

7

CAPÍTULO

Ideótipo de espécie arbórea para Sistemas de Integração Lavoura- Pecuária-Floresta

Vanderley Porfírio-da-Silva

INTRODUÇÃO

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, conceituados na literatura como Sistemas Agrossilvipastoris (GHOLZ, 1987; SINCLAIR, 1999; BALBINO et al., 2011), devem proporcionar o cultivo mecanizado (de cultivos agrícolas e/ou de forrageiras) em aleias largas, pois possibilitam o trânsito de máquinas e implementos e favorecem a condução de rebanhos (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2007).

A conversão das formas monoculturais (dominante) de uso da terra para policulturais, em especial introduzindo o componente arbóreo nas formas agrícolas e pastoris (“levando” a árvore para a lavoura e, ou, para a pastagem; i.e.: árvores fora da floresta – TOF¹), deve ser entendida como um processo de “modificação” do padrão vigente de uso das terras, onde a “novidade” (árvore) deve ser incorporada pela forma dominante (lavouras e, ou, pastagens), de modo que permita a mudança gradativa (transição amena) de um paradigma produtivo para outro, ambientalmente mais ajustado e mais complexo.

A natureza perene das árvores implica num investimento com longo prazo para obtenção dos retornos esperados, de modo que o erro na escolha do componente arbóreo pode implicar em frustrações e prejuízos econômicos muito grandes. Assim, a escolha adequada da(s) espécie(s) arbórea(s) para compor um sistema agrossilvipastoril deve ser considerada etapa da maior importância para o sucesso do empreendimento.

O objetivo neste texto é apresentar uma breve discussão sobre o ideótipo de plantas e algumas sugestões para aprofundamento na busca das características e, ou, atributos desejáveis para as espécies de árvores em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.

IDEÓTIPO DE ESPÉCIE ARBÓREA PARA SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS

“Uma forma a partir de uma ideia”, é o significado de ideótipo (DONALD, 1968). Embora seja uma definição simples, envolve o conhecimento de muitas áreas, tais como edafologia, climatologia, fisiologia, bioquímica, anatomia, qualidade tecnológica da madeira e melhoramento de plantas, entre outras. A definição de um ideótipo deve identificar as características que fariam parte de um modelo de planta, levando em consideração

¹TOF – Tree Outside Forests : conceito que estima a contribuição de “árvores fora da floresta” para a geração de serviços e produtos (e.g.: KLEINN, C. On large-scale inventory and assessment of trees outside forests. *Unasylva*, n. 200, 2000. p. 3-10

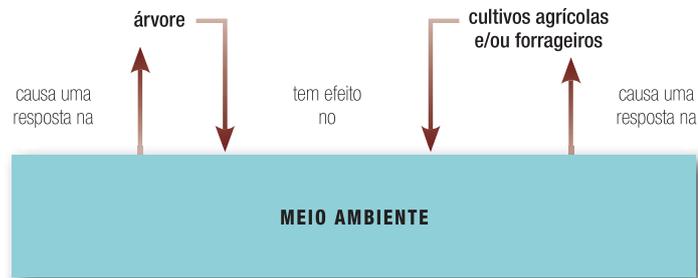
todas as informações sobre tais características e o ambiente onde a planta seria cultivada (DONALD, 1968).

Estudos existentes mostram diversidade de parâmetros e critérios utilizados para escolha e recomendação das espécies arbóreas. De modo geral, podem ser divididos em dois grupos: prospecção e ensaios de introdução e avaliação. Os estudos que realizam prospecção, geralmente o fazem a partir de diagnósticos em comunidades e/ou microrregiões e revisão de literatura, sem o uso de experimentação. Tais estudos objetivam identificar espécies para posteriores avaliações em ensaios de introdução.

