

ESTABELECIMENTO DE PLANTAS FORRAGEIRAS EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO FLORESTA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL

Alexandre Costa Varella, Vanderlei Porfirio da Silva, Jorge Ribaski, André Brugnara Soares, Anibal Moraes, Heverly Moraes, João Carlos de Saibro e Raquel Santiago Barro

Introdução

Integração floresta-pecuária ou sistema silvipastoril (SSP), “é uma modalidade dos sistemas agroflorestais e refere-se a um sistema de produção no qual espécies arbóreas e forrageiras são cultivadas em uma mesma unidade de área simultaneamente, com a presença de animais ruminantes” (VEIGA; SERRÃO, 1990). Tal sistema representa uma forma de uso da terra onde as atividades de silvicultura e pecuária estão associadas para gerar uma produção complementar pela interação de seus componentes. Normalmente, nestes

sistemas, as árvores são consideradas a principal fonte de rendimento e os animais, uma alternativa complementar.

O sucesso da integração da atividade de silvicultura com a pecuária está alicerçado no equilíbrio da exploração dos recursos naturais pelos três principais componentes bióticos deste sistema: a árvore, a pastagem e o ruminante. Quando as interações são equilibradas, desde o seu estabelecimento até a colheita final dos produtos, possibilitando a produção simultânea dos componentes arbóreo, forrageiro e animal, então temos um sistema silvipastoril verdadeiro. Contudo, ainda é comum verificar, em condições de propriedades rurais, dificuldades no manejo equilibrado entre os componentes, frequentemente causados pelo estabelecimento de espaçamentos e arranjos arbóreos inadequados ao desenvolvimento das espécies forrageiras (VARELLA, 2008). Isso determina que muitos empreendimentos, no extremo Sul do Brasil, realizem uma integração floresta-pecuária temporária ou eventual, isto é, o crescimento de árvores e forrageiras não acontece satisfatoriamente até a colheita final do produto florestal. O que normalmente acontece é que, a partir de um determinado momento, as árvores sobrepõem à pastagem e comprometem a persistência das forrageiras associadas.

Especificamente, a árvore e a pastagem “competem” diariamente pelo acesso preferencial aos recursos naturais disponíveis: a radiação, a água e os nutrientes. Frequentemente, o fator radiação é o elemento mais importante e determinante do potencial de crescimento das espécies forrageiras que crescem sob árvores em sistemas de integração floresta-pecuária (VARELLA, 2008). A presença da árvore pode impor, a partir de determinado estágio de desenvolvimento,

condições restritivas de luminosidade para o crescimento das espécies forrageiras estabelecidas nas entrelinhas de um sistema silvipastoril. Grande parte do sucesso de um empreendimento silvipastoril é possível a partir da escolha de espécies adaptadas ao sombreamento e do correto manejo do ambiente luminoso, capaz de permitir uma oferta de forragem suficiente ao crescimento dos ruminantes e, ao mesmo tempo, sem prejudicar o crescimento e o desenvolvimento da floresta.

O presente capítulo tem o objetivo de explorar os principais aspectos restritivos ao estabelecimento de sistemas equilibrados de integração floresta-pecuária nas condições do Sul do Brasil, com foco na escolha de espécies forrageiras adaptadas ao sombreamento e ao manejo do ambiente luminoso. Práticas são sugeridas para que o produtor consiga obter o equilíbrio necessário entre os componentes árvore-pastagem-ruminante em seu empreendimento silvipastoril.

Fundamentos ecofisiológicos de forrageiras adaptadas ao sistema silvipastoril

O crescimento das espécies forrageiras é determinado pela sua atividade fotossintética diária acumulada diante dos recursos ambientais disponíveis. Quando expostas ao sombreamento, a taxa de crescimento destas espécies é rapidamente restringida em função da limitação de energia necessária para os processos fotossintéticos. A Figura 15.1 mostra claramente que as espécies tropicais (C4) e temperadas (C3) apresentam respostas fotossintéticas bem distintas e, portanto, crescem diferentemente quando submetidas à restrição

luminosa. A interpretação dessas curvas fotossintéticas pode ser dirigida também às espécies forrageiras tropicais e temperadas e auxiliam na definição das recomendações e práticas de manejo das forrageiras em SSP. Como exemplo da utilização do conhecimento fisiológico aplicado ao manejo de plantas forrageiras sombreadas, pode-se citar os seguintes: a determinação do potencial produtivo (fotossintético) das espécies forrageiras em determinada condição de radiação; o estabelecimento do nível de sombreamento máximo, acima do qual não há crescimento de forragem suficiente para o bom desempenho animal ou, em outras palavras, a determinação dos espaçamentos e arranjos arbóreos capazes de promover um acúmulo de forragem em quantidade e qualidade ao longo do ciclo SSP; além disso, as recomendações de frequência e intensidade de desfolha da pastagem, a partir do acúmulo de reservas resultantes da fotossíntese pelas plantas sombreadas, devem ser adequadas para prover um rápido rebrote e garantir a persistência das forrageiras em ambiente sombreado; etc.

