

Tecnologias silviculturais para produção de florestas energéticas



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos310

Tecnologias silviculturais para produção de florestas energéticas

Jorge Ribaski

Embrapa Florestas
Colombo, PR
2017

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, CP 319
CEP 83411-000 - Colombo, PR, Brasil
Fone: 41 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*

Vice-Presidente: *José Elidney Pinto Júnior*

Secretária-Executiva: *Neide Makiko Furukawa*

Membros: *Álvaro Figueredo dos Santos, Gizelda Maia Rego, Guilherme Schnell e Schühli, Ivar Wendling, Luis Cláudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski, Marilice Cordeiro Garrastazu, Valderês Aparecida de Sousa*

Supervisão editorial: *José Elidney Pinto Júnior*

Revisão de texto: *José Elidney Pinto Júnior*

Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche*

Diagramação: *Neide Makiko Furukawa*

Foto capa: *Jorge Ribaski*

1ª edição

versão digital (2017)

Todos os direitos reservados

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Florestas

Ribaski, Jorge.

Tecnologias silviculturais para produção de florestas energéticas [recurso eletrônico] / Jorge Ribaski. - Dados eletrônicos. - Colombo : Embrapa Florestas, 2017.

36 p. : il. color. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958; 310)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

< <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/221> >

Título da página da web (acesso em 13 nov. 2017).

1. Plantações florestais. 2. Floresta para uso energético. 3. Recursos renováveis. 4. Biomassa. 5. Sistemas agroflorestais. I. Título. II. Série.

Autor

Jorge Ribaski

Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal,
pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Apresentação

A produção de energia de biomassa vem ocupando espaço crescente em vários setores da economia nacional e deverá ser uma das principais alternativas para a substituição das fontes de energia não renováveis (petróleo e seus derivados, principalmente), com ênfase para a biomassa florestal destinada ao atendimento das demandas pelo consumo de lenha e derivados da madeira para a geração de energia.

No Brasil, a produção de madeira dos plantios florestais com finalidade energética, usando espécies de rápido crescimento, tanto para uso doméstico como industrial, tornou-se um caso de sucesso, devido a investimentos em pesquisa que propiciaram o desenvolvimento e domínio tecnológico necessário à expansão das florestas plantadas.

A silvicultura brasileira acumulou conhecimento técnico e científico, em nível de excelência, o que tornou o setor florestal fortemente competitivo, permitindo-lhe alcançar os atuais índices de produtividade e todos os benefícios socioeconômicos e ambientais decorrentes das florestas plantadas.

Outro fator positivo é a disponibilidade de terras e condições favoráveis de solo e clima, que vêm possibilitando uma produção de biomassa florestal crescente e de perspectivas favoráveis para o futuro. Entretanto, algumas regiões ainda apresentam um nível de

conhecimento silvicultural e domínio tecnológico bastante rudimentar, com pouca ou nenhuma tradição em plantio florestal.

Neste sentido, este projeto teve a oportunidade de desenvolver tecnologias silviculturais e sistemas integrados de produção em bases sustentáveis visando à expansão de plantios florestais no País, com foco na obtenção de biomassa energética. A obtenção de protocolos silviculturais, para cada uma das espécies potenciais estudadas no projeto, possibilitou avanços do conhecimento indispensáveis para a obtenção de produtos de qualidade, diversificados e competitivos ao mercado.

Da mesma forma, os resultados de pesquisa obtidos com os sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) promoveram a produção diversificada com menor impacto sobre o meio ambiente e foram capazes de oferecer alternativas econômicas diferenciadas para o produtor rural, em diferentes momentos.

Diante disso, as florestas energéticas são uma alternativa de uso da terra que contribui para reduzir os problemas decorrentes do desmatamento e da degradação de diferentes ecossistemas, pois diminui a pressão sobre as florestas nativas e desempenham importante papel na reincorporação ao processo produtivo de áreas alteradas, principalmente pela atividade pecuária.

Edson Tadeu Iede
Chefe Geral Embrapa Florestas

Sumário

Introdução	9
Alcance dos resultados	10
Principais resultados obtidos no projeto	13
Benefícios potenciais dos resultados para a sociedade	31
Considerações finais	32
Agradecimentos.....	33
Referências.....	33

Tecnologias silviculturais para produção de florestas energéticas

Jorge Ribaski

Introdução

O Brasil é um dos líderes na produção de biomassa florestal para celulose, papel e energia (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL, 2014) e os plantios florestais, principalmente com espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, destacam-se por representarem a principal fonte de suprimento de madeira destas importantes cadeias produtivas de segmentos industriais. Com relação à siderurgia à base de energia renovável, o País produz aproximadamente 1/3 da produção mundial de carvão vegetal, sendo os principais consumidores os setores de ferro-gusa, aço e ferros-liga (SANTOS; HATAKEYAMA, 2012).

Segundo os dados do Balanço energético nacional (BRASIL, 2013), a produção de biomassa vegetal, representada pelo etanol derivado da cana-de-açúcar e pela lenha e carvão provenientes de florestas nativas e plantadas, correspondeu a 30% da oferta interna de energia primária utilizada na matriz energética nacional.

Apesar disso, hoje a demanda industrial de madeira para energia no País já é maior que a oferta, acarretando um déficit de matéria-prima que poderá limitar o crescimento do setor, em função do aumento dos custos de produção (ESCOBAR; COELHO, 2014), além de incentivar maior pressão de consumo sobre as florestas nativas. Para a próxima década também se espera um elevado potencial de crescimento do agronegócio brasileiro. As projeções apontam para uma produção de 259,7 milhões de toneladas de grãos e a produção de carne bovina deverá alcançar 11,35 milhões na safra 2024/25 (BRASIL, 2015).