Nos ensaios de introdução, os parâmetros para a seleção mais utilizados tem sido a velocidade de crescimento e o índice de sobrevivência das espécies experimentadas. Embora sejam atributos desejados e indispensáveis para a seleção de espécies, não são suficientes para garantir o sucesso de uma espécie arbórea em sistemas agrossilvipastoris, tendo em vista a gama de interações à qual o componente arbóreo será submetido ao ser associado com o pasto, gado, e cultivos agrícolas anuais. Ademais, o sistema agrossilvipastoril, requer que seja considerado o mérito econômico de seus componentes, e a seleção com base somente no caráter de crescimento pode, segundo Resende et al. (1990), conduzir ao desenvolvimento de tipos economicamente insatisfatórios, seja pela não consideração de outros caracteres de importância econômica ou pelas respostas correlacionadas negativas ocasionadas entre outros caracteres.

O ideótipo é um modelo conceitual de uma planta cujas características são apropriadas para determinada utilização, com base em sua forma e função (DONALD, 1968; WOOD & BURLEY, 1991). O ideótipo de árvore tem sido apontado como ferramenta básica para a avaliação das espécies, e que pode auxiliar na seleção e melhoramento genético das espécies florestais para sistemas de produção (WOOD & BURLEY, 1991; LEAKEY & PAGE, 2006), contudo, não existe um ideótipo ideal para todos os ambientes, mas sim um para cada ambiente e para cada objetivo de cultivo (DONALD, 1968; SEDGLEY, 1991). A definição de um ideótipo de árvore para sistemas agrossilvipastoris é bem mais complexa do que para sistemas monoculturais. Nos sistemas agrossilvipastoris, as árvores deverão crescer em associação com outras plantas (forrageiras e, ou, grãos) e animais, havendo a necessidade de minimizar interações negativas entre os componentes (Tabela 2). Ademais, a definição de ideótipos para estes sistemas deve considerar um conjunto mais amplo de atributos e características das árvores (e.g.: HUXLEY, 1983; 1999).

Na perspectiva ecológica, a mudança de um área solteira, de lavouras ou de pastagem, para uma área arborizada concerne na forma com que a árvore pode afetar seus arredores pela modificação do ambiente, conforme o princípio de “resposta e efeito” (Figura 1) que estabelece que plantas e ambiente modificam-se mutuamente. O ambiente provoca uma resposta no desenvolvimento da planta, e a planta, por sua vez, promove



► **FIGURA 1.** Diagrama simplificado do princípio de “resposta e efeito”. [Adaptado de Goldberg e Werner (1983)]

um efeito sobre o ambiente modificando um ou mais de seus fatores (GOLDBERG & WERNER, 1983). Do ponto de vista humano, as árvores podem afetar aos demais componentes de forma desejável ou indesejável, negativa ou positivamente em termos de conceitos ecológicos.

O tempo de maturação do componente arbóreo requer que a escolha das espécies arbóreas para compor um sistema agrossilvipastoril seja fundamentada em características e atributos previamente definidos, no entanto, que sejam capazes de certa flexibilidade, ou seja, é tático que as espécies possam atender mais de uma característica ou atributo, bem como tolerar determinadas práticas de manejo impostas ao sistema. Sumariamente, dois estágios de pesquisa podem ser destacados: 1) definição de características e atributos desejáveis para as árvores que serão plantadas no sistema agrossilvipastoril; e, 2) determinação de efeitos resultantes da interação entre os componentes.

ÁRVORES PARA SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS EM ALEIAS MECANIZÁVEIS

A definição das características e atributos (Tabela 1) mais importantes para a seleção de espécies arbóreas para sistemas integrados (silviagrícolas e silvipastoris) busca eliminar ao máximo a subjetividade na classificação e ordenação das melhores espécies. Com isto, também, padronizar os critérios a serem utilizados na seleção de árvores superiores para o melhoramento futuro.