A Figura 15.1 mostra que o comportamento médio fotossintético das espécies forrageiras temperadas praticamente não se altera quando a disponibilidade de radiação é superior a 50% da observada em pleno sol. Por outro lado, a atividade fotossintética das forrageiras tropicais cai bruscamente abaixo da condição de pleno sol. Além disso, níveis semelhantes de atividade fotossintética das espécies temperadas (máximo obtido entre 50 e 90% de radiação disponível) são alcançados somente quando a radiação disponível está a apenas 30% daquela observada a pleno sol para as forrageiras tropicais. Isso significa que, mesmo com tal sensibilidade ao sombreamento, a atividade fotossintética das forrageiras

tropicais é quase sempre superior ao das temperadas quando o nível de radiação está entre 10 e 90% da radiação disponível a pleno sol. Apenas em condições de elevado sombreamento (<10% da radiação a pleno sol) a fotossíntese de forrageiras temperadas apresenta-se superior ao das tropicais. Entretanto, nestas condições de sombreamento, as taxas fotossintéticas são muito baixas (normalmente menores que $10 \text{ mg CO}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$) e, portanto, não suficientes para proporcionar acúmulo de forragem e um bom desempenho animal em SSP.

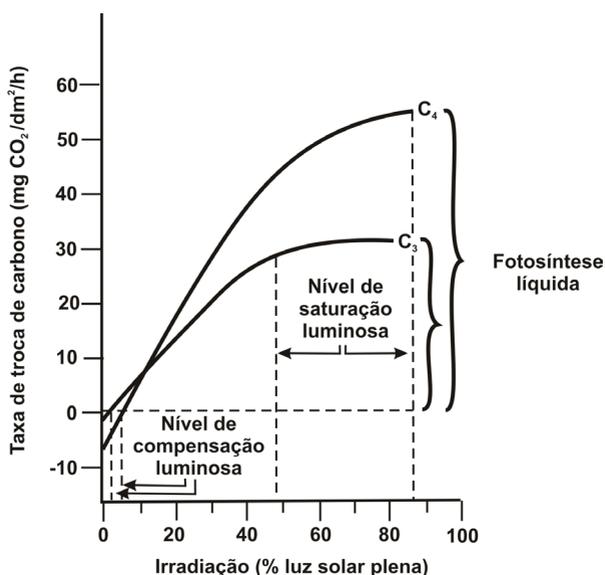


Figura 15.1 Curva da resposta fotossintética de espécies cultivadas tropicais (C₄) e temperadas (C₃) em função da irradiação.

Fonte: Adaptado de Gardner et al. (1985).

O comportamento fisiológico de forrageiras em ambientes sombreados tem sido tema de grande importância no estabelecimento de práticas e recomendações para o SSP. Por exemplo, Peri (2002) observou o comportamento fotossintético de *Dactylis glomerata* (Capim-dos-pomares), uma forrageira temperada perene considerada altamente tolerante ao sombreamento, e observou quedas bruscas na atividade fotossintética foliar com níveis de radiação abaixo de 30% em comparação ao pleno sol nas condições de primavera da Nova Zelândia. Da mesma forma, Varella (2002) constatou quedas fotossintéticas foliares rápidas para alfafa, uma forrageira leguminosa temperada perene, quando as condições de luminosidade caíram abaixo de 45% da condição de pleno sol. Dias-Filho (2002) também observou quedas rápidas na fotossíntese foliar de *Urochloa brizantha*, uma forrageira tropical perene, quando submetida ao sombreamento. Os estudos de comportamento fotossintético de forrageiras em diferentes condições de radiação servem de base para o estabelecimento dos limites de sombreamento a serem controlados ao longo do ciclo silvipastoril. Em termos gerais, pode-se afirmar que o nível de sombreamento máximo de 50% pode ser considerado como parâmetro para utilização de espécies forrageiras de inverno em um SSP. Por outro lado, um nível de sombreamento de até 70% pode ser suficiente para muitas forrageiras tropicais crescerem satisfatoriamente em um SSP.

Escolha de espécies forrageiras para a integração floresta-pecuária

A adaptação de espécies forrageiras para ambientes sombreados tem sido tema de pesquisa em diversas instituições

científicas do mundo. Avaliação e seleção de genótipos forrageiros são normalmente feitas em ambientes com sombra artificial (sob sombrites) ou natural (sob árvores) e comparadas a produção à pleno sol.

