da temperatura do ar. A quase ausência de vento no interior da floresta pareceu ter efeito preponderante nas variações de temperatura e da umidade do ar, por reduzir as trocas de calor e vapor com o exterior (KRAUSE et al., 1993).

Dando continuidade a esta iniciativa, foi iniciado em 1994 na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA-UFRGS), situada em Eldorado do Sul, mesma região ecoclimática, outro trabalho cujo objetivo principal constou da busca de informações sobre as principais interações que ocorrem em um sistema silvipastoril com eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em duas densidades arbóreas (1666 e 833 árvores/ha) (SILVA, 1998). Nas entrelinhas foi implantada uma pastagem cultivada de azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) + trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi) cv. Yuchi, submetida a três níveis de oferta de forragem: 6%, 9% e 13,3%

do peso vivo (kg de matéria seca/100 kg de PV/dia). O pastejo iniciou quando as árvores estavam com altura média de 2,30 m, realizado por novilhos de sobreano, com as cargas animais ajustadas de acordo com as ofertas de forragem.

A sobrevivência e o crescimento das árvores, em altura e diâmetro, não foram afetadas pelas cargas animais oriundas das diferentes ofertas de forragem nem pela ação do animal sobre as árvores, o que é vantajoso para o componente arbóreo. Os bovinos não causaram danos significativos às árvores – somente 4,4% delas foram atacadas levemente nas folhas – sem prejuízo em seu crescimento posterior. Estes aspectos reforçam a teoria levantada de que animais podem pastejar florestas antes de dois anos de idade (práticas recomendadas pelas empresas florestais), desde que a altura das árvores fique acima do ponto de colheita dos animais e que o manejo da pastagem não limite o consumo de forragem, o que faz com que os mesmos reduzam suas caminhadas para colheita de sua dieta e, essencialmente, que a qualidade da forragem disponível ingerida seja adequada às exigências nutricionais dos animais, compatíveis com bom desempenho e superior à das folhas do substrato florestal.

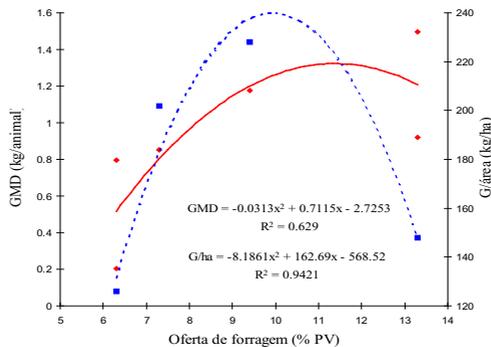
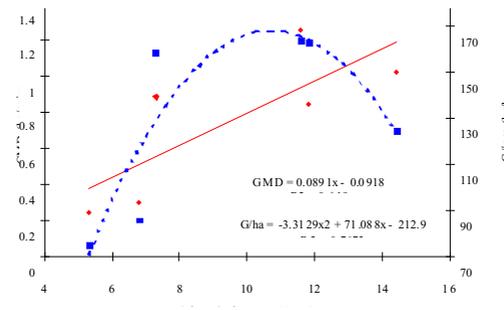
No manejo de pastagens visando obter produto animal comercializável, um dos fatores de grande importância que afeta o desempenho do pasto e dos animais é a intensidade de pastejo, a qual é dependente da carga animal. Já a carga animal tem relação direta com a disponibilidade de forragem, mas esta deve ser ajustada em função da taxa de acúmulo diário do pasto, uma vez que deve-se primeiro dar condições ao crescimento do substrato forrageiro, para posteriormente utilizá-lo com os animais. Em tese, esse manejo será viável

para qualquer substrato forrageiro, nativo ou exótico. Outras relações de grande importância na interface planta-animal são as que ocorrem entre a oferta de forragem diária e o desempenho individual dos animais, ganho de peso vivo por animal, e a produtividade das pastagens, ganho de peso vivo por área, conforme ilustradas na Figura 4, com os resultados obtidos para o primeiro período de pastejo.

A relação entre a oferta de forragem diária e o ganho por animal na população arbórea de 1.666 árvores/ha é representada por um modelo linear, enquanto com o ganho por área a relação é curvilínea (Figura 4a). Na população arbórea de 833 árvores/ha as relações são representadas por modelos curvilíneos (Figura 4b). O importante nessas relações é a expressão biológica dos dados. Na Figura 3a, o ganho por animal foi ascendente com o acréscimo na oferta de forragem, evidenciando possivelmente que não tenha atingido a capacidade de ingestão dos animais, ou seja, o potencial de ganho dos mesmos estava acima dos obtidos. Quanto ao ganho por área, este foi baixo nos níveis menores de oferta de forragem, devido ao reduzido desempenho individual dos animais. Com níveis de oferta de forragem acima de 11% do peso vivo também foi reduzido, devido à baixa lotação utilizada nestas condições (Figura 4c).

A relação entre a taxa de lotação média durante o período de pastejo com os níveis de oferta de forragem é linear, ou seja, a alta oferta de forragem está associada com baixa lotação, e a baixa oferta de forragem está associada com alta lotação. Com a lotação intermediária são obtidos os maiores desempenhos individuais dos animais e altos rendimentos de ganho de peso vivo por área.

Essas informações permitem à empresa florestal ou ao pecuarista decidir sobre seu empreendimento, isto é, priorizar maior desempenho dos animais ou manter lotações altas em detrimento de produtividade. O rendimento dos novilhos, no povoamento florestal de 833 árvores/ha e oferta de forragem de 9,9% do peso vivo, foi de 215 kg/ha de peso vivo, com ganho médio diário de 1 kg/novilho, em período de pastejo de 64 dias, até 11 meses de idade da floresta. Com o mesmo manejo da pastagem, o rendimento animal no povoamento mais denso (1.666 árvores/ha) foi 33,5% inferior, com valor de 161 kg/ha de peso vivo, indicando que a menor densidade permite maior produtividade.



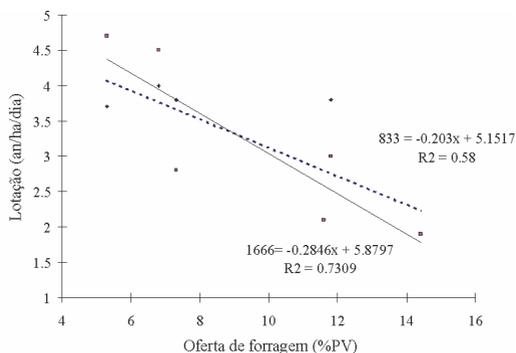


Figura 4 - Relação entre o ganho médio diário (-) e o ganho por área (----) com a oferta de forragem na densidade de 1.666 árvores/ha (4a) , na densidade de 833 árvores/ha (4b) e com a lotação animal (4c: (-) 1.666 e ---- 833 árvores/ha), em sistema silvipastoril com eucalipto e pastagem constituída de azevém anual e trevo vesiculoso, durante o período 06 setembro e 09 novembro, 1995, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS. (Fonte: SILVA, 1998).

A amplitude ótima de pastejo, ou seja, a faixa de oferta de forragem onde é atingido o potencial de ganho por área com animais atingindo seu potencial de ganho ou próximo do mesmo tem ficado em torno de 9,5% e 12 % do peso vivo, nas condições ecoclimáticas do RS, para pastagens nativas e exóticas, desenvolvidas a pleno sol (MORAES et al., 1995; MARASCHIN, 1997). Em sistemas silvipastoris estas são as primeiras informações obtidas no Brasil, evidenciando também que os níveis de oferta de forragem que permitem os melhores ganhos por área com os animais atingindo excelentes desempenhos individuais, em pastagens cultivadas, ficam entre 9% e 11,5% do peso vivo.

O melhor rendimento animal, obtido até os dois anos de idade da floresta, foi de 455 kg/ha de peso vivo no povoamento de 833 árvores/ha com carga animal ajustada para manter em torno de 10% de oferta de forragem, em relação ao peso vivo.

Esse rendimento foi superior ao do povoamento florestal mais denso (1.666 árvores/ha) em 108,7%, destacando de forma significativa a importância de povoamentos menos densos quando se busca maior produtividade animal, visando retorno mais rápido do capital investido (Quadro 7). No povoamento florestal menos denso a produção animal superou em mais de 30% a do povoamento mais denso até o primeiro ano de idade da floresta e duplicou até o segundo ano, levando-se em consideração que no povoamento mais denso não ocorreu pastejo a partir de 1,5 ano de idade das árvores, devido principalmente ao forte sombreamento, o qual reduz drasticamente a produção de forragem do sub-bosque.