A capacidade de fixação simbiótica de N atmosférico é de importância relativamente maior para os sistemas silvipastoris, uma vez que, geralmente, têm plantas perenes do tipo C4 como forrageiras e que podem beneficiar-se da “transferência” de nitrogênio oriundo da fixação biológica (DIAS et al 2007). Enquanto que, em fases silviagrícolas, a importância pode ser considerada menor, pois muitos dos cultivos agrícolas associados não dependem da fertilização de N para seu crescimento e produção (e.g.: soja). No entanto, quando o componente arbóreo não

é “fixador de N” torna-se um demandante de N do solo, o que poderá levar à competição com a lavoura e/ou pastagem, especialmente na fase juvenil das árvores. Então, ambas as situações, levam à necessidade de estabelecimento de protocolos de fertilização/adubação diferenciados para os sistemas de integração (Tabela 3).

A espécie arbórea com associação micorrízica é importante no sistema agrossilvipastoril, fundamentalmente para aumentar a eficiência do uso de eventuais protocolos de fertilização com fósforo e promover o

► **TABELA 1.**
Características e atributos desejáveis para árvores a serem plantadas em sistema agrossilvipastoril.

CARACTERÍSTICAS (C)/ATRIBUTOS (A)	IMPORTÂNCIA ¹	
	SILVIPASTORIL	SILVIAGRÍCOLA
C- Capacidade de fixação de N atmosférico	+++	++
C- Associação com micorrizas	+++	+++
C- Altura mínima de 7 metros quando adulta	+++	+++
C- Arquitetura de Copas: flabeliforme; colunar; caliciforme/cônica; elíptica vertical;	++	+++
C- Densidade da copa (<i>t</i>) com inserção de copa a 6m de altura: R (<i>t</i> >80%); PD(<i>t</i> = 60 a 80%); D (<i>t</i> <60%)	+++	+++
C- Tipo do fuste	+++	+++
C- Presença de raízes superficiais sob a copa	++	+++
C- Interferência no pasto sob a copa (manejada)	+++	
C- Tolerância ao fogo	+++	+
C- Potencial forrageiro das folhas e casca	+++	
C- Potencial forrageiro dos frutos	+++	
C- Potencial tóxico dos frutos, folhas e flores	+++	
C- Velocidade de crescimento	+++	+
A- Valor comercial da madeira	+++	+++
A- Produtos não-madeireiros com valor comercial	+++	+++
A- Produção de mudas	++++	++++

¹ / grau relativo de importância.

Nota: *t* = transmitância da luz através da copa; R =copa rala; PD = copa pouco densa; e D = copa densa.

enriquecimento das camadas superficiais do solo, por meio da (re)ciclagem de nutrientes; além do que, embora a perspectiva de “transferência” de fósforo por meio dos sistemas radiculares seja plausível (HAUGGAARD-NIELSEN & JENSEN, 2005), ainda não existem dados científicos gerados em sistemas agrossilvipastoris.

A altura mínima esperada para que uma espécie arbórea possa compor um sistema agrossilvipastoril, advém do interesse de obtenção de um fuste de pelo menos 3,5 m, o que permite o trânsito de maquinários nas operações agrícolas por sob as copas e a incidência direta de luz solar sob as copas nos horários matutinos e vespertinos, e certamente proporcionando produto madeireiro para serraria.

A arquitetura de copa (é uma característica importante, dado que pode exercer maior ou menor interceptação da radiação solar (SILVA, 2006; CARON et al., 2012) e da água precipitada pelas chuvas (BALIEIRO et al., 2007; VILLA et al., 2009). Dependendo da arquitetura de copa, a transmitância de radiação solar (τ) para o plano abaixo do dossel das árvores pode ser manejada com maior ou menor facilidade por desrama ou desbaste de árvores.

O tipo do fuste é, para o caso de espécie com finalidade madeireira, uma característica fundamental. Determina o produto que será obtido das árvores e qualifica o mérito econômico do sistema arborizado. Espécies de hábito de crescimento monopodial podem ser mais facilmente manejadas em sistema de integração do que espécies de hábito de crescimento simpodial.