No Sul do Brasil, existem vários estudos sobre forrageiras em ambientes sombreados. Em um trabalho realizado conjuntamente pelas Embrapa Pecuária Sul, Embrapa Florestas, e Cenargen, UFRGS, UFPR, Unicentro, UTF de Pato Branco/PR, e IAPAR, foi efetuada uma análise da produção potencial de espécies forrageiras cultivadas e nativas nos Estados do RS, SC e PR. Neste estudo, foi destacada a produção potencial de forrageiras de verão como (Tabelas 15.1 e 15.2), dados em vermelho): *Urochloa brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cvs. Aruana, Tanzânia e Mombaça e *Axonopus catharinensis* crescendo sob *Pinus* sp. nos espaçamentos simples de 15 x 3m (35% de sombra) e 9 x 3m (65% sombra). No litoral do RS (Barro, 2007), destacaram-se as espécies de inverno aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e aveia branca (*Avena sativa* L.), enquanto em SC (SARTOR et al., 2006), o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) apresentou maior produção potencial sob sombra fraca de pinus no espaçamento 15 x 3 m.

Tabela 15.1 Produção de matéria seca (MS) de espécies forrageiras submetidas a diferentes densidades de Pinus taeda no período de agosto de 2006 a abril de 2007. Abelardo Luz, SC.

Espécie	Pleno Sol		15 x 3		9 x 3	
	Copa	Meio	Copa	Meio	Copa	Meio
-----kg MS ha ⁻¹ ano ⁻¹ -----						
<i>P. maximum</i> cv. Aruana	A 27.818 a	C 9.784 c	B 20.447 b	D 2.285 ef	D 2.285 ef	D 2.708 cd
<i>Urochloa brizanta</i> cv. Marandu	A 26.186 ab	B 19.866 a	A 25.375 a	C 7.166 b	C 7.166 b	C 11.802 a
<i>Axonopus catharinensis</i>	A 24.835 bc	B 19.153 a	B 18.850 b	C 10.151 a	C 10.151 a	C 12.401 a
Tifton 85	A 24.014 bc	BC 7.410 d	B 9.553 e	C 5.260 bc	C 5.260 bc	C 5.080 b
<i>Urochloa decumbens</i> cv. Basilisk	A 23.229 cd	B 13.459 b	C 8.697 e	C 4.703 cd	C 4.703 cd	C 6.254 b
<i>Hemarthria altissima</i>	A 21.118 d	BC 9.741 cd BC	B 12.874 d	C 6.454 bc	C 6.454 bc	C 6.943 b
<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	A 21.072 d	B 12.256 b	AB 15.535 c	C 941 ef	C 941 ef	C 1.095 de
<i>P. notatum</i> cv. Pensacola	A 17.352 e	C 8.608 cd	B 12.626 d	D 0 f	D 0 f	D 0 f
<i>P. maximum</i> cv. Mombaça	A 13.740 f	A 13.852 b	AB 10.012 e	C 2.568 de	C 2.568 de	BC 4.683 b
<i>Arachis pintoi</i> cv. Alqueire	A 6.092 g	B 2.867 e	B 2.717 f	C 715 ef	C 715 ef	C 1.171 de
<i>Arachis pintoi</i> cv. Amarello	A 6.014 g	B 2.396 e	B 2.009 f	B 1.124 ef	B 1.124 ef	B 1.080 de
Média	A 19.482	B 10.340	B 12.772	C 4.043	C 4.043	C 4.862

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste Tukey.

Fonte: Varella et al. (2009).

Tabela 15.2 Massa seca acumulada (MS) de diferentes forrageiras cultivadas submetidas ao sombreamento de duas densidades de *Pinus taeda*. Dados coletados entre fevereiro de 2006 e fevereiro de 2007 em Pinhais/PR.

Espécies de pastagens	Espaço entre fileiras	
	15 x 3 m estande	9 x 3 m estande
 kg MS ha ⁻¹ ano ⁻¹	
<i>Panicum maximum</i> cv. Aruana	13.113 b	8.092 ef
<i>Urochloa brizanta</i> cv. Marandu	10.193 cd	11.900 bc
<i>Axonopus catharinensis</i>	9.950 cde	8.288 ef
<i>Cynodon</i> sp. cv. Tifton 85	7.070 fg	4.158 h
<i>Urochloa decumbens</i> cv. Basilisk	11.186 cd	9.599 de
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	15.430 a	10.504 cd
<i>Paspalum notatum</i> cv. Pensacola	6.016 g	3.596 h
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	11.067 cd	10.985 cd
Médias	10.503 A	8390 B

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas, na coluna, e maiúsculas, na linha, não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste de Duncan.

Fonte: Varella et al. (2009).