QUADRO 7. Rendimento de produto animal sob três níveis de ofertas de forragem e duas densidades arbóreas, em sistema silvipastoril com *E. saligna* e pastagens cultivada de inverno e nativa, até o período de dois anos de idade da floresta. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, RS.

Oferta de forragem (% PV)	Densidade dos povoamentos					
	1.666 árvores/ha (2 m x 3 m)			833 árvores/ha (2 m x 6 m)		
	Rep. I	Rep. II	Média	Rep. I	Rep. II	Média
	----- kg/ha -----					
Alta	155	97	126	338	152	245
Média	212	224	218	520	391	455
Baixa	218	169	194	272	394	333

No Quadro 8 são apresentadas a carga animal e a lotação média utilizadas em cada período de pastejo, onde fica evidenciado que com populações arbóreas mais densas ocorre um rápido declínio

na capacidade de suporte da pastagem presente no sub-bosque. Este fato está diretamente relacionado com a severa redução da taxa de crescimento do pasto. Tais aspectos são relevantes no manejo da pastagem e do animal, pois a carga animal deve ser considerada como uma consequência do acúmulo de forragem e do tamanho corporal dos animais utilizados. Desta forma, fica mais fácil a recomendação e uso de tal tecnologia para o sistema de produção, necessitando apenas de ajustes das categorias animais que o produtor e/ou empresa florestal utilizará. Outro ponto importante a ser destacado destes resultados é quanto à sustentabilidade do sistema de produção, onde começa a ficar evidente que para uma integração ajustada e planejada, onde os componentes árvore, pasto e animal são colocados dentro de uma mesma escala de importância na produção, mesmo com magnitudes e épocas com características particulares, a densidade arbórea alta precisa ser reavaliada, pois ela poderá proporcionar um rendimento pouco superior para o componente arbóreo, mas a produção animal é bastante prejudicada. A produção de forragem nessas condições fica reduzida em função da redução da intensidade da radiação solar transmitida ao sub-bosque. No Quadro 9 são apresentados os resultados da monitoração da radiação solar fotossinteticamente ativa transmitida ao sub-bosque forrageiro.

Nas variáveis relativas ao solo, verificou-se que ocorreu grande acúmulo de manta orgânica na superfície até os dois anos de idade da floresta, chegando a valores acima de 8,1 t/ha de matéria seca total (folhas e galhos de eucalipto e herbáceas) no povoamento florestal de 1.666 árvores/ha e em torno de 4,7 t/ha no povoamento de 833 árvores/ha. Essa manta confere uma proteção adicional contra a erosão hídrica do solo, ao

reduzir ou impedir o escoamento superficial da água. Também foi verificado um incremento de até 1,2 pontos percentuais na matéria orgânica do solo na camada de 0 cm a 10 cm de profundidade do 5º ao 25º mês de idade da floresta. Além disso ocorreu incremento dos nutrientes fósforo e potássio nessa camada de solo durante o mesmo período, mostrando o desejável início da ciclagem de nutrientes no sistema silvipastoril.

QUADRO 8. Carga animal e lotação média sob duas densidades arbóreas e três níveis de oferta de forragem, nos períodos de pastejo até dois anos de idade da floresta *Eucalyptus saligna* em sistema silvipastoril. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, RS.

Oferta de forragem	Variável medida	Densidade dos povoamentos				
		1.666 árvores/ha (2 x 3 m)		833 árvores/ha (2 x 6 m)		
(% PV)	carga lotação	inv./prim. 1995	ver. 1996 ⁴	inv./prim. 1995	ver. 1996	inv.-prim. 1996
Alta	a) kg/ha PV	1.028 ^{1/}	812 ^{2/}	897 ^{1/}	1.075 ^{2/}	848 ^{3/}
	b) Animal/ha	4,6	2,0	3,85	3,0	4,75
Média	a) kg/ha PV	643,5	725	844	860	631
	b) Animal/ha	2,9	1,95	3,45	2,25	2,2
Baixa	a) kg/ha PV	468,5	600	494	800	485,2
	b) Animal/ha	1,95	1,5	1,95	2,5	2,5

1/ Efeito significativo da interação dos tratamentos sobre a lotação média, analisado pelo F-teste a 5% de probabilidade. A análise de regressão revelou efeito significativo, a 5% de probabilidade, no modelo linear para estas interações.

- 2/ Efeito significativo da densidade arbórea sobre a lotação média, analisado pelo F-teste a 5% de probabilidade.
- 3/ Efeito significativo de níveis de oferta de forragem sobre a lotação média, analisada por regressão polinomial pelo modelo linear a 5,5% de probabilidade.
- 4/ Na maior densidade arbórea, o pastejo não foi possível no período inv.-prim. 1996, devido à baixa disponibilidade de forragem.

(Fonte: SILVA, 1998).

QUADRO 9. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) diária incidente e transmitida em relação à incidente, sob duas densidades arbórea, em sub-bosque de sistema silvipastoril com *Eucalyptus saligna*, aos 10, 15 e 25 meses de idade da floresta, a 20 cm acima da superfície do solo. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS.

Observação	10 meses (outubro 1995)	15 meses (maio 1996)	25 meses (janeiro 1997)
RFA incidente ($\mu\text{Mol/m}^2/\text{s}$)	933	558	1151
RFA transmitida sob 1.666 árvores/ha (%)	43.3	28.7	17.4
RFA transmitida sob 833 árvores/ha (%)	70.7	42.1	29.3

Em 1995, outra área experimental foi estabelecida na EEA-UFRGS com o objetivo principal de avaliar o efeito de diferentes métodos de controle da vegetação herbácea (pastagem nativa) no sub-bosque de eucalipto (*E. saligna*), durante a fase de estabelecimento da floresta com três densidades arbóreas: 816 árvores/ha (3,5 m x 3,5 m), 400 árvores/ha (5 m x 5 m) e 204 árvores/ha (7 m x 7m). O solo ácido, com baixos teores de fósforo e alumínio trocável, é classificado como Plintossolo e foi corrigido com 4 t/ha de calcário dolomítico aplicado em

novembro de 1992. Os métodos de controle consistiram em pastejos rápidos com bovinos ou ovinos, em altas cargas, comparados com o controle químico convencionalmente preconizado pelas empresas florestais e sem controle, considerado testemunha. Para o pastejo foram utilizados ovinos e bovinos jovens, em função da pequena altura das árvores (VARELLA, 1997; VARELLA; SAIBRO, 1999).

Em relação aos resultados desse trabalho, os autores concluem que, em qualquer densidade arbórea usada, os danos provocados por bovinos e ovinos às árvores no estabelecimento da floresta estão inversamente relacionados à altura inicial das mudas no momento da introdução dos animais no sub-bosque, agravando-se quando as árvores possuem altura inferior a 182 cm para bovinos e 154 cm para ovinos, sendo que isso ocorre aproximadamente aos seis a sete meses de idade das árvores nas condições edafoclimáticas da região. Infere também o fato de que os bovinos causaram danos mais frequentes do tipo: mastigação de folhas e pontas de ramos laterais ou apicais, pisoteio de mudas menores e quebra das árvores devido ao hábito de se esfregar ou se coçar nas mudas. Os resultados mostraram que, potencialmente, os bovinos apresentam maiores chances de danificar as árvores no ano do estabelecimento da floresta, apresentando valores de danos às árvores de 38,35% da área foliar das árvores enquanto que os ovinos reduziram a área foliar em somente 8,78%.

Varella (1997) concluiu ainda que o controle pelos animais da vegetação herbácea do sub-bosque do eucalipto durante a fase de estabelecimento foi considerado excelente, conforme se verifica nos Quadros 10 e 11. Comparando-se o trabalho

realizado pelas duas espécies animais, os ovinos parecem mais eficientes pois fazem melhor limpeza próximo às árvores na linha de plantio, onde geralmente depositam suas fezes. Destaca-se ainda que nesta fase de implantação da floresta o pastejo com bovinos ou ovinos, manejados adequadamente, apresenta-se como uma alternativa tecnicamente viável e mais econômica do que o uso de herbicidas para controlar a competição das espécies herbáceas sobre as árvores.