No ritmo atual, a demanda pelo consumo de lenha e derivados da madeira para a geração de energia, visando atender os setores da agroindústria, também deverá experimentar um crescimento significativo. Esse aumento da produção também tem levado a uma grande demanda por recursos naturais (solo, água e florestas), os quais são explorados muitas vezes de modo inadequado, comprometendo a sustentabilidade da atividade agropecuária brasileira.

Diante desse quadro, e da necessidade de aumentar a oferta de madeira de plantios florestais, torna-se imprescindível introduzir ou aperfeiçoar técnicas que contribuam eficientemente para o aumento da produtividade e melhoria da qualidade das plantações, proporcionando sustentabilidade aos sistemas de produção, sem prejuízos ao ambiente.

Tendo em vista esse cenário, pesquisadores da Embrapa e instituições parceiras elaboraram um projeto com objetivo de desenvolver tecnologias silviculturais e sistemas de integração em bases sustentáveis, visando à expansão de plantios florestais no País, com foco na obtenção de biomassa para a geração de energia.

Alcance dos resultados

O projeto, liderado pela Embrapa Florestas, foi estruturado de forma a contemplar as cinco regiões brasileiras e tinha como meta inicial definir

protocolos silviculturais para espécies florestais mais aptas à produção de biomassa energética, com base na realidade da matriz energética local em diferentes regiões do País, com ênfase nas regiões com pouca ou nenhuma tradição florestal.

Outro desafio era desenvolver tecnologias silviculturais capazes de incentivar a produção diversificada na propriedade, com menor impacto sobre o meio ambiente e, ao mesmo tempo, que possibilitasse a redução da pressão sobre os recursos naturais, promovendo trabalho, emprego e renda ao meio rural. Dentro desse contexto, os sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou sistemas agrossilvipastoris, foram as alternativas adotadas como estratégia para maximizar a produção por área e conservar simultaneamente os recursos naturais pela integração de atividades agrícolas, pecuárias e florestais (Figuras 1 e 2).



Figura 1. Unidade de Referência Tecnológica (URT) com sistema silvipastoril no bioma Pampa (*Eucalyptus saligna* x pastagem nativa) implantada na propriedade da Fundação Maronna, no Município de Alegrete, RS.

Foto: Jorge Ribaski



Figura 2. Unidade de Referência Tecnológica (URT) com sistema ILPF (*Eucalyptus grandis* x trigo) implantada na Fazenda Maravilha de propriedade da Embrapa Soja, no Município de Londrina, PR.

Com os resultados obtidos durante o período 2012-2016 conseguiu-se significativos avanços do conhecimento em relação às técnicas silviculturais, principalmente, naquelas regiões com maior carência de informações e tecnologias florestais. Os resultados conseguidos por meio dos experimentos de espaçamento e adubação, envolvendo espécies potenciais para produção de energia, contribuíram sensivelmente para a definição de protocolos silviculturais e, conseqüentemente, para o aumento da produtividade e melhoria da qualidade das plantações.

Com relação aos sistemas de ILPF, avanços técnicos consideráveis foram obtidos, representados pela definição de Práticas/Processos Agropecuários e avanços do conhecimento importantes que contribuíram para a definição dos arranjos e manejo do componente florestal, principalmente nos sistemas silvipastoris. Os resultados da pesquisa evidenciaram que esses sistemas apresentam possibilidade de incremento da renda com maior eficiência que a pecuária extensiva tradicional praticada em diferentes regiões do País e,

consequentemente, oferecem maiores oportunidades para se obter sustentabilidade ambiental e socioeconômica.

Esse sistema de integração se constitui numa importante alternativa de uso sustentado da terra, principalmente naquelas áreas potencialmente sujeitas à degradação e, também, como uma nova fonte de agregação de valor econômico na propriedade rural por meio da exploração de madeira.

Principais resultados obtidos no projeto

Plano de Ação: Aumento da oferta de matéria-prima florestal energética em bases sustentáveis para o desenvolvimento socioeconômico da região Nordeste.

Resultado 1: Avanço do conhecimento: Seleção de espécies de eucalipto com melhor desempenho silvicultural para produção de biomassa energética.

A região Semiárida brasileira apresenta cerca de 70% de sua área coberta por uma vegetação denominada de Caatinga, bioma único e exclusivamente brasileiro, que se caracteriza por uma pequena diversidade de espécies e uma baixa produtividade de madeira. A produção de madeira varia de 7 a 58 m³ ha⁻¹. Entretanto, a crescente demanda por recursos florestais, especialmente para fins energéticos, decorrentes da expansão das indústrias de transformação, faz premente o aumento da oferta de madeira de reflorestamentos com espécies de rápido crescimento.

Os resultados das pesquisas sobre as características silviculturais e a importância econômica das espécies do gênero *Eucalyptus* conduzidas pela Embrapa e instituições parceiras na região Semiárida do Nordeste brasileiro, desde 1979 representaram significativos avanços no conhecimento em relação às técnicas silviculturais, principalmente, naquelas regiões com pouca ou nenhuma tradição florestal.

Experimentos de espaçamento e adubação envolvendo espécies potenciais para usos múltiplos, com ênfase na produção de energia, contribuíram sensivelmente para a definição de protocolos silviculturais e, conseqüentemente, para o aumento da produtividade e melhoria da qualidade das plantações. Da mesma forma possibilitaram a seleção de espécies mais adequadas e adaptadas às condições adversas do Semiárido brasileiro. Entre elas pode-se destacar as espécies: *Eucalyptus microtheca*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus tereticornis* e *Eucalyptus crebra* (DRUMOND et al., 2016b).