No mesmo trabalho, a produção potencial de espécies forrageira nativas de verão (Tabela 15.3) *Paspalum regnelli* (Figura 15.2) foi destacada, produzindo sob sombra artificial de 50% e 80% o equivalente a 18 e 16 t MS ha⁻¹, respectivamente. O *Paspalum dilatatum* também apresentou produção potencial anual de 10 e 7 t MS ha⁻¹, sob sombrite de 50 e 80%, respectivamente. Entre as espécies de inverno, o *Bromus auleticus* produziu 8 e 7 toneladas de MS ha⁻¹ e *B. catharticus* de 8 e 6 toneladas de MS ha⁻¹, respectivamente a 50 e 80% de sombreamento. É importante também destacar neste estudo a capacidade do *P. regnelli* e *B. catharticus* de disseminar-se por ressemeadura natural à sombra. Em sequência a esse estudo, Barro et al. (2010) confirmou as

elevadas performances de *P. regnelli* (15 t MS ha⁻¹ por ano) e *P. dilatatum* (14 t MS ha⁻¹) sob sombra de 50%. Nesse estudo, também foi observado que a relação folha:colmo, o conteúdo de proteína bruta (PB) e digestibilidade in vitro (DIVMO) da parte aérea dentro das espécies forrageiras não foram afetados pelo sombreamento. Entretanto, o conteúdo de PB de *Arachis pintoi* em 50 e 80% de sombra e de *P. notatum* em 80% de sombra foram superiores do que *P. regnelli* e *P. dilatatum*. Estes estudos com forrageiras nativas conduzem a conclusão de que *P. regnelli* e *P. dilatatum* demonstraram bom potencial para crescimento em sombra moderada e intensa, mas o *A. pintoi* poderia ser utilizado para elevar o valor nutritivo em uma mistura gramínea-leguminosa sob sombra moderada.

Tabela 15.3 Produção total de material seca (MS) de diferentes espécies forrageiras nativas e ecotipos (A a E) submetidas a três condições de radiação (sombra artificial). Dados de dez. 2006 a out. 2007 em Bagé/RS (dados de Varella et al., no prelo).

Espécies forrageira	Pleno sol	50% Sombra	80% Sombra	Média
<i>Paspalum notatum</i> A	3.780,93	5.692,53	4.954,27	4.809 e
<i>Paspalum notatum</i> B	4.128,53	6.689,20	5.577,53	5.465 ed
<i>Paspalum notatum</i> C	3.181,97	5.416,20	4.117,33	4.238 e
<i>Paspalum notatum</i> D	5.469,60	7.415,87	6.023,70	6.303 cde
<i>Paspalum notatum</i> E	3.343,47	4.469,33	4.502,93	4.105 e
<i>Paspalum dilatatum</i> A	7.579,63	10.056,93	6.923,40	8.187 bcd
<i>Paspalum dilatatum</i> B	10.078,07	10.607,73	7.485,93	9.391 b
<i>Paspalum dilatatum</i> C	9.327,63	9.682,78	9.398,47	9.470 b
<i>Paspalum dilatatum</i> D	9.026,63	8.484,35	7.634,40	8.382 bc
<i>Paspalum dilatatum</i> E	8.044,10	9.997,90	5.820,07	7.954 bcd
<i>Paspalum regnelli</i> A	14.568,83	18.461,07	15.694,13	16.241 a
Média	8.115 B	8.734 A	7.103 B	5.994

Médias seguidas de mesma letra, minúscula, na coluna, e maiúsculas, na linha, não diferem significativamente ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.



Figura 15.2 *Paspalum regnelli* (à esquerda) submetido a 80% de sombreamento artificial na Embrapa Pecuária Sul em Bagé/RS. *Panicum maximum* cv. Tanzânia (ao centro) e *Urochloa brizantha* cv. Marandu (à direita) submetidos ao sombreamento natural de *Pinus taeda*, espaçamento 9 x 3 m na UFPR em Pinhais/PR.

Fotos: Alexandre Costa Varella e Aníbal Moraes.

Pesquisas também têm confirmado a tolerância superior das espécies de verão *Urochloa brizantha*, *B. decumbens*, *Panicum maximum* e *Setaria sphacelata*. Além destas, outras forrageiras têm sido apontadas como medianamente tolerantes ao sombreamento, como: *Pennisetum purpureum* (capim elefante), *Hemarthria altissima* (capim limpo), *Paspalum notatum* var. sauræ (pensacola), *Lolium multiflorum* (azevém anual), *Avena strigosa* (aveia preta), etc. (STÜR, 1990; CARVALHO et al., 1997; ANDRADE et al., 2002; PERI, 2002; CASTILHOS, 2003; GARCIA et al., 2003; LUCAS, 2004; BARRO, 2007). A Tabela 15.4 procura classificar, segundo dados da literatura nacional e internacional, as espécies forrageiras quanto a sua produção potencial em SSP. Estas indicações servem como guia aos empreendedores rurais, mas devem atentar-se às variações de adaptação e tolerância que podem ocorrer, dependendo do ambiente e das práticas de manejo aplicadas.