Outro aspecto importante mencionado pelo autor é a experiência prévia dos animais no momento de iniciar o pastejo, pois foi verificado que os danos maiores foram causados nas parcelas onde o pastejo começou. Por outro lado verifica-se que populações arbóreas menores do que as comerciais para produção de celulose (menores do que 816 árvores/ha) são mais adequadas a sistemas silvipastoris levando em consideração a maior sustentabilidade de outros componentes, principalmente o pasto. Nesta situação, a madeira produzida deverá ser usada para serraria ou indústria de móveis, com maior valor agregado.

QUADRO 10. Disponibilidade total de matéria seca nas entrelinhas de uma floresta de *Eucalyptus saligna* Smith, clone 175 com sete meses de idade logo após a retirada dos animais, em maio de 1996. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, RS.

Tratamentos	MS total (kg/ha) nas entrelinhas
Sem controle (Testemunha)	4.852 ^a
Pastejo por bovinos	3.373 ^b
Pastejo por ovinos	3.624 ^b

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

(Fonte: VARELLA, 1997).

Na continuação desse estudo, a área experimental foi utilizada para um outro projeto de pesquisa, iniciado em dezembro de 1997 e avaliado até maio 1998. Neste trabalho, buscou-se acumular conhecimentos sobre a interação do animal com os demais componentes do sistema, submetendo a pastagem nativa presente no sub-bosque ao pastejo por ovinos ou exclusão do pastejo (FUCKS, 1999). Foi observado neste experimento que ocorreu redução na massa de forragem residual com o aumento da densidade arbórea (Figura 5), fato este que afeta negativamente a disponibilidade de forragem, a qual potencialmente restringe a produção animal. Além disso, foi observado também que ocorreu alteração na composição botânica da pastagem nativa, com tendência à diminuição da frequência das espécies forrageiras de boa qualidade, como por exemplo, *Desmodium incanum*, *Axonopus affinis* e *Paspalum notatum*.

QUADRO 11.Disponibilidade total de matéria seca nas linhas de uma floresta de *Eucalyptus saligna* Smith, clone 175 com sete meses de idade em diferentes tratamentos de controle da vegetação herbácea, logo após a retirada dos animais, em maio de 1996. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, RS.

Sistemas de controle da vegetação herbácea	MS total (kg/ha) nas linhas
Sem controle (testemunha)	3.052 ^a
Herbicida Pré-emergente (Oxyfluorfen)	3.004 ^b
Herbicida Pré e Pós-emergente (Glyfosate)	2.106 ^c
Pastejo por bovinos	1.344 ^d
Pastejo por ovinos	1.258 ^d

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Fonte: VARELLA, 1997).

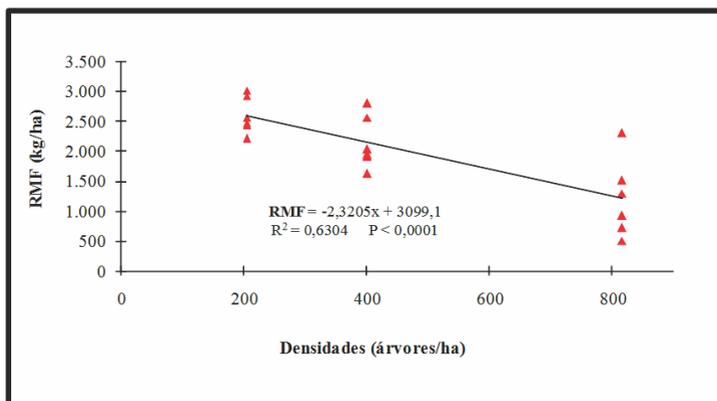


FIGURA 5. Relação entre resíduo médio de forragem (RMF) da pastagem nativa e as densidades de 816, 400 e 204 árvores/ha em um sistema silvipastoril com *Eucalyptus saligna* Smith, clone 175 e ovinos, avaliado no período de 24/12/1997 a 14/03/1998 (81 dias de pastejo). EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, RS. (Fonte: FUCKS, 1999).

O trabalho mais recente com integração de pastagens e eucalipto foi conduzido em Tupanciretã, RS, para avaliar a produção de forragem de diferentes cultivares de *Panicum maximum*, espécies forrageiras perenes de verão, em condições de sombreamento e a pleno sol, e foi apresentado por Lucas (2004).

Os rendimentos totais de matéria seca das cultivares de *P. maximum* sob as duas condições luminosas estudadas estão apresentados na Tabela 12. A média do rendimento de MS total obtido na sombra foi cerca de 25% daquele obtido em condição de pleno sol, com variações de 22% a 30% entre as cultivares. Quando as cultivares foram mantidas na sombra do eucalipto, as médias de rendimento de MS apresentaram-se estatisticamente iguais entre si. Entretanto, na condição de plena luz, os rendimentos totais de MS das cultivares diferiram significativamente, sendo que a cv. Mombaça apresentou maior rendimento de MS que a cultivar Tanzânia, porém não diferindo das demais cultivares.

QUADRO 12. Rendimento total de matéria seca de cinco cultivares de *Panicum maximum* sob duas condições de luz, durante o período de 07/10/2003 a 22/04/2004 (192 dias), em Tupanciretã, RS. (Média de três cortes e quatro repetições).

Cultivares	Com Sombra ^{1/;2/;3/}	Sem Sombra ⁴
	----- kg/ha-----	
Mombaça	5.740 b A (22)	25.833 a A
Tobiatã	5.751 b A (23)	25.444 a AB
Gatton	6.013 b A (30)	20.333 a AB
Vencedor	4.782 b A (24)	20.332 a AB
Tanzânia	5.359 b A (27)	19.790 a B
Média	5.529 b (25)	22.346 a

1/ Números entre parênteses (%) correspondem ao crescimento na sombra em relação ao crescimento em pleno sol;

2/ Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente pelo teste F, em nível de 1% de probabilidade;

3/ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste F, em nível de 5% de probabilidade;

4/ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste F, em nível de 1% de probabilidade;

(Fonte: LUCAS, 2004).

A discussão dos resultados já obtidos permite concluir que a utilização de bovinos e ovinos como agentes biológicos de controle da vegetação herbácea nativa e/ou cultivada do sub-bosque em florestas de eucalipto, no ano de seu estabelecimento, é perfeitamente possível e vantajosa. Esses animais exercem um trabalho tão ou mais eficiente que métodos químicos de controle das plantas daninhas, comumente utilizado pelos produtores e pelas empresas florestadoras, certamente diminuindo custos no estabelecimento dos povoamentos

florestais e reduzindo a carga de agroquímicos no ambiente.

Por outro lado é possível a colheita de produto animal nos primeiros anos de estabelecimento de florestas de eucalipto, desde que a forragem do sub-bosque apresente-se com qualidade e que a intensidade de pastejo seja compatível com a capacidade de suporte da pastagem presente.

Associação de acácia-negra com pastagem e animal

A área estimada de floresta plantada com acácia negra no RS é de 156.377 ha (ABRAF, 2010). Somente é plantada a *Acacia mearnsii*, utilizada para produção de celulose, chapas, lenha e carvão, e a casca utilizada para obtenção de taninos (AGEFLOR, 1999). As regiões onde predominam os plantios são a Depressão Central, Serra do Sudeste e Planalto Médio. No estado a acácia negra é uma das espécies florestais de grande expressão, principalmente no cultivo feito por agricultores minifundiários.

A primeira informação sobre o uso integrado desta espécie com animais foi apresentada em 1992, em um estudo de caso em uma floresta comercial a partir de dois anos de idade. Este projeto foi implantado em junho de 1989, numa área de 6.200 ha. A carga animal por unidade de área foi diretamente relacionada com o peso dos animais e a idade da floresta (TANAGRO, 1992). A lotação do sistema ficou assim definida: 1,37; 3,33; 4,33 e 4,33 ha por animal, para as categorias de bezerro, recria, matriz e engorda, respectivamente. Os pesos equivalentes, em kg/animal, eram de 75, 175, 325 e 340 para as respectivas categorias. As principais conclusões desse

trabalho foram: a) é fácil a adaptação dos animais à floresta, desde que sejam levados em consideração critérios de lotação; b) a integração das atividades é rentável, observadas as técnicas culturais para a floresta e o manejo do gado no sub-bosque (a rentabilidade líquida financeira do projeto não maximizada foi de 6,28%); c) os custos de manutenção da floresta e da atividade pecuária são minimizados pela utilização de recursos comuns da infraestrutura e redução de atividades operacionais.