A presença das raízes superficiais das árvores tem importância crescente na medida em se tornem abundantes, principalmente aquelas com diâmetro maior do que 2cm. A presença de raízes grossas impede o estabelecimento de lavouras mecanizadas na proximidade das árvores e, dependendo da abundância pode provocar danos aos animais em pastejo e dificultar a formação (“fechamento”) do pasto sob as copas das árvores.

A tolerância ao fogo é uma característica relativamente mais importante para as árvores em silvipastoril com pastagem perenes em regiões com estação seca definida (ou em eventos de estiagem prolongada), uma vez que em tais condições as pastagens podem sofrer incêndios mais facilmente.

O potencial forrageiro de partes de uma espécie arbórea é uma característica útil ao silvipastoril, especialmente em regiões onde a sazonalidade das plantas forrageiras é marcante (MAIA, 2004; SÃO MATEUS, 2011). No entanto, tal característica pode concorrer com outros objetivos ou produtos esperados das árvores que, ao sofrerem pastejo, por exemplo, podem deixar de produzir madeira para serraria, frutos, ou proteção para o rebanho (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2012).

Algumas espécies arbóreas contêm compostos que causam timpanismo, aborto, hepatotoxicidade, infertilidade, malformações, depressão imunológica, patologias subclínicas entre outras, e morte de animais que

ingerem folhas, flores, frutos e/ou casca (AFONSO & POTT, 2000; TRAVERSO et al., 2002). Por isso é uma característica de importância capital para um sistema silvipastoril.

A velocidade de crescimento das árvores é muito importante para a opção silvipastoril, porque a entrada do gado na área depende de que as árvores tenham porte suficiente para que os animais não as quebrem com seus corpos. As árvores suportam a presença do gado bovino adulto quando tiverem pelo menos 6 cm no DAP (diâmetro da altura do peito = 1,30 m do solo) (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2012). A introdução do gado antes desse estágio de crescimento depende de proteção para as árvores (BENDFELDT et al., 2001; MONTOYA & BAGGIO, 1992; PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2009) o que pode aumentar o custo de implantação do sistema silvipastoril, ou, em determinados casos inviabilizar o empreendimento. Por isso, Porfírio-da-Silva et al. (2009) sugeriram que, no caso de espécies de crescimento moderado ou lento, é oportuno realizar a implantação associada com cultivos anuais de grãos ou mesmo de forrageiras para corte, até que as árvores cresçam o suficiente para que o silvipastoril seja estabelecido.

Os valores dos produtos oriundos das árvores é um atributo importantíssimo o sistema agrossilvipastoril, pois é esperado que as árvores também contribuam diretamente com a rentabilidade do sistema.

É fundamental que exista disponibilidade de material propagativo com boa qualidade das espécies escolhidas para o sistema agrossilvipastoril, portanto, além da definição das características e atributos desejáveis e da determinação dos efeitos resultantes da interação entre os componentes arbóreo e não-arbóreo, as pesquisas para facilitar a disponibilidade de mudas e/ou de sementes é fator crítico para o sucesso de uma espécie arbórea em sistemas agrossilvipastoris.

INTERAÇÃO ECOLÓGICA ENTRE COMPONENTES ARBÓREO E NÃO ARBÓREO NO SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL EM ALEIAS MECANIZÁVEIS

Uma vez definidas as espécies, resta ainda, conhecer a resultante da interação entre o componente arbóreo e o não arbóreo (lavouras, pastos e gado). A interação pode ter efeito positivo (favorecimento), neutro, ou negativo (competição), e depende de diversos fatores ecológicos, incluindo variações no arranjo em aleias. Pode oscilar do favorecimento à competição, e vice-versa, com estágios interativos coexistindo no tempo e espaço (ANDERSON & SINCLAIR, 1993; CALLAWAY & WALKER, 1997). Por exemplo, em situações de normalidade climática, os efeitos de favorecimento ou de proteção que é atribuído às árvores

Consequentemente, o componente arbóreo pode causar aumento (+), diminuição (-), ou não ter efeito (0) sobre os demais componentes. O efeito das interações, no entanto, irá depender de como a(s) espécie(s) envolvida(s) no sistema respondem ou utilizam os recursos do ambiente.