Tabela 15.4 Indicação de espécies forrageiras quanto tolerância à sombra em sistemas silvipastoris (SSP).

<i>Axonopus catharinensis</i>	<i>Avena strigosa</i>
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	<i>Bromus catharticus</i>
<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	<i>Digitaria decumbens</i>
<i>Bromus auleticus</i>	<i>Hemarthria altissima</i> cv. Florida
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Lolium multiflorum</i>
<i>Digitaria diversinervis</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Lotus pedunculatus</i> cv. Maku	<i>Medicago sativa</i>
<i>Panicum maximum</i> cv. Aruana	<i>Paspalum dilatatum</i>
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	<i>Paspalum notatum</i>
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	<i>Trifolium pratense</i>
<i>Paspalum conjugatum</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Paspalum regnelli</i>	<i>Trifolium subterraneum</i>

Fonte: Varella et al. (2009).

Definição dos espaçamentos e arranjos arbóreos

Uma das decisões mais importantes no estabelecimento de um SSP é a definição do espaçamento e arranjos de árvores. Esta decisão determinará a condição do ambiente luminoso para o crescimento das forrageiras desde o plantio até a colheita das árvores. Quanto maior o espaçamento entre as linhas das árvores, maior será a penetração de radiação no substrato forrageiro, favorecendo o acúmulo de biomassa. Entretanto, o espaçamento entre as linhas das árvores não pode ser tão grande a ponto de comprometer a quantidade e a qualidade do produto florestal por área de terra e a cobertura arbórea desejada para a proteção dos animais e da pastagem.

Nos últimos anos, a pesquisa científica vem estudando o efeito de diferentes densidades de árvores em SSP no Sul do Brasil. Arranjos arbóreos implantados inicialmente em fileiras simples, evoluíram para fileiras duplas e triplas, permitindo maior incidência de radiação nas entrelinhas das árvores sem reduzir drasticamente a população de árvores por área. A Tabela 15.5 mostra diferentes modelos de integração floresta-pecuária implantadas por instituições de pesquisa, ensino, extensão, empresas e propriedades rurais no Sul do Brasil (com eucalipto, pinus e acácia-negra) e suas variações de arranjo e espaçamento arbóreos estudados.

Tabela 15.5 Arranjos e espaçamentos arbóreos implantados no Sul do Brasil em sistemas de integração floresta pecuária.

Arranjo de árvores	Espaçamento entre árvores (m)	Observação	Fonte
Fileiras simples	3 x 2; 3 x 3; 3,5 x 3,5; 3,5 x 3,5; 6 x 2; 5 x 5; 7 x 7; 9 x 3; 10 x 2; 15 x 3	Populações que variam de 1666 a 222 árvores por hectare	Varela; Saibro, 1999; Castilhos et al., 2003; Silva; Barro, 2005
Fileiras duplas	10 x 2 x 2	População de 833 árvores por hectare.	Votorantim Celulose e Papel (VCP)
Fileiras triplas	10 x 2 x 2; 20 x 3 x 1,5; 40 x 3 x 1,5	Populações que variam de 1000 a 500 árvores por hectare. Ver Figuras 15.3 e 15.4	VCP; Ribaski et al., 2005

Em um estudo, realizado em propriedade rural do Município de Alegrete/RS (RIBASKI et al., 2005), que avalia alterações do ambiente luminoso em diferentes modelos de SSP. A disponibilidade média de radiação nas entrelinhas de um sistema convencional de plantio, aos 5 anos de idade, de *Eucalyptus grandis* e *E. dunnii* (3 x 3 m) foi de aproximadamente 10% e em *Pinus elliottii* (3 x 3 m), de 60% em relação a pleno sol. Isso explica a presença de vegetação campestre nativa apenas no sistema com pinus, já que o crescimento inicial desta espécie arbórea é mais lento do que o eucalipto, permitindo maior incidência de radiação para a atividade fotossintética do substrato forrageiro.

Na mesma área, observou-se que o SSP de linhas triplas (3 x 1,5) x 14 m, com as mesmas espécies arbóreas, apresentou uma disponibilidade de radiação média de 30% sob eucalipto e de 65% em *pinus* em relação ao pleno sol. Já, nos sistemas com linhas triplas de (3 x 1,5) x 34 m, a disponibilidade de radiação média na entrelinha foi de aproximadamente 65% sob eucalipto e de 90% para pinus em relação ao pleno sol (Figuras 15.3 e 15.4). A presença da vegetação nativa nas entrelinhas foi crescente à medida que o ambiente luminoso ficou favorável às condições de fotossíntese. É interessante observar o comportamento da radiação ao longo da entrelinha, oferecendo maior incidência na região central do que na proximidade da linha da árvore. Evidentemente, a atividade fotossintética e o acúmulo de biomassa forrageira seguem os padrões de variação da radiação ao longo da entrelinha, observados neste trabalho e em vários outros estudos (WILSON; LUDLOW, 1990; PERI, 2002; VARELLA, 2002). A população de árvores que mais favoreceu o crescimento da pastagem nas entrelinhas foi de