Em 1995, sob a coordenação da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) foi iniciado um projeto integrado entre instituições de pesquisa e ensino, financiado em sua maior parte pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), em conjunto com a empresa florestal AGROSETA S.A. Tal projeto está sendo conduzido em Tupanciretã (RS) na região ecoclimática do Planalto Médio, com o objetivo geral de avaliar o efeito das interações que ocorrem na interface solo-planta-animal-microclima, em sistema silvipastoril verdadeiro, onde a floresta foi estabelecida com duas densidades arbóreas (1.666 e 1.000 árvores/ha) e as pastagens são compostas por: *Brachiaria brizantha*, *Panicum maximum* cv. Gatton e *Eragrostis plana* (capim-anonni 2), como testemunha, naturalmente presente na região, cultivadas separadamente. O experimento foi conduzido em um Latossolo vermelho-escuro distrófico em uma área de 16 ha, dividida por cerca elétrica, em 12 poteiros com áreas semelhantes, onde foram alocados os tratamentos em duas repetições. Por ocasião da semeadura das espécies forrageiras o solo foi corrigido com 2 t/ha de calcário dolomítico e adubação na base de 300 kg/ha da fórmula NPK 5-20-20. A adubação de cobertura constou de 100 kg/ha de ureia (45% de N). O método de pastejo utilizado foi o contínuo

com uma carga animal variável, ajustado para manter um nível de oferta de forragem entre 10% e 12 % do peso vivo e a lotação adequada à taxa de crescimento do pasto.

No Quadro 13 estão apresentados os resultados, obtidos por Castilhos et al. (1999), de desempenho de novilhos durante o período frio do ano, relativo a 63 dias de pastejo. Destaca-se nesses resultados o bom desempenho dos animais durante esta estação crítica do ano na região, quando baixas temperaturas e geadas ocorrem com grande intensidade no inverno. Neste local verifica-se que a pastagem nativa, fora do bosque, é queimada pelas geadas, perdendo inteiramente sua qualidade. Em consequência disso, os animais perdem peso durante a estação fria. O efeito do abrigo do bosque sobre a pastagem, constatado neste trabalho, pode assumir uma destacada importância estratégica no sistema regional de forrageamento, ao permitir a utilização de gramíneas cultivadas exóticas de ciclo estival, tolerantes ao sombreamento, tanto na primavera e verão quanto na época fria.

Nos Quadros 14 e 15 estão apresentados os resultados, obtidos com a pastagem e os com os animais durante o período de pastejo de final da primavera e início de verão. O pastejo foi suspenso em meados de fevereiro por uma decisão de manejo da pastagem do sub-bosque de acácia-negra para esta região, objetivando acúmulo de forragem durante os meses quentes que antecedem o inverno, para colocar os animais em pastejo durante este período frio do ano.

QUADRO 13. Ganho médio diário, ganho por área e lotação média em sistema silvipastoril constituído por acácia-negra e pastagens perenes de verão, pastejadas durante o período de 63 dias no inverno de 1998. CTPT-EMATER/RS, Tupanciretã, RS.

PASTAGEM	REP.	Densidade do povoamento / Espaçamento					
		1.667 árvores/ha (2 x 3 m)			1.000 árvores/ha (2 x 5 m)		
		kg/animal/ dia	kg/ha	animais/ ha	kg/animal/ dia	kg/ha	animais/ ha
<i>P. maximum</i> cv. Gatton	I	0.536	66	2.2	0.683	108	2.5
	II				0.571	42	2.6
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	I	0.750	33	1.6	0.560	38	2.4
	II				0.893	81	3.2

QUADRO 14. Forragem residual (MSVR), ganho médio diário (GMD), ganho por área (G/A), carga animal (CA) e lotação média (LOT) em sistema silvipastoril com acácia-negra, em duas densidades arbóreas e três pastagens de verão, com oferta de forragem entre 10% e 12 % do peso vivo, durante o período de 13/11/1998 a 18/02/1999. Média de duas repetições. CTPT-EMATER/RS, Tupanciretã, RS.

Pastagem	Densidade do povoamento / Espaçamento									
	1.666 árvores/ha (2 x 3 m)					1.000 árvores/ha (2 x 5 m)				
	MSVR kg/ha	GMD kg/nov/ dia	G/A kg/ha	CA kg/ha/dia	LOT Nov/ha	MSVR kg/ha	GMD kg/nov/ dia	G/A kg/ha	CA kg/ha/dia	LOT Nov/ha
<i>P. maximum</i> cv. Gatton	2.422 ^{A2}	0,644 A	104	372	1,70	3.200A	0,696 A	169	520	2,55
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	1.720B	0,573AB	105	394	1,85	2.995A	0,690 A	195	698	1,85
<i>E. plana</i>	1.182B	0,539 AB	95	418	1,80	1.417B	0,417 B	122	741	3,25
Média ¹	1.775a	0,585a	101 a	395 a	1,78 a	2.537b	0,601a	162 b	653 b	2,55 b

QUADRO 15. Taxa de crescimento (TC), forragem residual (MSVR), forragem disponível (MSVD), altura da pastagem (ALTP) e relação folha-colmo (F/C) em sistema silvipastoril com acácia-negra, em duas densidades arbóreas e três pastagens de verão, com oferta de forragem entre 10% e 12 % do peso vivo, durante o período de 13/11/1998 a 18/02/1999. Média de duas repetições. CTPT-EMATER/RS, Tupanciretã, RS.

Pastagem	Densidade do povoamento / Espaçamento									
	1.666 árvores/ha (2 x 3 m)					1.000 árvores/ha (2 x 5 m)				
	TC kg/ha/ dia	MSVRkg/ha	MSVD kg/ha	ALTP cm	F/C	TC kg/ ha/dia	MSVR kg/ha	MSVD kg/ha	ALTP cm	F/C
<i>P. maximum</i> cv. Gatton	6,7	2.422 ^{A2}	4.047 ^{A B}	43,3 ^A	0,31 ^A	28,7	3.200 ^A	5.989 ^{A B}	53,5 ^A	0,53 ^A
<i>B. brizantha</i>	26,7	1.720 ^A	4.315 ^A	32,0 ^B	1,00 ^B	65,6	2.995 ^A	9.359 ^A	42,1 ^B	0,63 ^B
E. plana	9,3	1.182 ^B	2.085 ^B	29,1 ^C	2,76 ^C	29,1	1.417 ^B	4.244 ^B	30,2 ^C	2,47 ^C
Média ¹	17,6 ^{a1}	1.775 ^a	3.482 ^a	34,8 ^a	1,21	41,1 ^{b3}	2.537 ^b	6.530 ^b	41,9 ^b	1,36

1- Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, nas médias, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

2- Médias das pastagens, no fator densidade, seguidas de mesma letra maiúscula, nas colunas, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

3- Médias comparadas com probabilidade de 0,053.

(Fonte: CASTILHOS et al., 1999).

Os resultados desse experimento indicam que a integração árvore – pastagem - bovino apresenta viabilidade técnica para ser implementada em sistemas de produção que busquem produtividade sustentável; para maiores rendimentos animais e da pastagem, a densidade arbórea maior apresenta limitações,

principalmente, devido à alta competição por luz exercida pelas árvores a partir de dois a três anos de idade; e as forrageiras *P. maximum* cv Gatton e *B. brizantha* cv. Marandu apresentam boa tolerância ao sombreamento, com satisfatório rendimento de forragem, permitindo um bom desempenho animal em sub-bosque de acácia negra (CASTILHOS et al., 2009).

Nesse trabalho com sistema silvipastoril, quando as árvores estavam com seis anos de idade houve desbaste da floresta para 50% da população original, e na análise dendrométrica ficou comprovado que a produção de madeira e casca da acácia-negra estava com volume, em m³/ha, semelhante ao de uma floresta com sete anos de idade sem pastejo. Nesse momento houve substituição da braquiária e do capim-annoni 2, por *Panicum maximum* cv. Aruana e por *Digitaria diversinervis*, nas respectivas parcelas. Os resultados de pastejos futuros ao desbaste podem ser vistos no Quadro 16. A espécie *D. diversinervis* apresentou uma tendência de maior ganho médio diário de peso vivo, embora tenha apresentado resultado com menor quantidade de forragem disponível e com igual valor de relação folha/colmo que as cultivares de *P. maximum*, demonstrando assim ser uma espécie bem apreciada pelos animais e, aparentemente, a de melhor qualidade entre todas as avaliadas. Porém, foi a que proporcionou o menor número de dias de pastejo, em consequência de uma notável queda no rendimento de forragem provocada por sua alta sensibilidade fisiológica ao déficit hídrico registrado. Como resultante, foi a espécie que apresentou o menor ganho de peso vivo por área, revelando uma menor capacidade de suporte da pastagem, o que sem dúvida se constitui em uma

forte desvantagem do ponto de vista agrônômico. Assim, esta espécie tende a ser uma boa representante da qualidade da pastagem, em média 10,7% superior às cultivares de *P. maximum*, mas apenas uma razoável representante quanto ao rendimento por área, tendo sido inferior, 13% em média, em relação às duas cultivares de *P. maximum*. Observações contrárias foram registradas para as cultivares Aruana e Gatton, as quais apresentaram tendência de menores ganhos diários, 5,4% e 12,6% respectivamente, comparadas com a *D. diversinervis*, porém com capacidade de suportar carga animal mais elevada.