Deve-se ressaltar, ainda, que o cultivo de florestas energéticas com essas espécies de eucalipto, quando bem sucedido, produz impactos positivos, pois é uma atividade sustentável (permite a conversão de carbono em biomassa), geradora de emprego e renda e de um produto renovável capaz de substituir a madeira de espécies nativas utilizadas como fonte energética, proporcionando ainda o aumento do rendimento energético por se tratar de um material homogêneo em suas características gerais.

Por outro lado, o estabelecimento de plantações florestais utilizando híbridos de eucalipto, também testados em regiões com precipitações pluviométricas médias mais favoráveis (acima de 750 mm na Chapada do Araripe, PE), tem apresentado resultados bastante promissores, demonstrando que, a partir do quarto ano, é possível produzir mais de 100 m³ ha⁻¹ (Figura 3) Com essa produtividade e diante de um consumo médio anual de cerca de dois milhões de metros estéreos de lenha (lenha empilhada) na região, considera-se que, com o cultivo dessa espécie introduzida, será possível reduzir consideravelmente a demanda por madeira da vegetação nativa (DRUMOND et al., 2012).



Figura 3. Processo de avaliação experimental da produção de madeira de híbridos de eucalipto, para fins energéticos, na Chapada do Araripe no Estado de Pernambuco, realizado pela Embrapa Semiárido.

Resultado 2: Prática/processo agropecuário: Recomendação de técnicas silviculturais para espécies florestais aptas à produção de biomassa energética, com base na realidade da matriz energética regional.

O preparo de solo, na atividade florestal, é uma prática usada como medida para estabelecer condições ideais para o crescimento radicular das plantas, na fase inicial de crescimento. Constatou-se neste estudo que a aração mais a gradagem afetaram positivamente o desenvolvimento, a homogeneidade de crescimento e a sobrevivência do eucalipto. Foram, assim, consideradas uma prática silvicultural indispensável para a implantação de híbridos desta espécie, nas condições de solo da Chapada do Araripe, PE, onde predominam as classes Latossolos, Podzólicos Vermelhos e Amarelos e Neossolos lítóicos (DRUMOND et al., 2015b).

A escolha do espaçamento de plantio ideal para um empreendimento florestal, do ponto de vista silvicultural, é de alta relevância para o

crescimento de cada árvore e influencia a sobrevivência das plantas, taxas de crescimento e produtividade de madeira. Considerando a demanda energética e madeireira dos consumidores da região da Chapada do Araripe, representados pelas fabricas de gesso e por pequenos produtores, os resultados desse estudo de espaçamentos de plantio apontam para densidades entre 6 a 7,5 m² por planta (3 m x 2 m e 3 m x 2,5 m) como os responsáveis pelos melhores rendimentos volumétricos de madeira por hectare (DRUMOND et al., 2012).

Resultado 3: Avanço do conhecimento: Seleção de espécies nativas potenciais para a restauração florestal da Caatinga.

Uma cartilha foi publicada pela Embrapa Semiárido, em parceria com a Embrapa Florestas, visando fornecer subsídios técnicos aos agricultores, para a restauração florestal da Caatinga. O documento foi estruturado de forma a orientar os proprietários rurais na recuperação de suas áreas e responder algumas questões como: Porque restaurar? Que espécies plantar? Como plantar? Quais os cuidados após o plantio? No documento, além dessas orientações, foi feita a caracterização de algumas espécies da Caatinga, contendo a descrição morfológica e potencial uso das principais espécies arbóreas ao Município de Petrolina, PE (DRUMOND et al., 2015a, 2016a).

A técnica de restauração abordada nessa cartilha trata do plantio de mudas de espécies nativas. Esta técnica é recomendada, principalmente, para áreas com histórico antigo de desmatamento, em que poucos ou nenhum fragmento florestal nativo foi conservado. Visa ao estabelecimento de uma maior diversidade de espécies, desde o início do processo de restauração, as quais dificilmente ocorreriam de forma espontânea na área, devido à falta de plantas matrizes nas proximidades.

A seleção de espécies resistentes aos fatores ambientais de cada região é de fundamental importância para se obter um bom resultado. Para isso, as espécies a serem plantadas devem ser nativas da Caatinga e que normalmente ocorrem no tipo de ambiente que se deseja restaurar. Para isso, foi feita a caracterização das seguintes

espécies nativas potencias: angico (*Anadenanthera colubrina*); angico-de-bezerro (*Piptadenia moniliformis*); aroeira (*Myracrodruon urundeuva*); baraúna (*Schinopsis brasiliensis*); carqueja (*Caesalpinia microphylla*); catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis*); facheiro (*Pilosocereus pachylados*); faveleira (*Cnidoscopus phyllacanthus*); feijão-bravo (*Capparis flexuosa*); juazeiro (*Ziziphus joazeiro*); jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*); mandacaru (*Cereus jamacaru*); maniçoba (*Manihot pseudoglasiovii*); marmeleiro (*Croton sonderianus*); mororó (*Bauhinia cheilantha*); pau-d'arco (*Handroanthus impetiginosus*); pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*); quebra-faca (*Croton conduplicatus*); setecascas (*Tabebuia spongiosa*); umburana-de-cambão (*Commiphora leptophloeos*); umburana-de-cheiro (*Amburana cearensis*) e umbuzeiro (*Spondias tuberosa*).