500 árvores por ha até os 5 anos de idade. No que se refere ao SSP, este arranjo e população parece ser mais adequada e capaz de permitir integração floresta-pecuária de mais longo prazo. Entretanto, o produto florestal resultante de sistemas com baixa densidade de árvores parece interessar mais a produção de madeira para serraria do que a de celulose. O crescimento arbóreo e a qualidade do produto florestal originados de populações arbóreas baixas também estão sendo investigados neste estudo.

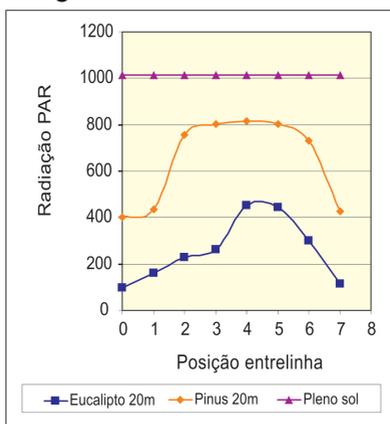


Figura 15.3 Ambiente luminoso (micromoles de fótons $m^{-2} s^{-1}$) em um sistema silvipastoril com linhas triplas de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* (1000 árvores ha^{-1} , espaçamento 3 x 1,5 x 14 m) em março de 2007 no Município de Alegrete/RS.

Fotos: Alexandre Varela.

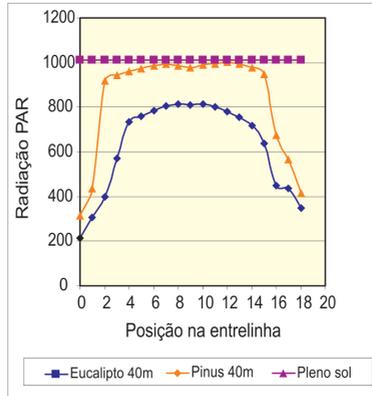


Figura 15.4 Ambiente luminoso (micromoles de fótons $m^{-2} s^{-1}$) em um sistema silvipastoril com linhas triplas de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* (500 árvores ha^{-1} , espaçamento 3 x 1,5 x 34 m) em março de 2007 no Município de Alegrete/RS.

Fotos: Alexandre Varela.

Manejo de forrageiras em SSP

O manejo das forrageiras em ambientes sombreados deve ser definido em função das características morfofisiológicas das plantas e da quantidade e da velocidade de translocação das reservas. As forrageiras que crescem no sub-bosque de um SSP estão expostas às condições restritivas de quantidade e qualidade de radiação e, portanto, o acúmulo

de CO₂ fixado pela fotossíntese nas folhas é inferior quando comparado com as plantas que crescem em pleno sol. Esta constatação foi confirmada em diversos trabalhos a exemplo de Wilson e Ludlow (1990) com forrageiras tropicais, Walgenbach e Marten (1981) e Varella (2002) com alfafa, Peri et al. (2002) com *Dactylis* e Dias-Filho (2002) com *Urochloas*. Isso determina que as plantas em um SSP necessariamente acumulem uma quantidade inferior de reservas (carboidratos e nitrogênio) durante o período de crescimento e, por isso, o manejo deve ser mais cuidadoso e, de certa forma, conservador. A tendência é de que o vigor de rebrote de pastagens submetidas ao sombreamento sejam menores do que aqueles observados em pleno sol. Além disso, normalmente as reservas de plantas sombreadas são translocadas e priorizadas para o crescimento da parte aérea (área foliar) em detrimento do sistema radicular (WILSON; LUDLOW, 1990; PERI, 2002; VARELLA, 2002; LUCAS, 2004; BARRO, 2007), exceto quando se impõem severas restrições hídricas e/ou minerais de solo. Considerando estes fundamentos, recomenda-se que o manejo de forrageiras em SSP (condição de forragem no pré e pós pastejo) deve ser realizado, observando atentamente a preservação das reservas nutricionais das plantas, evitando o esgotamento e não comprometendo sua persistência.