QUADRO 16. Ganho médio diário (GMD), ganho por área (GA), ganho por área por dia (G/ha/dia), animais/dia por hectare (animal/dia/ha) e oferta de forragem real (OFR) em sistema silvipastoril com *Acacia mearnsii* sob efeito de duas densidades arbóreas e pastos de verão, com oferta de forragem de 12% de peso vivo, durante o período de 01/12/2003 a 18/03/2004, em Tupanciretã – RS. Média de duas repetições.

Espécie	GMD ^{1/}	GA ^{1/}	G/ha/dia ^{1/}	Animal, dia/ha ^{1/}	OFR MS / 100kg PV
	kg/novilha	kg/ha	kg/ha/dia		
<i>P. maximum</i> cv. Gatton	0,738 a	337,6 a	3,13 a	445,5 a	13,9 a
<i>P. maximum</i> cv. Aruana	0,799 a	328,2 a	3,04 a	406,3 a	11,9 a
<i>D. diversinervis</i>	0,844 a	289,7 a	3,11 a	333,9 a	9,4 a
Média	0,794	318,5	3,09	395,2	11,7

Associação de Pinus com pastagem e animal no RS

A área estimada de floresta plantada com Pinus no RS é de 171.210 ha (ABRAF, 2010). Somente são plantadas com finalidade comercial as espécies *P. elliotii* e *P. taeda*, utilizadas para produção de celulose e madeira para movelaria, construção civil, chapas e aglomerados, produção de resina e energia (AGEFLOR, 1999). As regiões ecoclimáticas onde predominam as plantações de Pinus são a Depressão Central, Serra do Sudeste, Litoral, Encosta da Serra do Nordeste e recentemente tem aumentado a área plantada na região dos Campos de Cima da Serra.

Não existem informações disponíveis no estado sobre o uso integrado de animais com plantações de Pinus, nem em âmbito de empresas florestais e/ou produtores nem ao nível de pesquisa. Sobre essa espécie florestal, o que é discutido de forma generalizada entre as empresas florestais e produtores é a redução no pH do solo causada pela queda de acículas das árvores, o que impediria o crescimento de forrageiras herbáceas. Entretanto, essa hipótese precisa ser avaliada em condições locais com estudos de densidades e arranjos de árvores e buscando algumas espécies forrageiras que se adaptem a esses ambientes. A literatura mundial e brasileira evidencia a possibilidade de uso destas espécies florestais em sistemas silvipastoris, especialmente em baixa densidade arbórea (BAGGIO; SCHREINER, 1988; informação pessoal de Varella em 2000¹). São necessários estudos que gerem informações para validar esta alternativa em âmbito estadual, pois é grande a área cultivada e em regiões em que o gado se faz presente, tanto bovinos quanto ovinos.

¹ Informação pessoal. Seminário junto ao DPFA-Fac. Agronomia/UFRGS, em 29 de junho de 2000.

Associação de araucária [*Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze] e bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) com pastagem e animal no RS

Não existem informações consistentes quanto à área ocupada com estas duas espécies arbóreas nativas no RS. A localização principal delas é na região ecoclimática de Campos de Cima da Serra, norte e nordeste do estado. Os produtores utilizam o sub-bosque destas árvores com pastagem nativa e gado bovino ou ovino. Mas não se encontra na literatura local dados de pesquisa ou experiências avaliando o desempenho dos animais e/ou o crescimento das espécies forrageiras no sub-bosque. Isto tem conduzido a ideias de projetos em sistemas silvipastoris nesta região, com potencial de produção animal num ambiente mais protegido, principalmente durante o inverno, que apresenta temperaturas extremamente baixas, chegando a apresentar geadas e neve, em pastagens abertas. Outros fatores climáticos relevantes são a predominância de ventos frios e alta pluviosidade, os quais, sem dúvida, reduzem o desempenho animal, mas com a proteção arbórea o estresse climático ficaria bastante reduzido.

Associação de árvores frutíferas e erva-mate (*Ilex paraguariensis*) com pastagem e animal

Algumas áreas com espécies frutíferas que poderiam ser usadas em sistemas silvipastoris no estado são as de citricultura, os pomares de maçã, pêssegos e ameixas. O sub-bosque nessas áreas geralmente é mantido limpo com roçadas ou corte da vegetação. O uso de espécies forrageiras adaptadas a esses ambientes e o uso de animais de pequeno porte, como ovinos

ou bovinos jovens, podem ser praticados. Existem algumas informações de produtores sobre o uso de animais, mas de forma empírica, onde o animal é usado como ferramenta de manejo para limpeza. Não existem dados sobre o uso e a produção animal nesses ambientes.

Com a cultura da erva-mate a situação não é diferente, pois se encontram algumas propostas de uso integrado desta espécie com algumas culturas de lavouras anuais, mas com animais sendo avaliados conjuntamente no sistema não há informações disponíveis até o momento. Cabe destacar o trabalho conduzido em Áurea, RS, integrado entre o Centro Nacional de Pesquisas de Florestas (CNPQ) – EMBRAPA – a Secretaria Municipal de Agricultura de Áurea, a Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai (URI), a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER/RS) e a Cooperativa Tritícola de Erechim Ltda. (COTREL). Este trabalho está fundamentado na abordagem do “Diagnóstico e Planejamento” (D&P) em sistemas agroflorestais, desenvolvida pelo International Centre for Research in Agroforestry – ICRAF. Trata-se de um método interativo, participativo, dinâmico, de visão multidisciplinar e sistêmica que considera a unidade produtiva e suas interrelações e busca ações integradas da pesquisa, extensão e do próprio produtor, visando atingir o ambiente necessário para o desenvolvimento agroflorestal de forma ordenada (EMBRAPA, 1996)

Como foi mencionado no início desta revisão, ainda existem muitos “tabus” sobre o uso integrado de algumas culturas arbóreas e arbustivas com pastagem e animal, tanto no âmbito de produtores como no meio acadêmico e científico, no entanto, já há um despertar para uma produção sustentada, utilizando

adequadamente os recursos naturais do meio ambiente. Neste ponto é importante destacar que é fundamental o uso de animais nestes trabalhos, devido ao fato de que tanto a fruticultura quanto a pecuária são atividades bastante desenvolvidas no estado do RS.

Considerações finais

A exploração silvipastoril é viável em muitas regiões do Brasil. As avaliações nesses sistemas assumiram importância no início da década de 1980, sendo que no final dessa e início da década de 1990 surgiu com maior intensidade a publicação de resultados e propostas de tecnologias para a utilização desse sistema de uso da terra. No Rio Grande do Sul, as primeiras informações de utilização dessa tecnologia são do início e meados da década de.

As áreas consideradas impróprias para agricultura ou mesmo áreas de pastagens exclusivas em estado inicial de degradação podem ser utilizadas e recuperadas por intermédio de sistemas silvipastoris. A aplicação desses sistemas poderá ser feita em propriedades pequenas, médias ou grandes, dependendo dos objetivos de cada sistema; as vantagens advindas da exploração deverão ser as mesmas: aumento da biodiversidade, proteção do solo contra erosão, melhoria da fertilidade do solo, a diminuição de propagação de incêndios, geração de receita adicional, melhor utilização de mão de obra no decorrer do ano, oferta de pasto de melhor qualidade no período da seca. A complexidade aparente no estabelecimento e manejo do sistema existe, mas a pesquisa e a extensão podem assumir papel essencial na transferência das tecnologias e práticas para os sistemas.

Cabe destacar que a entrada de animais em florestas comerciais precisa ser planejada desde o momento do estabelecimento das mesmas, levando-se em consideração que são atividades agrícolas que isoladamente apresentam características de manejo distintas, mas que, quando observadas essas características, será possível o ajuste do manejo de forma temporal e espacial que proporcionará a condução do sistema de forma sustentável e produtiva.