Plano de Ação: Técnicas silviculturais e sistemas de produção florestal puros ou integrados para obtenção de biomassa vegetal, em áreas não tradicionais de plantios florestais, na região Norte.

Resultado 1: Prática/processo agropecuário: Técnicas silviculturais de produção florestal de tachi-branco com potencial energético.

Os resultados consistem da elaboração e documentação de um conjunto de procedimentos e técnicas silviculturais que permitam maximizar a produtividade de plantios florestais na região Amazônica. Trata-se, portanto, da verificação do efeito de dosagens combinadas de fósforo e potássio no desenvolvimento de povoamentos de tachi-branco em ambos latossolos, argiloso e arenoso, visando à obtenção de biomassa energética.

Entre as espécies de potencial para uso múltiplo da região Amazônica destaca-se o tachi-branco (*Tachigali vulgaris*), em razão das suas características tecnológicas, ecológicas e silviculturais. É uma espécie leguminosa arbórea nativa da região Amazônica pertencente à família Caesalpinaceae (Leguminosae-Caesalpinioideae), possui grande potencial para expansão de plantios energéticos na Amazônia e nos demais biomas brasileiros, apresenta rápido crescimento e idades de corte precoces (6-7 anos).

A madeira tem muito boa aceitação popular como fonte energética, para a produção de lenha e de carvão vegetal, sendo também indicada para a produção de álcool e coque. O poder calorífico da madeira é de 4.580 kcal kg⁻¹ e o do carvão de 7.690 kcal kg⁻¹. Para a produção madeireira com fins energéticos são indicados plantios mais densos, tendo em vista que o objetivo é a produção de maior volume de biomassa por unidade de área, no menor espaço de tempo possível (Figura 4).

Foto: Embrapa Amazônia Oriental



Figura 4. Experimentação com tachi-branco plantado em solo arenoso, com finalidade energética, utilizando o espaçamento de 3 m x 2 m (densidade de 1.667 árvores ha⁻¹), com dois anos de idade, no Estado do Pará.

Contudo, um dos fatores que pode afetar o desenvolvimento e a produtividade desta espécie em plantios homogêneos é a adubação associada ao espaçamento. Diante disso, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito de dosagens combinadas de fósforo (P) e potássio (K) no desenvolvimento de povoamentos de tachi-branco, em dois Latossolos: Latossolo Amarelo textura argilosa (AG) e Latossolo Amarelo textura média arenosa (AN).

No solo argiloso houve maior mortalidade e maior bifurcação das plantas avaliadas em relação ao solo arenoso. Em relação ao

crescimento em altura, todos os tratamentos utilizados no solo argiloso (área AG) e no solo arenoso (área AN) obtiveram a mesma tendência, não apresentando diferenças estatísticas a 5% de probabilidade, na mesma área, aos 24 meses de idade.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos quando comparados na mesma área sob influência de doses combinadas de fósforo e potássio. Entretanto, o tachi-branco apresentou desempenho superior em altura, maior sobrevivência de plantas e menor ocorrência de bifurcação no Latossolo arenoso.

Esses resultados, acrescidos de outros avanços do conhecimento com essa espécie na região, serviram de base para a elaboração e documentação de um conjunto de procedimentos e técnicas silviculturais para o tachi-branco, que permitem maximizar a produtividade de plantios florestais na região Amazônica (SILVA et al., 2016).

Resultado 2: Avanço do conhecimento: Desenvolvimento de protocolos silviculturais para espécies florestais, nativas e exóticas, com potencial energético para a região Amazônica.

Os resultados consistem da obtenção de protocolos silviculturais contendo recomendações de adubação, bem como a indicação dos espaçamentos ótimos de plantio para o eucalipto híbrido “urograndis” (originado do cruzamento entre *Eucalyptus grandis* com *E. urophylla*) e para a espécie nativa tachi-branco (*Tachigali vulgaris*), visando à obtenção de biomassa energética.

Analisando os efeitos do espaçamento e doses de fósforo para o híbrido, constatou-se que o fator espaçamento não foi significativo, entretanto a dosagem de fósforo foi altamente significativa ao parâmetro analisado. Com relação às respostas do eucalipto à adubação fosfatada, notou-se que, ao adubar o plantio com 120 g e 90 g de fósforo, as árvores obtiveram maiores produções volumétricas, com valores de 172,19 m³ ha⁻¹ e 148,40 m³ ha⁻¹, respectivamente, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos: 60 g (92,12 m³ ha⁻¹); 30 g (70,45 m³ ha⁻¹) e 0 g (10,66 m³ ha⁻¹).

Isso mostra que a espécie responde positivamente à adubação fosfatada, sendo, portanto uma prática recomendada.

Com relação ao tachi-branco, foi observado que, no espaçamento adensado de 2 m x 2 m, as árvores produziram um volume de madeira superior quando adubado com 60 g de fósforo, com o valor de 150,13 m³ ha⁻¹ (Figura 5). A dosagem de 90 g de fósforo combinada com os espaçamentos (3 m x 2 m) e amplo (4 m x 2 m), em média, resultou em crescimentos intermediários em volume de madeira, com valores de 110 m³ ha⁻¹ e 97,43 m³ ha⁻¹, respectivamente. O menor volume de madeira foi observado no plantio sem adubação (0 g de fósforo), em média 73,00 m³ ha⁻¹.