O gado, por sua vez, não sendo produtor primário sofrerá os efeitos resultantes das interações árvore x pasto, embora possa, por sua vez, exercer efeito negativo (predação) sobre a pastagem e/ou árvore; e, em condições como quando as árvores apresentam algum efeito negativo para o gado (Tabela 2).

► **TABELA 2.**
Exemplos de Interações entre componentes e seus efeitos resultantes em sistema agrossilvipastoril.

INTERAÇÃO RESULTANTE	EXEMPLO
Comensalismo (0, +); Amensalismo (0, -)	Melhoria da fertilidade do solo e do microclima pelas árvores, favorecendo a lavoura, a pastagem e o conforto térmico animal; Dano de algumas espécies arbóreas para o desenvolvimento do gado causado por substâncias existentes em partes que venham a ser ingeridas pelos animais. Restrição de crescimento para outras plantas causado por substâncias excretadas pelas raízes de algumas arbóreas.
Competição (-, -), (-, 0)	Restrição de radiação solar para as plantas sob a sombra das árvores; restrição de radiação solar para a plântula de árvore (“abafamento”) imposta pelas plantas de lavoura ou de pasto; produção de substâncias que impedem o desenvolvimento, quer seja da árvore para com as plantas de lavoura ou de pasto, quer seja destas para com a árvore (antibiose)
Predação (+, -)	Pastejo dos animais sobre as plantas de pasto e, ou sobre as árvores;
Mutualismo (+, +)	Fixação biológica de nitrogênio atmosférico feita por microorganismos (ex.: rizóbios e bactérias) associados a árvore para as plantas de pasto ou de lavoura; sombra das árvores para o gado e deposição de esterco destes sob as copas das árvores.

Fonte: Adaptado de Porfirio-da-Silva, (2007).

A Tabela 3 não pretende esgotar as possibilidades, mas exemplifica parte da demanda de conhecimentos do efeito da interação entre componentes nos sistemas agrossilvipastoris sobre a árvore. O conhecimento de efeitos sobre componentes não arbóreos (forrageiras, grãos, e animais) também são fundamentais para a indicação de espécie(s) arbórea(s), portanto, os projetos de pesquisa para árvores em sistemas agrossilvipastoris devem atentar para a multidisciplinaridade necessária para atingir tal objetivo.

► **TABELA 3.**
Exemplos de oportunidade de pesquisa no componente arbóreo em sistemas agrossilvipastoris.

OPORTUNIDADES DE PESQUISA
Definição da intensidade de desrama ótima para o crescimento dos componentes (arbóreo e não-arbóreo);
Configuração do sistema radicular originado de plântulas de sementes e de plântulas de estaquia e sua relação com a competição interespecífica e intraespecífica;
Novos métodos para o controle da competição sofrida pelas árvores na fase de estabelecimento;
Determinação espaço-temporal da interação entre raízes arbóreas e não-arbóreas;
Definição de parâmetros (biológicos e econômicos) para realizar desbastes;
Definição da intensidade de desrama ótima para a qualidade da madeira;
Ciclagem de nutrientes (incluso das excretas do componente animal);
Distribuição da biomassa de ramos no tronco (arquitetura de copa);
Qualidade espectral da radiação filtrada pelas copas das árvores;
Propriedades bromatológicas de folhas e cascas;
Protocolos de adubação em sistemas de integração;
Testes de predileção do gado;

O conhecimento existente na silvicultura convencional deve ser utilizado em sistemas agrossilvipastoris, no entanto, alguns questionamentos não encontram respostas e devem merecer atenção da pesquisa. Por exemplo, o crescimento dos componentes não arbóreos pode ser limitado pela restrição de luminosidade imposta pelas copas das árvores que, por sua vez, também necessitam de sua área fotossinteticamente ativa para crescer, a busca do equilíbrio entre o crescimento de todos os componentes pode ser uma tônica no manejo do sistema.