No momento do planejamento do sistema vários fatores deverão ser levados em consideração: mercado para os produtos obtidos, madeira e carne; cuidados especiais quanto à sanidade e controle de parasitoses (infraestrutura adequada); manejo de aguadas e subdivisão em poteiros de tamanho que facilite o manejo dos herbívoros; o momento da entrada e saída dos animais no sistema, que deverá ser regulado pelo crescimento em altura das árvores e do pasto, assim como da qualidade da planta forrageira; a densidade de árvores e a carga animal utilizada no pastejo devem ser adequadas ao sistema silvipastoril, evitando uma produção isolada de cada componente; a administração do empreendimento exige mais flexibilidade e capacitação do responsável, visando a aplicação de técnicas adequadas e inovadoras; a forma de difusão dos resultados é outro fator importante, principalmente, quando estes tiverem caráter científico, pois a realidade em sistemas agroflorestais, nesse caso silvipastoris, é que os mesmos já estão difundidos no meio de produtores, com as informações produzidas voltadas para essa condição, e existe muito pouca informação de caráter científico. Deve ser considerada a melhoria do ambiente como um todo, não dando ênfase somente aos aspectos de produção, na divulgação de resultados técnico-científicos sobre sistemas

silvipastoris (SILVA; SAIBRO, 1998). Com esse contexto, destaca-se a importância de implantar sistemas silvipastoris verdadeiros, onde o adequado equilíbrio entre os componentes permite maior eficiência no uso dos recursos naturais (luz, água e nutrientes), gerando altos rendimentos de diferentes produtos com sustentabilidade e persistência no tempo.

O momento da entrada dos animais nos sistemas silvipastoris merece destaque, pois deve ser definido no instante do planejamento de uso dessa tecnologia. Sobre eucalipto, existe a informação, por parte de produtores e empresas florestais que utilizam a espécie, de que o pastejo deve iniciar quando as árvores atingirem idade de dois anos. No entanto, hoje existem observações científicas na literatura que contestam essa afirmação, evidenciando que os herbívoros domésticos podem pastejar florestas de eucalipto a partir de seis a nove meses de idade provocando danos às árvores em intensidades desprezíveis.

As informações evidenciam que existe uma interação negativa entre a intensidade de danos às árvores provocados pelos animais e a altura média da floresta e que isso está correlacionado com o tamanho e idade dos animais. Em florestas jovens a recomendação é de pastejar com animais leves e carga animal adequada em função do nível de ganho em produto animal a atingir. A altura das árvores acima da qual os animais provocam poucos danos é em torno de 2 m, o que é atingido, quando as condições edafoclimáticas permitirem, em menos de um ano.

A categoria e a espécie animal também merecem destaque, pois animais jovens de menor tamanho tendem a danificar menos as árvores, mas são mais exigentes quanto à disponibilidade e qualidade da forragem presente no sub-bosque. Animais adultos, dependendo da sua função de produção, são menos exigentes quanto à qualidade do pasto, mas tendem a danificar com mais intensidade as árvores, por comerem, baterem, etc. Esses animais podem ser usados em florestas mais velhas, desde que o planejamento seja adequado para tal. Por outro lado, para a melhor integração do pasto com a árvore devem ser observados aspectos do manejo dos animais, das instalações (centro de manejo, bebedouros, saleiros, etc.) e de treinamento de pessoal para esse trabalho.

A produtividade desses sistemas deve ser encarada não como uma variável isolada, mas dentro do contexto sistêmico ou holístico, que esses ecossistemas proporcionam. A produção dos componentes não deve ser potencializada de forma individual, mas sim garantir a sustentabilidade do ecossistema e a geração de retornos satisfatórios. Para isso é importante que se observem cuidados de manejo da pastagem e da floresta e as formas de melhor aproveitar os recursos naturais disponíveis do ambiente.

A valorização dos produtos obtidos deve levar em conta os custos do empreendimento, as condições do mercado para esses produtos, além de que deve se procurar produção compatível com esses sistemas integrados e maior valor agregado dos produtos obtidos.

Outro fator muito importante é quanto ao desempenho dos animais nesses ambientes, quando existe forragem de qualidade que permite o aproveitamento e a transformação dessa forragem em ganho de peso, que poderá ser comercializado em curto espaço de tempo. Quanto a esse aspecto deve ser destacado que o animal no sub-bosque deve ser encarado como um produto adicional a ser obtido, e o seu manejo deve ser realizado de tal forma que lhe permita obter dieta de boa qualidade da forragem disponível e consiga atingir índices de produtividade compatíveis ao ambiente em questão.

Sob o ponto de vista experimental ficou evidente nos trabalhos que, além dos cuidados com a adequada altura inicial das mudas de eucalipto no momento da introdução dos animais na área florestal, o comportamento animal é um fator relevante. Deve-se buscar sempre animais já adaptados ao ambiente florestal ou procurar adaptá-los antes da introdução definitiva na floresta. Verifica-se ainda que os bovinos exercem um dano mais diretamente relacionado com a mastigação das pontas laterais das porções médias e superior das árvores e do caule principal, assim como, com a quebra de mudas com baixa altura através do pisoteio ou ao apoiarem-se nos eucaliptos. Já os ovinos tendem a provocar a quebra de ramos inferiores das mudas ao se proteger do calor sob a sombra das árvores, sem ocasionar maiores problemas no crescimento subsequente dos eucaliptos. Outro fato importante é que a maior incidência de danos provocados pelos bovinos e ovinos às árvores parece estar inversamente relacionada com a qualidade do substrato forrageiro presente no sub-bosque. É necessário destacar que as atividades de pesquisa com relação ao comportamento animal deverão ser intensificadas e aprofundadas, utilizando

equipamentos adequados para o monitoramento e aquisição de dados de comportamento.

Além dos aspectos relacionados aos animais, destaca-se que o uso de sistemas silvipastoris pode ser alternativa de regeneração de áreas degradadas por infestação de capim-annoni 2, pois o efeito de sombreamento é significativo sobre a redução de tamanho de touceiras, produção de massa e persistência dessa espécie indesejável. Esse fato conduz à redução da produção de sementes e é de grande importância considerando-se que o capim-annoni 2 é uma das principais invasoras do RS. Esses sistemas de uso da terra também destacam-se em áreas degradadas por arenização no estado, permitindo recuperação da capacidade de produção desses ambientes.

Em síntese, constata-se que uma razoável quantidade de informações foi proporcionada pelos estudos realizados em curto espaço de tempo, as quais podem ser consideradas como embriões para o futuro desenvolvimento de novas tecnologias seguras e capazes de viabilizar sistemas silvipastoris com florestas cultivadas de eucalipto, acácia-negra, *Pinus*, com erva-mate, etc., no Rio Grande do Sul.

Por fim, é imprescindível destacar que são necessárias ações integradas entre instituições de pesquisa e ensino, nacionais e internacionais, mantendo um contínuo intercâmbio de informações e recursos humanos, na busca de envolver os agentes da cadeia produtiva florestal e pecuária, visando à obtenção de recursos financeiros para projetos de escala regional e visando à geração de tecnologias e metodologias em sistemas silvipastoris.

Referências

ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2010**: ano base 2009. Brasília, 2010. 80p.

ACCIARESI, H.; ANSÍN, D. E.; MALLATS, R. M. Sistemas silvopastoriles: efectos de la densidad arborea en la penetracion solar y produccion de forrage em rodales de alamo (*Populus deltoides* March). **Agroforesteria em las Americas**, La Plata, v. 1, n. 4, p. 6-9, 1994.

ADAMS, S. N. Sheep and cattle grazing in forests: a review. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 12, p. 143-152, 1975.

AGEFLOR. **Consolidação dos dados disponíveis sobre a cadeia produtiva de base florestal no Rio Grande do Sul**. [Porto Alegre]: Ed. Assembléia Legislativa do estado do Rio grande do Sul. 1999. 50 p.

ALVIM, P.T. Perspective appraisal on perennial crops in the Amazon basin. In: HECHT, S. B. (Ed.). **Amazonia agriculture and land use research**. Cali: CIAT, 1982. p.311-328.

BAGGIO, A. J.; SCHREINER, H. G. Análise de um sistema silvopastoril com *Pinus elliottii* e gado de corte. **Boletim da Pesquisa Florestal**, Curitiba, v. 16, p. 19-29, jun. 1988.