Foto: Paulo Eduardo Telles dos Santos

Figura 5. Experimento com tachi-branco, instalado em junho de 2010, em área pertencente à Empresa FIT Manejo Florestal Ltda, aonde vem sendo conduzidos testes de espaçamentos pela Embrapa Roraima.

Com base nesses resultados, para a implantação florestal de tachi-branco visando à produção de biomassa energética, sugere-se espaçamentos mais adensados e emprego de adubação fosfatada (MELGUEIRO, 2014).

Plano de Ação: Desenvolvimento de técnicas silviculturais e de sistemas de integração sustentáveis, visando à obtenção de matéria-prima florestal para uso energético nas regiões Sul e Sudeste.

Resultado 1: Prática/processo agropecuário: Otimização de arranjos arbóreos em sistemas silvipastoris (SSP), no bioma Pampa.

Uma das decisões mais importantes no estabelecimento de um sistema silvipastoril (SSP) é a definição do espaçamento e arranjos das árvores. Esta decisão determinará a condição do ambiente luminoso para o crescimento das forrageiras, desde o plantio até a colheita das árvores. Plantas forrageiras geralmente apresentam quedas bruscas de produtividade com sombreamento acima de 50%. Entretanto, o espaçamento entre as linhas de plantio não pode ser tão grande a ponto de comprometer a quantidade e a qualidade do produto florestal a ser obtido.

Essa prática/processo agropecuário preconiza a utilização de fileiras triplas de árvores nos SSP, as quais se constituem numa evolução frente aos arranjos com fileiras simples normalmente utilizados nesses sistemas, na região do bioma Pampa. Este tipo de arranjo triplo permite maior incidência de radiação nas entrelinhas das árvores, sem reduzir drasticamente a população de árvores por área, mantendo ainda uma cobertura arbórea adequada à proteção dos solos, dos animais e da pastagem.

Resultados de pesquisa obtidos em diferentes sistemas silvipastoris no sudeste do Rio Grande do Sul evidenciaram que sistemas com 500 plantas/ha (Figura 6), implantados em linhas triplas de (3 m x 1,5 m) x 34 m, permitem a disponibilidade de radiação média na entrelinha de aproximadamente 65% sob eucalipto (*Eucalyptus grandis*) e de 90% para pínus (*Pinus elliottii*) em relação ao sistema sob pleno sol. Já nos sistemas com 1.000 árvores/ha, observou-se que o SSP com linhas triplas (3 m x 1,5 m) x 14 m apresentou uma disponibilidade de radiação média de 30% sob eucalipto e de 65% em pínus, em relação ao sistema sob pleno sol (VARELLA et al., 2012).

Foto: Jorge Ribaski



Figura 6. Vista parcial de um sistema silvipastoril composto pela forrageira *Urochloa brizanta* e *Eucalyptus grandis* plantado na densidade de 500 árvores/ha, na estância Sá Brito, no Município de Alegrete, RS.

Com relação ao eucalipto, caso o sombreamento se torne excessivo ao longo do empreendimento, o produtor poderá melhorar a incidência de radiação na pastagem, por meio de desbastes (com eliminação sistemática de linhas de árvores) ou desrama (poda dos ramos laterais das árvores). As árvores retiradas nos desbastes também podem contribuir com uma antecipação de renda nesses empreendimentos que, normalmente, são de longo prazo (RIBASKI; RIBASKI, 2015; VARELLA et al., 2012).

Resultado 2: Avanço do conhecimento: Produção de matéria-prima florestal para uso energético na zona da Mata de Minas Gerais, por meio da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).

Na Zona da Mata de Minas Gerais, os plantios florestais com eucalipto destinados à produção de carvão vegetal têm aumentado significativamente nos últimos anos, em função da recente instalação de unidades da indústria siderúrgica. Esta região é caracterizada pelo relevo acidentado e com solos ácidos e de baixa fertilidade

natural. Grande parte destas áreas é ocupada por pastagens de baixa produtividade e, normalmente, em algum estágio de degradação.

Neste sentido, os sistemas silvipastoris destacam-se como uma alternativa à ocupação produtivas destas áreas, uma vez que proporcionam uma série de benefícios ambientais relacionados à melhoria de propriedades físicas e químicas do solo, maior conservação de água no sistema, e maior proteção do solo contra erosão.

Diversas propriedades com finalidade de produção leiteira, em vários municípios da região, têm aderido ao uso dos sistemas silvipastoris. Uma característica comum a todas estas propriedades é que são de produção familiar, o que amplia o desafio de se introduzir uma tecnologia com integração de culturas diferentes daquelas usualmente adotadas na propriedade.

A introdução do conceito de ILPF tem sido feita de forma participativa e acompanhada. As propriedades são divididas em glebas e, a cada ano, é implantada uma nova área. Desde o início do projeto, tem-se verificado aumento na produção leiteira, bem como a recuperação de áreas de pastagem, com conseqüente melhorias na conservação da água e do solo. A produção madeireira também contribuiu para a diversificação da renda nestas propriedades sem, entretanto, prejudicar a atividade tradicional que é a pecuária (MÜLLER et al., 2015).

Vale ressaltar que o aumento da produção leiteira não se deve apenas ao sistema em si, mas em função de uma série de fatores decorrentes da mudança de cultura na propriedade, bem como da diversificação da renda que (Figura 7), por sua vez, proporcionou ao produtor investir em melhorias na infraestrutura de produção, com a construção de curral e aumento do plantel.

Estudos realizados pela Embrapa Gado de Leite concluem que, acima de 35-40% de sombreamento, a produtividade de pastagens de braquiária começa a declinar significativamente. Os espaçamentos mais adequados são aqueles que proporcionam densidades de plantio variando de 200 a 450 árvores por hectare (MÜLLER et al., 2014, 2015).