A intensidade de desrama é importante para proporcionar o equilíbrio entre o crescimento dos componentes arbóreos e não arbóreos e para a qualidade de madeira para serrados; dependendo do sítio, da espécie e da interação genótipo × ambiente, a determinação da altura de desrama com base em diâmetro de rolete ou de núcleo nodoso de tora, ou ainda, na proporção de copa verde remanescente em relação a altura total da árvore, pode significar a retirada de grande quantidade de área fotossinteticamente ativa da árvore. É possível selecionar material com

menor proporção de área foliar na base da copa, e com isso influenciar o percentual de remoção de área foliar na desrama e o método de tomada de decisão para o momento da desrama artificial. Para isso será necessário conhecer a arquitetura de copa e como é distribuída a biomassa de ramos e folhas no perfil vertical da árvore.

A desrama influencia na qualidade do produto madeireiro e também na quantidade e qualidade de luz transmitida para o dossel das plantas agrícolas e forrageiras, mas depois de certo tempo, a desrama torna-se impraticável e também se estabelece a competição entre as árvores e que irão necessitar de desbaste. A definição do momento adequado para o desbaste deve ser com base em parâmetros da própria árvore (biológico) e da oportunidade de mercado dos produtos (econômico) que podem ser obtidos no desbaste. Nem sempre estes aspectos estarão sincronizados, isto é, poderá acontecer de que ainda não esteja ocorrendo competição entre as árvores, mas já existe restrição da intensidade luminosa que é transmitida para as plantas de lavoura ou forragem determinando uma diminuição da produtividade destas. Então, o desbaste deverá ser realizado sob que grau de comprometimento da produtividade das lavouras/forrageiras para que oportunize o melhor incremento da madeira? Como decidir sobre qual nível de queda na produtividade de lavouras pode ser complementado pelo incremento de madeira?

Por outro lado, dependendo dos objetivos que se queira com o sistema, pode ser permitida uma “perda” em um dos componentes desde que ocorra uma compensação pelo outro. No caso de um sistema silvipastoril, pode ser tolerada uma diminuição na produtividade da forrageira, desde que o ganho de peso animal, não comprometa o objetivo de produção de carne, isto pode ocorrer por causa da melhoria do bem-estar animal e de suas taxas de conversão ao ser criado em um ambiente menos estressante; ou ainda, que a produção de madeira complemente ou suplemente a diminuição de rentabilidade da produção de carne ou de leite.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, restará ainda a escolha de um quadro analítico para considerar os méritos econômicos da mudança de uso da terra convencional para uma forma mais complexa que integra árvores na mesma área. Tal quadro de análise tem como pergunta fundamental: será que um sistema de uso da terra que integra árvores pode gerar lucro como o uso convencional da área? Ou ainda, será que a ILPF ao gerar serviços ambientais pode ser mais apropriada como estratégia para a sustentabilidade da agropecuária?

Quanto melhor seria para um agricultor ou pecuarista converter seus sistemas convencionais por um agrossilvipastoril?