BARRO, R. S.; SAIBRO, J. C.; MEDEIROS, R.; SILVA, J. L. S.; VARELLA, A. C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno (Forage yield and nutritive value of cool-season annual forage grasses shaded by *Pinus elliottii* trees and at full-sun). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Brasília, DF, v. 37, p. 1721-1727, 2008.

BARRO, R. S. et al. Screening native C₄ pasture genotype tolerance in Southern Brazil. In: FOOD SECURITY FROM SUSTAINABLE AGRICULTURE – AGRONOMY CONFERENCE, 15., 2010, Lincoln. **Food security from sustainable agriculture: proceedings...** Lincoln, New Zealand: Australian Society of Agronomy, 2010. Disponível: <http://www.regional.org.au/au/asa/2010/crop-production/intercrops/6969_varellaac.htm#TopOfPage>. Acesso em: 05 dez. 2011.

BERTOL, I.; GOMES, K. E.; DENARDIN, R. B. N.; MACHADO, L. A. Z.; MARASCHIN, G. E. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: [s. n.], 1995. p. 2048-2050.

BOM, R. P.; COELHO, V. C. M.; FERREIRA, R. Experiências da empresa Giacomet-Marodin na aplicação de sistemas agrossilviculturais. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL, 1994, Colombo. **Anais...** Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1994. p. 23-32.

BUDOWSKI, C. (Ed). **Proceedings of workshop on agroforestry systems in latin america**. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1978.

CAMERON, D. M.; RANCE, S. J.; JONES, R. M.; CHARLES-EDWARDS; BARNES, A. Project STAG: an experimental study in agroforestry. **Australian Journal of Agriculture Research**, East Melbourne, v.40, p.639-674, 1989.

CARVALHO, M. M. Utilização de sistemas silvipastoris. In: **ECOSSISTEMA DE PASTAGENS**, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1997. p. 164-207.

CARVALHO, M. M. O papel das árvores em sistemas de produção animal a pasto. **O Produtor de Leite**, v. 24, n. 147, p. 56-59, 1994.

CASTILHOS, Z. M. S.; SILVA, J. L. S.; GUTERRES, E.; SAVIAN, J. F.; AMARAL, H.; COSTA, J. A. A. Desempenho de espécies forrageiras de verão em sistema silvipastoril com acácia negra (*Acacia mearnsii* de Wild). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p. 103.

CASTILHOS, Z. M. S.; BARRO, R. S.; SAVIAN, J. F.; AMARAL, H. R. B. Produção arbórea e animal em sistemas silvipastoril com acácia-negra (*Acacia mearnsii*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 39-47, 2009. Edição Especial

CONNOR, D. J. Plants stress factors and their influence on production of agroforestry plant associations. In: HUXLEY, P. A. (Ed.). **Plant research and agroforestry**. Nairobi, ACRAF, 1983. p. 401-424.

COUTO, L. et al. Estado da arte e do conhecimento do uso de eucaliptos em sistemas agroflorestais no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 185, 1996.

COUTO, L.; ROATH, R. L.; BETTERS, D. R.; GARCIA, R.; ALMEIDA, J. C. C. Cattle and sheep in eucalypt plantations: a silvipastoral alternative in Minas Gerais. **Agroforestry systems**, Dordrecht, v. 28, n. 2, p. 173-185, 1994.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Caracterização de sistemas de uso da terra e propostas de ação para o desenvolvimento de sistemas agroflorestais no município de Áurea, RS**. Colombo, PR, 1996. 39p. (EMBRAPA-CNPF. Documentos, 29).

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.

FEDERER, C. A.; TEMPAS, G. H.; SCHMIDT, D. R.; TANNER, C. B. Pasture soil compaction by animal traffic. **Agronomy Journal**, Madison, v. 53, p. 53-54, 1961.

FERREIRA, V. P.; SCHAFFER, G.; KRAUSE, C. A.; SOARES, L. H. B.; BERGAMASCHI, H.; SILVA, J. L. S.; SAIBRO, J. C. Microclima de floresta de eucalipto no Rio Grande do Sul: II-distribuição da radiação solar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8., 1993, Porto Alegre. **Resumos...** Santa Maria: [s. n.], 1993. p. 111.

FRAME, J. Efectos de los animales sobre las pasturas. In: REUNIÓN TÉCNICA SOBRE PERSISTÊNCIA DE LAS PASTURAS MEJORADAS, 1982, Estanzuela. **Resúmenes...** Montevideo: PROCISUR, 1982.

FUCKS, L. F. M. **Dinâmica da pastagem nativa, desempenho de ovinos e desenvolvimento arbóreo em sistema silvipastoril com três populações de *Eucalyptus saligna***. 1999. 174 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Plantas Forrageiras) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Porto Alegre, RS.

GARCIA, R.; COUTO, L. Sistemas silvipastoris: experiências no Estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba, PR. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v. 1, p. 201-210.

GARCIA, R.; COUTO, L. Sistemas silvipastoris: tecnologia emergente de sustentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 448-471.

GREGOR, E. W. Integración del pastoreo en la agroforesteria tropical. **México y sus Bosques**, México, v. 12, n. 5, p. 27-34, 1993.

HAYNES, H.; WILLIAMS, P. H. Nutrient cycling and fertility in the grazed pastures ecosystems. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 49, p. 119-129, 1993.

INOUE, Y.; KAMINAGA, T. Studies on management of forest grazing. (Report 6). **Bulletin of the Forest Experiment Station, Meguro**, Tokyo, n. 255, p. 61-98, 1973.

KAMINAGA, T.; YOKOYAMA, S.; MATSZAKI, S. Sheep grazing on larch-planted land. **Annual Report of the Forestry Experimental Station**, Hokkaido, p. 22-38, 1959.

KIRBY, J. M. Forest grazing: a technique for the tropics. **World crops**, London, v. 28, p. 248-255, 1976.

KRAUSE, C. A.; ARAGONES, R. S.; FERREIRA, V. P.; SOARES, L. H. B.; BERGAMASCHI, H. SAIBRO, J. C.; SILVA, J. L. S. Microclima de floresta de eucalipto no Rio Grande do Sul: I- temperatura, umidade relativa e velocidade do vento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8., 1993, Porto Alegre. **Resumos...** Santa Maria: [s. n.], 1993. p. 122.

LUCAS, N. M. **Desempenho animal em sistema silvipastoril com acácia-negra (*acacia mearnsii* de wild.) e rendimento de matéria seca de cultivares de *panicum maximum* jacq. sob dois regimes de luz solar.** 2004. 127 f. Tese (Doutorado em Zootecnia – Plantas Forrageiras) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Porto Alegre.

MACEDO, R. L. G.; FURTADO, S. C.; OLIVEIRA, T. K.; GOMES, J. E. Caracterização e manejo dos principais sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris. In: MACEDO, R. L. G. Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais. Lavras: UFLA/FAEPE, p. 90-137, 2000.

MARASCHIN, G. E. Produção de carne a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1997. p. 243-274.

MORAES, A.; LUSTOSA, S. B. C. Efeito do animal sobre as características e a produção da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá, PR. [**Anais...**] Maringá: Cooper Graf. Artes Gráfica, 1997. p. 129-149.

MEAD, D. J. The current status and potential of Agroforestry in New Zealand. In: CONGRESO FORESTAL MUNDIAL, 13., 2009, Buenos Aires. **Proceedings...** Buenos Aires: [FAO], 2009. 7p. Disponível em: <http://www.cfm2009.org/es/programapost/trabajos/The_current_status_and_potential.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2011.

MORAES, A.; MARASCHIN, G. E.; NABINGER, C. Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical pesquisadas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 1995, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBZ, 1995. p. 147-200.

MOTT, G. O. Grazing pressures and the measurement of pasture production. In: INTERNATINAL GRASSLAND CONGRESS, 8. **Proceedings...** England, 1960. p. 606.

MOTT, G. O.; POPENOE, H. L. Grassland. In: ALVIM, P. T.; KOSLOWSKI, T. T. (Ed.). **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p. 157-186.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 14., 1997, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1997.

NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry**. London: Kluwer Academic Publishers, 1993. 499 p.

PASTRELLO, C. P. **Anualpec 2006**: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2006. 369 p.

PEREIRA, J. M.; REZENDE, C. P. Sistemas silvipastoris: fundamentos agroecológicos e estado da arte no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13., 1996, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 199-219.

PEREIRA, J.M.; BODDEY, R.M.; REZENDE, C.P. Pastagens no Ecossistema Mata Atlântica: Pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: pesquisas para o desenvolvimento sustentado, 32., 1995, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p. 94-147.