Foto: Jorge Ribaski

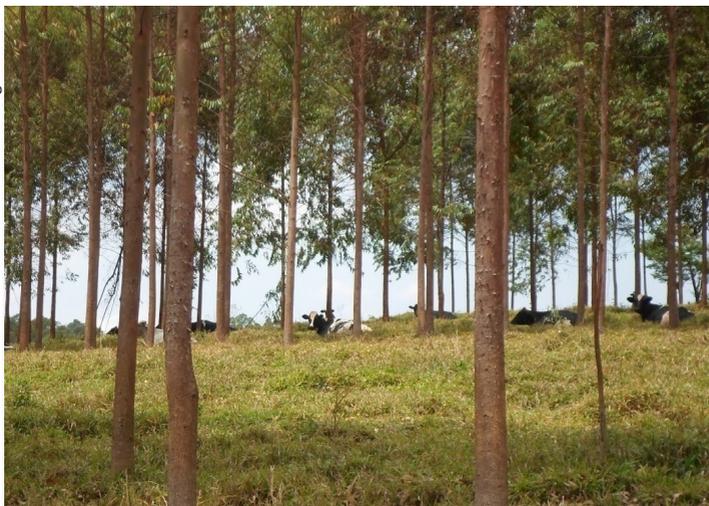


Figura 7. Unidade de Referência Tecnológica (URT) com sistema silvipastoril composto por híbridos de eucalipto, braquiária e gado leiteiro, implantado na Zona da Mata de Minas Gerais pela Embrapa Gado de Leite.

Para regiões montanhosas, as faixas de árvores devem ser plantadas no sentido contrário ao declive (em nível), visando ao controle de erosão e à conservação de água. Neste caso, nem sempre é possível tirar proveito do caminhamento do sol (sentido leste-oeste), de forma que o espaçamento entre as faixas de árvores deve ser maior, a fim de possibilitar a penetração de luz para a pastagem (MÜLLER et al., 2015).

Resultado 3: Avanço do conhecimento: Obtenção de ideotipos de espécies do gênero *Eucalyptus* para uso em sistemas agrossilvipastoris (ILPF).

Tradicionalmente, em inventários florestais, as equações para estimativa de volume das árvores são ajustadas utilizando-se dados de árvores que são derrubadas e medidas a diversas alturas do fuste, para a determinação de seu volume (cubagem rigorosa). No entanto, existem situações em que não se pode derrubar as árvores e, neste caso, é necessário o uso de equipamento especial para medição. Um destes equipamentos é o dendrômetro Criterion RD1000, medidor a

laser que permite, entre outras funcionalidades, coletar diâmetros de uma árvore em diferentes alturas do fuste, para possibilitar o cálculo de seu volume com boa precisão, sem a necessidade de derrubá-la.

O correto uso do dendrômetro Criterion exige o prévio conhecimento de seu funcionamento e, para isto, foi produzido um manual para facilitar o trabalho do usuário, apresentando de maneira ilustrada os passos para medir diâmetros e alturas de árvores em pé. Também é apresentada uma demonstração prática das medições de duas árvores de *Eucalyptus* sp., em plantio puro e em sistema de ILPF (Figura 8), mostrando a diferença da forma do fuste de árvores de mesmo DAP (diâmetro a altura do peito) nestas duas condições.



Figura 8. Área de coleta de dados no plantio puro de *Eucalyptus grandis* (a) e no sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (b), na fazenda Maravilha de propriedade da Embrapa Soja, em Londrina, PR.

Este equipamento é ainda pouco utilizado nas empresas e no meio acadêmico e espera-se, com o maior conhecimento sobre suas funcionalidades, que possa ser mais utilizado e que possa contribuir com o avanço de pesquisas e de trabalhos envolvendo medições de árvores. Essas instruções para avaliações de volume também são

importantes para auxiliar o processo de identificação de ideotipos de espécies do gênero *Eucalyptus* (clones e híbridos comerciais), para uso em sistemas de ILPF (CARDOSO; RIBASKI, 2015).

Plano de Ação: Desenvolvimento de técnicas silviculturais e de sistemas integrados de produção visando à obtenção de biomassa energética de forma sustentável, na região Centro-Oeste.

Resultado 1: Avanço do conhecimento: Desempenho e qualidade da madeira de um clone de eucalipto em monocultivo e em sistema silvipastoril.

Em experimentos conduzidos na Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop, MT, foi avaliado comparativamente o desempenho e a qualidade da madeira de árvores do híbrido (eucalipto “urograndis”) implantadas em sistema silvipastoril e em monocultivo. Os dados foram coletados de 13 árvores amostradas, aos 36 meses de idade, selecionadas em função do intervalo de confiança da média dos diâmetros a altura do peito (DAP), e da posição das árvores na faixa de plantio, no sistema silvipastoril, com face de exposição sul, norte e central.

Foram avaliadas as variáveis DAP, altura total e altura comercial das árvores, volume e conicidade do tronco, densidade básica e deslocamento da medula. Concluiu-se que, no sistema silvipastoril, as árvores apresentaram maior crescimento em DAP, menor altura total e maior conicidade do tronco que àquelas no monocultivo.

O DAP não diferiu em relação à posição na faixa de plantio, porém as árvores com face de exposição norte foram mais baixas e cônicas. A densidade básica e o deslocamento da medula não foram influenciados pelo sistema de cultivo (ANJOS et al., 2016).