O momento inicial do pastejo em um SSP deve ser realizado somente após o máximo acúmulo de reservas na planta forrageira. Isso geralmente acontece após o momento de máxima expansão foliar por área de solo na pastagem, ou seja, após atingir o índice de área foliar crítico (IAF crítico). Um bom indicativo para este o momento é quando as folhas

(ou perfilhos ou brotações) inferiores estiverem totalmente sombreadas pelas camadas superiores da pastagem e comecem a apresentar os primeiros sinais de senescência (amarelecimento dos tecidos foliares). Mesmo no sistema de pastejo contínuo em um SSP, este momento inicial de pastejo deve ser aguardado para, então, introduzir bovinos ou ovinos, usando carga animal mais leve do que aquelas recomendadas para as pastagens a pleno sol. A pesquisa científica ainda carece de dados de manejo de pastagem sob sombreamento, especialmente relacionadas à velocidade de rebrote e persistências das forrageiras. Finalmente, deve-se considerar que a translocação de reservas para os órgãos mais protegidos das plantas (base do colmo e estruturas radiculares), em ambiente sombreado, acontecem de forma mais lenta e com uma quantidade inferior quando comparadas às pastagens abertas. O resíduo pós pastejo (altura pós pastejo) deve, portanto, ser mantido também de forma mais conservadora do que em pastagens a pleno sol, protegendo totalmente os locais de armazenamento destas reservas e permitindo uma área foliar fotossintética residual suficiente para auxiliar a velocidade do rebrote e compensar a menor disponibilidade de reservas resultantes de uma atividade fotossintética mais baixa. O controle rigoroso da altura do resíduo da pastagem em um SSP é fundamental para garantir uma boa produtividade, um rebrote mais rápido e maior persistência e isso deve ser realizado de acordo com as características de cada forrageira. Assim, o fundamental é evitar condições de superpastejo em um SSP e de esgotamento de reservas, situação comumente observada em propriedades rurais, que podem facilmente comprometer o rebrote a persistência de plantas que crescem sob condições restritivas de luminosidade.

O estabelecimento da pastagem no primeiro e segundo anos em um SSP é de extrema importância. Muitos dos problemas de persistência da pastagem observados em condições de propriedade rural ocorrem por equívocos de manejo durante o estabelecimento do SSP. É importante que as forrageiras estejam cobrindo completamente o solo e que tenham acumulado uma boa quantidade de reservas, ainda no primeiro ano de estabelecimento, antes da entrada dos ruminantes. Uma recomendação seria permitir que as forrageiras atingissem o início do florescimento no primeiro ano para, somente após, realizar o corte ou pastejo com animais. O máximo de acúmulo de reservas nas estruturas de armazenamento da planta ocorre normalmente durante o período reprodutivo. Alguns produtores da metade sul do RS têm optado por iniciar a primeira utilização da pastagem de inverno nas entrelinhas das árvores no momento do florescimento, por meio de corte, para produção de feno e manejando o rebrote para posterior produção de sementes forrageiras (Figura 15.4). Essa decisão tem permitido um bom estabelecimento das forrageiras e um melhor controle da altura residual após o corte. Outra estratégia interessante é antecipar o estabelecimento da pastagem para o ano anterior ao estabelecimento das árvores, sob condições de pleno sol, garantindo um bom acúmulo inicial de reservas na planta.

Considerações finais

A partir de um bom planejamento e tomada de decisões corretas, é possível integrar as atividades florestal e de pecuária com benefícios econômicos e ambientais. Grande parte do insucesso observado em propriedades procedem de decisões equivocadas à respeito da escolha e do manejo de espécies forrageiras em um SSP. A partir dos fundamentos e evidências apresentadas neste capítulo, pode-se indicar os seguintes pontos para obtenção de sucesso em um empreendimento com integração floresta-pecuária ou silvipastoril:

1. procurar implantar as árvores em pastagem já formadas e não vice-versa; a competição das forrageiras com as árvores nos primeiros anos de estabelecimento podem ser realizados quimicamente ou biologicamente, por meio do pastejo com ovinos;
2. escolher o espaçamento e o arranjo arbóreo adequado aos objetivos do projeto, incluindo a finalidade do produto florestal. Plantas forrageiras geralmente apresentam quedas bruscas de produtividade com sombreamento maior de 50%. Buscar exemplos de espaçamentos que contemplem este limite de luminosidade durante a maior parte do empreendimento, como as linhas triplas (3 x 1,5) x 14 m e (3 x 1,5) x 36 m para pinus e eucalipto;
3. para priorizar espécies forrageiras de verão, a orientação leste-oeste das linhas de plantio é a preferencial nas latitudes do Sul do Brasil. Para priorizar as espécies forrageiras de inverno, a orientação norte-sul parece ser a mais adequada;

4. preferir espécies forrageiras perenes ou anuais com boa ressemeadura em sistemas silvipastoris, já que a germinação, emergência e estabelecimento inicial destas espécies são difíceis em ambientes já sombreados;

5. indica-se um manejo de pastagem mais cuidadoso (menos intensidade e menor frequência de pastejo), evitando sempre o sobrepastejo. Destaca-se que pastagens sombreadas realizam menos fotossíntese e, portanto, acumulam menos reservas que uma pastagem à pleno sol, e;

6. caso o sombreamento se torne excessivo ao longo do empreendimento, o produtor poderá melhorar a incidência de radiação na pastagem com desbastes (eliminação sistemática de linhas de árvores) ou desrama (poda dos ramos laterais das árvores).