PILLAR, V. P.; BOLDRINI, I. I.; LANGE, O. **Padrões de variação da vegetação campestre sob eucalipto.** In: RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL, 1992, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: FAPERGS/RIOCELL S.A./UFRGS, 1992. p. 17-39.

RAUZI, F. Water intake and plant composition as affected by differential grazing on range land. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 18, n. 3, p. 114-116. 1963.

REID, R.; WILSON, G. **Agroforestry in Australian and New Zeland.** Goddard and Dobson: Box Hill, Victoria, 1985.

REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Ed.). **Relação solo-eucalipto.** Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. p. 265-302.

ROATH, L. R.; KRUEGER, W. R. Cattle grazing and behavior on a forested range. **Journal of Range Management**, Denver, v. 35, n. 3, p. 332-338, 1982.

SAIBRO, J. C. **Programa de estímulo à integração de grupos e centros de pesquisa com o setor empresarial: integração silvipastoril de eucalipto com pastagens na depressão central no Rio Grande do Sul (Proc. Nº 91/1684-3): relatório técnico anual, 1992.** Porto Alegre: FAPERGS/RIOCELL S.A./UFRGS, 1992. 101 p.

SAIBRO, J. C.. Animal production from tree-pasture association systems in Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro, SP. **Palestras...** São Pedro: FEALQ, 2001. p. 637-643.

SCANLAN, J. C., MICKEON, G. M. Competitive effects of trees on pastures are a function of rainfall distribution and soil depth. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockampton. **Proceedings...** Rockampton, 1993. p. 2231-2232.

SCHMITT, J.; WULFF, R.D. Light spectral quality, phytochrome and plant competition. **Tree**, Amsterdam, v. 8, n. 2, p. 47-50, 1993.

SCHNEIDER, P.; SCOPEL, I.; KLAMT, E. Efeito de pastagem cultivada, submetida a diferentes intensidades de pastejo, em propriedades físicas de um solo laterítico hidromórfico. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3., 1980, Recife. **Anais...** Recife: UFRP, 1981. p. 343-350.

SCHREINER, H. G. Tolerância de quatro gramíneas forrageiras a diferentes graus de sombreamento. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 15, p. 61-72, 1987.

SERRÃO, E. A. S.; FALESI, C.; VEIGA, J. B.; TEIXEIRA NETO, J. F. Productivity of cultivated pastures on low fertility soil in the Amazon Brazil. In: SÁNCHEZ, P. A.; TERGAS, L. E. (eds.). **Pasture Production in acid soil of the tropics**. Cali, Colombia: CIAT, 1979. p. 195-225.

SHELTON, H. M.; HUMPHEYS, 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.

SILVA, J. L. S. **Produtividade de componentes de um sistema silvipastoril constituído por *Eucalyptus saligna* e pastagens cultivada e nativa no Rio Grande do Sul**. 1998. 174 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, Viçosa.

SILVA, J. L. S.; CASTILHOS, Z. M. S.; SAVIAN, J. F.; GUTERRES, E.; AMARAL, H. Desempenho animal e forragem residual em sistema silvipastoril com acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild) e pastagens de verão no RS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p. 15.

SILVA, J. L. S.; GARCIA, R.; SAIBRO, J. C. Desempenho de bovinos e seus efeitos sobre as árvores em floresta de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) na região fisiográfica da Depressão Central no RS. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 4., 1996, Belo Horizonte. **Biosfera, volume de resumos**. Belo Horizonte: [s. n.], 1996. p. 342-345.

SILVA, J. L. S.; SAIBRO, J. C. Utilização e manejo de sistemas silvipastoris. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 1998, Canoas. **Anais...** Canoas: Ed. da ULBRA, 1998. p. 3-28.

SILVA, J. L. S.; SAIBRO, J. C.; SOARES, L. H. B. Desempenho produtivo de bovinos via pastejo do sub-bosque forrageiro em mata de eucalipto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro, SBZ, 1993. p. 61.

SILVA, J. L. S.; SAIBRO, J. C.; SOUSA, Z. M. C. Situação da pesquisa e utilização de sistemas silvipastoris no rio grande do sul. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J. CARNEIRO, J. C. (Org.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. p. 258-283.

SMITH, M. A.; WHITEMAN, P. C. Evaluation of tropical grasses in increasing shade under coconut canopies. **Experimental Agriculture**, v. 19, n. 2, p. 153-161, 1983.

SOARES, A. B. et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009. Disponível: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n3/a07v38n3.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2011.

STÜR, W. W. Screening forage species for shade tolerance: a preliminary report. In: SHELTON, H. M., STÜR, W. W. (Ed.) **Forages for plantation crops: proceedings a Workshop**, n. 32, 1990. Canberra: Australian Centre for International agricultural Research, 1991. p. 58-63.

SWITZER, G. L.; NELSON, L. E. Nutrient accumulation and cycling in loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantation ecosystems: the first twenty years. **Soil Science of Society America Proceedings**, Madison, v. 36, p. 143-147, 1972.

TANAGRO. Aspectos técnicos e econômicos do sistema agrossilvipastoril com acácia negra no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba, PR. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. p. 211-219. (EMBRAPA-CNPQ. Sistemas agroflorestais no Brasil: aspectos técnicos e econômicos, 1).

TANNER, C. B.; MAMARIL, C. P. Pasture soil compaction by animal traffic. **Agronomy Journal**, Madison, v. 51, n. 1, p. 329-331, 1959.

TREIN, C. R.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia + trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, p.105-141, 1994.

TUSTIN, J. R.; KNOWLES, R. L.; KLOMP, B. K. Forest farming a multiple land-use production system in New Zeland. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.2, p.169-189, 1979.

UHDE, L. T., FRANKE, L. B., MIRANDA, M. **Comportamento do sistema radicular, nodulação e características físicas do solo em uma pastagem perene cultivada, submetida a quatro pressões de pastejo.** Porto Alegre: UFRGS, 1989. não-paginado. (Trabalho apresentado na disciplina AGRP82: Relação solo-planta. Curso de Pós-Graduação na UFRGS).

VARELLA, A. C.; SAIBRO, J. C. Uso de bovinos e ovinos como agentes de controle da vegetação nativa sob três populações de eucalipto. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 30-34, 1999.

VARELLA, A. C.; RIBASKI, J.; SILVA, V. P. ; SOARES, A. B. ; MORAES, A.; MORAIS, H.; SAIBRO, J. C.; BARRO, R. S.; POLI, C. H. E. **Recomendações para a escolha e manejo de plantas forrageiras em sistemas silvipastoris no Sul do Brasil.** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008. não paginado. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 76).

VARELLA, A. C. **Uso de herbicidas e de pastejo para o controle da vegetação nativa no ano do estabelecimento de três densidades de *Eucalyptus saligna* Smith.** 1997. 101 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre.

VEIGA, J. B. Desenvolvimento de sistemas silvipastoris para a Amazônia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa, SBZ, 1991. p. 59-79.

VEIGA, J. B.; SERRÃO, E.A.S. Sistemas silvipastoris e produção animal nos trópicos úmidos: a experiência da Amazônia brasileira. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Pastagens**. Campinas, SP, 1990. p. 38-68.

VIEGAS, J., BELLE, S., FERMINO, M.H. **Crescimento e desenvolvimento radicular de milho em condições de pastejo simulado**. Porto Alegre: UFRGS, 1984. 14 p. (Trabalho apresentado na disciplina AGRP 82: Relação solo-planta).

WILSON, J. R.; LUDLOW, M. M. The environment and potential growth of herbage under plantations. In: SHELTON, H. M.; STUR, W. W. **Forages for Plantation crops**. Sanur Beach: Australian Center for International agricultural Research, 1990. p. 10-24. Proceedings of a Workshop, 32., 1990, Sanur Beach, Bali-Indonésia.

WILSON, J. R.; HILL, K.; CAMERON, D. M.; SHELTON, H. M. The growth of *Paspalum notatum* under the shade of a *Eucalyptus grandis* plantation canopy or in full sun. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 24, p. 24-28, 1990.

WONG, C. C. Shade tolerance of tropical forages: are view. In: SHELTON, H.M.; STUR, W.W. **Forages for plantation crops**: proceedings of a Workshop, 32, 1990. Caberra: Australian Centre for International agricultural Research, 1991. p. 64-69.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**. Wallingord, Oxford: CAB International, 1989. 276 p.