Em sistemas agrossilvipastoris as interações temporais e espaciais entre os componentes podem ser importantes fatores econômicos. Combinações de árvores com lavouras e/ou pastagens somente serão

rentáveis, segundo alguns autores (e.g.: LEFROY e SCOT, 1994; ABADI et al., 2006) se o valor dos produtos das árvores e de todos os possíveis efeitos positivos (favorecimento) exceder os efeitos negativos, especialmente sobre o rendimento das lavouras e/ou das pastagens. Já para outros, os sistemas agrossilvipastoris, podem gerar muitos serviços ambientais valoráveis, tais como altos níveis de biodiversidade, captura e imobilização de consideráveis quantidades de carbono atmosférico, e proteção de mananciais (AERTSENS et al., 2013; JOSE, 2009; SCHROTH et al, 2004). Mas que, muitos desses serviços são, na perspectiva do agricultor ou pecuarista, externalidades (PAGIOLA et al., 2007), por isso tendem a ser tratados como subprodutos de pouco ou nenhum valor e então deixam de ser produzidos ou são negligenciados.

Referências bibliográficas

- ABADI, A.; LEFROY, T.; COOPER, D.; HEAN, R.; DAVIES, C. **Profitability of agroforestry in the medium to low rainfall cropping zone**. Rural Industries Research and Development Corporation. Canberra, AU, p. 78. 2006. (ISBN 1 74151 244 1 /ISSN 1440-6845). Disponível em: <https://rirdc.infoservices.com.au/downloads/05-181> Acesso em: 11 ago 2010.
- AERTSENS, J.; NOCKER, L. D.; GOBIN, A. Valuing the carbon sequestration potential for European agriculture. **Land Use Policy**, n. 31, p. 584-594, 2013
- AFONSO, E.; POTT, A. **Plantas tóxicas para bovinos**. Embrapa Campo Grande, MS, dez. n.44, 2000.
- ANDERSON, L. S.; SINCLAIR, F. L. Ecological interactions in agroforestry systems. **Agroforestry Abstracts**, v.6, n. 2, p. 57-91 1993.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTINEZ, G.B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELLI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J.C.; GALERANI, P.R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, Out. 2011. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011001000001&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 05 Dez. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000001>.
- BALIEIRO, F. de C.; FRANCO, A. A.; FONTES, R. L. F.; DIAS, L. E.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. de. Evaluation of the throughfall and stemflow nutrient contents in mixed and pure plantations of acacia mangium, pseudomeneia guachapele and eucalyptus grandis. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.2, p.339-346, 2007
- BENDFELDT, E. S.; FELDHAKE, C. M.; BURGER, J.. Establishing trees in an Appalachian silvopasture: Response to shelters, grass control, mulch, and fertilization. **Agroforestry Systems**, n. 53, p.291-295, 2001. Disponível em: <DOI: 10.1023/A:1013367224860>. Acesso em: 11 out. 2009.
- BOTELLHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região sul de minas gerais. **Cerne**, v.2, n.1, p.4-13, 1996.
- CALLAWAY, R. M.; WALKER, L. R. Competition and facilitation: A synthetic approach to interactions in plant communities. **Ecólogo**, v. 78, n. 7, p.1958-1965, 1997.
- CARON, B. O.; LAMEGO, F. P.; SOUZA, V. Q.; COSTA, E. C.; ELOY, E.; BEHLING, A.; TREVISAN, R. Interceptação da radiação luminosa pelo dossel de espécies florestais e sua relação com o manejo das plantas daninhas. **Ciência Rural** [online]. 2012, vol.42, n.1, pp. 75-82. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782012000100013&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0103-8478. Acessado em 12 de mar 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000100013>.
- COSTA, B. M. da; MENDONÇA, C. A. G de; CALAZANS, J. A. M.de. **Forrageiras arbóreas e suculentas para a formação de pastagens**. Mossoró, RN: Escola superior de agricultura da Mossoró – ESAM, 2 ed. 1989, 5p
- DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; URQUIAGA, S.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; FRANCO, A. A. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim Survenola crescido em consórcio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37. n.2, mar-abr, 2007.