Também foi feito o estudo da partição da biomassa na copa de clones comerciais de eucaliptos em sistema ILPF, para recomendar práticas de desrama. Os dados foram coletados na Fazenda Guarantã, em Juara, MT, e foram avaliados cinco clones implantados em renques duplos e triplos, no espaçamento de 21 m x 3,5 m x 2,5 m, aos 15 meses de

idade. Para o estudo da biomassa da parte aérea das plantas, foram selecionadas duas árvores de cada clone, que foram abatidas e tiveram a biomassa da copa, tronco e densidade básica determinados.

Concluiu-se que a distribuição da biomassa e área foliar ao longo da copa variou em função do material genético e da configuração de plantio. Para todos os materiais genéticos avaliados, foi observada a presença de galhos mortos na copa, indicando a necessidade de se fazer desramas antes dos 15 meses de idade, se o objetivo for produzir madeira para serraria. A definição da intensidade de desrama com base na proporção da altura da copa viva mostrou-se inadequada quando empregada de forma genérica sem o estudo prévio da arquitetura da copa (TONINI et al., 2016)

Resultado 2: Avanço do conhecimento: Análise econômico-financeira de sistemas integrados para a produção de novilhas leiteiras.

Este estudo objetivou avaliar a viabilidade econômico-financeira de sistemas integrados para a produção de novilhas leiteiras na região Norte do estado de Mato Grosso. Foram avaliados dois sistemas para a produção de novilhas, assim identificados: sistema de integração Lavoura-Pecuária (ILP) e sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).

Os sistemas foram monitorados entre 2010 e 2015, durante a fase de implantação e produção na Base Experimental de Produção de Leite, em sistemas integrados da Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop, MT. Projetou-se um horizonte de 14 anos para a exploração, considerando uma área de 50 ha para cada sistema de integração, tendo como componente florestal o híbrido “urograndis”.

Concluiu-se que os sistemas integrados de produção de novilhas são financeiramente viáveis, tornando-se boas opções para investimento, recomendando-se a adoção em função do perfil individual do investidor, quer seja pela capacidade de assimilação e gestão da tecnologia, quer seja pela capacidade financeira disponível para investimento (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2016).

Resultado 3: Avanço do conhecimento: A influência de árvores no ambiente térmico e o comportamento de novilhas em pastagem, no Centro-Oeste brasileiro.

Bovinos leiteiros são bastante sensíveis ao calor e medidas como a inclusão de árvores na pastagem pode amenizar os efeitos da temperatura ambiente, propiciando a busca dos animais por proteção. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a proporção de animais que buscam a sombra durante um dia de céu claro, em sistemas silvipastoris com diferentes disponibilidades de sombra.

O experimento foi conduzido na Base Experimental de Sistemas Integrados de Produção de Leite da Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop, MT. Foram utilizadas novilhas mestiças Holandês x Zebu (3/4 a 7/8) com peso médio de 350 kg. As avaliações foram realizadas em junho de 2013, quando ainda havia disponibilidade de forragem, sol intenso e temperatura diária em elevação. As novilhas foram monitoradas das 8h30 às 16h, a cada 15 minutos.

Os resultados mostraram uma alta proporção de animais que buscaram sombra nos tratamentos com acesso às árvores de eucalipto, principalmente, nos horários mais quentes do dia. Animais com alta disponibilidade de sombra permanecem nesta condição por mais tempo, pois encontram locais para pastejar sem a incidência solar direta (Figura 9). Os animais com a acessibilidade à sombra, porém com pastos ensolarados, saem para pastejo em horas quentes, mas retornam à sombra em curto espaço de tempo.

As condições de temperatura no Centro-Oeste estimulam novilhas leiteiras cruzadas a buscarem sombra na maior parte de um dia de céu aberto. Assim, a utilização da arborização das pastagens (sistemas silvipastoris) para amenizar o estresse térmico de rebanhos leiteiros é um fator determinante da eficiência produtiva e sanitária de bovinos leiteiros (GARCIA et al., 2014).

Foto: Embrapa Agrossilvipastoril.



Figura 9. Arborização de pastagens com um híbrido de eucalipto (clone H13) na região Centro-Oeste. Experimento conduzido com gado leiteiro pela Embrapa Agrossilvipastoril, no Município de Sinop, MT.

Outros resultados: Capacitação e atualização tecnológica de agentes multiplicadores: Transferência de tecnologia sobre sistemas de ILPF.

Os eventos de transferência de tecnologia consistiram da divulgação de resultados das pesquisas e das tecnologias geradas pela Embrapa com sistemas de ILPF, para os estados de Tocantins e Goiás. Foram capacitados diversos agentes multiplicadores representados por extensionistas, consultores autônomos, técnicos de cooperativas, associações, sindicatos e produtores líderes. Público esse com potencial capacidade para repassar os conhecimentos adquiridos sobre as tecnologias geradas pela Embrapa, onde foram abordados temas técnicos relacionados aos sistemas de ILPF (Figura 10).

Houve, ainda, o treinamento e capacitação de nove estudantes do curso técnico Senar Florestas, em metodologias de implantação e manejo do componente florestal em sistemas de integração, com ênfase em espécies do gênero *Eucalyptus* implantadas em Unidades de Referência Tecnológica (URT) com sistemas silvipastoris.

Foto: Jorge Ribaski



Figura 10. Dia de campo coordenado pelo Escritório de Negócios (EN) de Goiânia da Embrapa Transferência de Tecnologia, com o objetivo de apresentar as técnicas e os resultados dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) implantados na Fazenda Boa Vereda, no Município de Cachoeira Dourada, GO.