Referências Bibliográficas

ANDRADE, C. M. S.; CARNEIRO, J. C.; VALENTIM, J. F.; SALES, M.G. Efeito do sombreamento sobre as taxas de acumulação de matéria seca de quatro gramíneas forrageiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1 CD-ROM.

BARRO, R. S. **Rendimento de forragem e valor nutritivo de forrageiras de estação fria submetidas a sombreamento por pinus elliottii e ao sol pleno.** 2007. 130 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BARRO, R. S.; VARELLA, A.C.; BANGEL, F. V.; SAIBRO, J. C.; MEDEIROS, R. B.; RADIN, B. Screening native C4 pasture genotypes for shade tolerance in Southern Brazil. In: AUSTRALIAN SOCIETY OF AGRONOMY CONFERENCE, 15., 2010, Lincoln, Nova Zelândia. **Proceedings...** Lincoln: Australian Society of Agronomy, 2010. Disponível em: <http://www.regional.org.au/au/asa/2010/crop-production/intercrops/6969_varellaac.htm>. Acesso em: 27 jan.2012.

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

CASTILHOS, Z. M. de S.; SAVIAN, J. F.; BARRO; R. S.; FERRÃO, P. S.; AMARAL, H. R. B. Desempenho de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. ao sol e sob bosque de eucalipto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Resumos...** Santa Maria: UFSM, 2003. 1 CD-ROM.

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

GARCIA, R.; COUTO, L.; ANDRADE, C. M. S.; TSUKAMOTO FILHO, A. A. Sistemas silvipastoris na Região Sudeste: a experiência da CMM. In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo Grande. [**Anais...**]. Campo

Grande: Embrapa Gado de Corte, 2003. 1 CD-ROM.

GARDNER, F. P.; PEARCE, B. B.; MITCHELL, R. L. **Physiology of crop plants**. Ames: Iowa State University Press, 1985.

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 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

PERI, P. L. **Leaf and canopy photosynthesis models for cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) grown in a silvopastoral system**. 2002. 291 f. Thesis (PhD) - Lincoln University, Lincoln, Canterbury, New Zealand.

RIBASKI, J.; DEDECEK, R. A.; MATTEI, V. L.; FLORES, C. A.; VARGAS, A. F. C.; RIBASKI, S. A. G. **Sistemas silvipastoris: estratégias para o desenvolvimento rural sustentável para a metade sul do estado do Rio Grande do Sul**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 8 p. (EMBRAPA-CNPQ. Comunicado técnico, 150).

SARTOR, L. R.; SOARES, A. B.; ADAMI, P. F.; MEZZALIRA, J. C.; FONSECA, L.; MIGLIORINI, F. Produção de forrageiras hibernais em sistema silvipastoril. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 11., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UTFPR, [2006]. 1 CD ROM.

SILVA, J. L. S.; BARRO, R. S. O estado da arte em integração silvipastoril. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS, 10., 2005, Canoas. **Anais...** Canoas: Ed. Ulbra, 2005. v. 1, p. 45-107.

STÜR, W. W. Screening forage species for shade tolerance—a preliminary report. In: SHELTON, H. M.; STÜR, W. W. (Ed.). **Forages for plantation crops**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1990. p. 58-63. (ACIAR Proceedings, 32).

VARELLA, A. C. Escolha e manejo de plantas forrageiras para sistemas de integração floresta-pecuária no sul do Brasil. In: SEMINÁRIOS DE PECUÁRIA DE CORTE, 5., 2008, Bagé. **Palestras...** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008. p. 67-83. Disponível em: < <http://www.cppsul.embrapa.br/unidade/publicacoes/list/202>>. Acesso em: 27 jan. 2012.

VARELLA, A. C. **Modelling lucerne (*Medicago sativa* L.) crop response to light regimes in an agroforestry system**. 2002. 269 p. Thesis (Ph. D) - Lincoln University, Lincoln, New Zealand.

VARELLA, A.C.; SILVA, V.P. da; RIBASKI, J.; SOARES, A.B.; MORAES, A.; MORAIS, H.; SAIBRO, J.C. de; BARRO, R.S. Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no sul do Brasil. In: FONTANELI, Ren.S.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, Rob.S. Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. p. 283-301.

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

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

WALGENBACH, R. P.; MARTEN, G. C. Release of soluble protein and nitrogen in alfalfa. III. Influence of shading. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 6, p. 859-862, 1981.

WILSON, J. R.; LUDLOW, M. M. The environment and potential growth of herbage under plantations. In: SHELTON, H. M.; STÜR, W. W. (Ed.). **Forages for plantation crops**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1990. p. 10-24. (ACIAR Proceedings, 32).