- DONALD, C. M. The breeding of crop ideotypes. **Euphytica**, Wageningen, v.17, p. 385-403, 1968.
- GHOLZ, H. L. [Ed.] **Agroforestry: realities, possibilities and potentials**, Dordrecht: Nijhoff. 1987. 227p.
- GOLDBERG, D. E.; WERNER, P. A Equivalence of competitors in plant communities: a null hypothesis and a field experiment approach. **American Journal of Botany**, n. 70, p. 1098-1104
- HUXLEY, P. **Tropical agroforestry**. Oxford: Blackwell Science, 1999. 371 p.
- JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v.76, p. 01-10. 2009.
- LEAKEY, R. R. B.; PAGE, T. The 'ideotype concept' and its application to the selection of cultivars of trees providing agroforestry tree products. **Forest, Trees and Livelihoods**, v.16, n. 1, p. 5-16, 2006.
- LEFROYE, C.; SCOT P. R. Alley farming: new vision for western Australian farmland. **Western Australian Journal of Agriculture**. n. 35, p. 119-126. 1994
- MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 1. ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004.
- PAGIOLA, A. S. et al. Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua. **Ecological Economics**, Amsterdam, v.6 n.4, p.374-385. 2007.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Ecologia e manejo em sistema silvipastoril. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIL NA AMÉRICA DO SUL, 2. Juiz de Fora, 6 e 7 de novembro de 2007. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. CD ROM.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 48p. il.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MOLETTA, J. L.; PONTES, L. S.; OLIVEIRA, E. B.; PELISSARI, A.; CARVALHO, P. C. F. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. **Pesq. Florestal Brasileira**, Colombo. v.32, n.70, p. 67-76, abr/jun. 2012.
- RESENDE, M. D. V.; OLIVEIRA, E. B.; HIGA, A. R. Utilização de índices de melhoramento no melhoramento do eucalipto. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 21, p.1-13, 1990.
- SÃO MATEUS, Fábio Andrey Pimentel. Arbóreas Forrageiras: Pastagem o ano todo na Caatinga sergipana. Florianópolis, 2011.81f. Orientador, Alfredo Celso Fantini, co-orientadora: Anabel Aparecida de Mello **Dissertação** (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.
- SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B. da; HARVEY, C. A.; GASCON, C.; VASCONCELOS, H. L.; IZAC, A.-M. N. (Ed.). **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Washington, DC: Island Press, 2004. 523 p.
- SEDGLEY, R. H. Na appraisal of the Donald ideotype after 21 years. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 26, p. 93-112, 1991.
- SILVA, R. G. Predição da configuração de sombras de árvores em pastagens para bovinos. **Eng. Agrícola, Jaboticabal**, v. 26, n.1, p.268-281. Jan-abr, 2006.
- SINCLAIR, F.. A general classification of agroforestry practice. **Agroforestry System**, n, 46. 1999, p. 161-180.
- TRAVERSO, S. D.; CORRÊA, A. M. R.; PESCADOR, C. A.; COLODEL, E. M.; CRUZ, C. E. F.; DRIEMEIER, D. Intoxicação experimental por *Trema micrantha* (Ulmaceae) em caprinos. **Pesq. Vet. Bras.**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 4, Oct. 2002. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-736X2002000400003&Ing=en&nrm=iso>. access on 02 June 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2002000400003>.
- VILLA, E. B.; PEREIRE, J. A.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Interceptação de água da chuva e lixiviação de nutrientes, pela copa e tronco, de leguminosas arbóreas utilizadas em sistemas silvipastoris. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009, Luziânia. Diálogo e integração de saberes em sistemas agroflorestais para sociedades sustentáveis: **trabalhos**. [S.l.]: SBSAF; [Brasília, DF]: EMATER-DF: Embrapa, 2009. 1 CD-ROM.
- WOOD, P.J.; BURLEY, J. **A tree for all reasons: the introduction and evaluation of multipurpose trees for agroforestry**. Nairobi: ICRAF, 1991. 158 p. (ICRAF. Science and Practice of Agroforestry, 5).