No Estado de Goiás foi realizado um curso para 45 agrônomos em treinamento de consultores do Programa ABC, que incluiu uma visita às URT de ILPF, localizadas na Fazenda Boa Vereda, em Cachoeira Dourada, GO (PACHECO et al., 2015).

A visita técnica fez parte do programa de treinamento e capacitação do Programa ABC Cerrado que é executado conjuntamente entre o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), a Embrapa e o SENAR, tendo como prioridade capacitar produtores rurais e técnicos do bioma Cerrado nas tecnologias preconizadas pelo Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC), que visa aumentar a área produzida sob sistemas sustentáveis de produção (ILPF) e diminuir a pressão sobre as florestas nativas, contribuindo, assim, para a redução da emissão de gases de efeito estufa (PACHECO et al., 2015).

Benefícios potenciais dos resultados para a sociedade

Os resultados alcançados com a definição de protocolos silviculturais e indicação de técnicas silviculturais sustentáveis, para as diferentes regiões do País, proporcionarão a obtenção de matéria-prima de origem florestal em maior quantidade e com a qualidade adequada, contribuindo para o estabelecimento de políticas de expansão de plantios florestais para a produção de biomassa energética. Com isso, será possível, também, incrementar a participação dos pequenos e médios produtores na cadeia produtiva, valorizando o desenvolvimento regional sustentável a partir do cultivo de árvores plantadas, como alternativa econômica e ambientalmente viável.

Com a obtenção desses avanços incrementais do conhecimento, o reflorestamento em áreas degradadas e carentes de alternativas de suprimento energético, em pequenas e médias propriedades rurais, poderá representar um importante papel futuro, tanto na produção de madeira para usos diversos, como na conservação ambiental, propiciando, ainda, acréscimos de renda para o produtor rural. Possibilitará também a reincorporação ao processo produtivo de áreas alteradas, a partir de plantações florestais nativas e exóticas, colaborando de forma significativa para o aumento da oferta de madeira para biomassa e propiciando a diminuição da pressão sobre as florestas naturais.

Com relação aos sistemas agrossilvipastoris, os resultados obtidos pelo projeto comprovam a potencialidade desses sistemas de integração para a aplicação no meio rural, pois eles são capazes de oferecer vantagens econômicas diferenciadas ao produtor. Permite-se, com isso, evitar também a degradação ambiental e melhorar a qualidade de vida dos produtores rurais, por meio do aumento da produtividade das pastagens, maior produção de leite e ganho de peso animal, além da colheita de produtos florestais, diversificando a renda na propriedade rural.

A conversão de áreas de pastagens em sistemas silvipastoris, usando espécies arbóreas de rápido crescimento, como as do gênero *Eucalyptus*, entre outras, poderá ser um importante diferencial competitivo do agronegócio brasileiro, tanto para o setor pecuário quanto para ao setor de base florestal, uma vez que estes sistemas oferecem emprego e incremento da renda com maior eficiência que a pecuária extensiva e, conseqüentemente, maior tendência para promover a sustentabilidade socioeconômica do agronegócio.

Considerações finais

Levando-se em conta a proposição desse projeto e a característica das pesquisas com espécies florestais, que demandam um tempo maior para a obtenção de resultados finalísticos, existe ainda a necessidade de avaliações mais pormenorizadas sobre o rendimento energético de algumas espécies potenciais, principalmente nativas, quando cultivadas em escala comercial. Dessa forma, é importante ressaltar que estas atividades de pesquisa devem ter prosseguimento, em virtude da perspectiva de longo prazo do estudo e da possibilidade de continuidade desse projeto, em uma nova fase.

Com a continuidade desse projeto, espera-se que os esforços e benefícios a serem gerados por estas tecnologias resultem no aumento de produtividade das plantações florestais para biomassa, aumento da eficiência dos processos e melhoria da qualidade dos produtos, geração de trabalho e renda, melhoria da qualidade de vida no campo e da qualidade do ambiente para toda a sociedade.

Finalmente, essas ações de pesquisa permitirão expandir os plantios florestais, em bases sustentáveis, por meio do emprego de sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta, envolvendo empresas, pequenos e médios produtores, contribuindo para a recuperação de áreas degradadas e, conseqüentemente, minimizar a pressão sobre os recursos naturais. Os ganhos incrementais no avanço do conhecimento

e aprimoramento das tecnologias contribuirão para colocar o Brasil numa posição de destaque no cenário mundial, como produtor de biomassa energética.

Agradecimentos

Aos membros da equipe do projeto pertencentes às unidades da Embrapa: Acre, Amapá, Agrossilvipastoril, Amazônia Ocidental, Amazônia Oriental, Clima Temperado, Florestas, Gado de Leite, Pecuária Sul, Pesca e Aquicultura, Roraima, Semiárido, Soja e Escritório de Negócios de Goiânia. Às instituições parceiras, públicas e privadas, que direta ou indiretamente contribuíram para viabilizar as ações desse projeto: Amaggi Exportação e Importação Ltda, Associação Gaúcha de Empresas Florestais (Ageflor), Banco do Nordeste do Brasil S.A., Emater/RS-Ascar, Estância Sá Brito, Faculdade Metropolitana de Curitiba (Famec/IEL), Folem Indústria e Comércio Ltda, FIT Manejo Florestal Ltda., Fundação Maronna, Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA), Jari Celulose, Papel e Embalagens S.A., Secretaria de Agricultura e Pecuária de Alegrete, RS, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

Referências

ANJOS, A. F. T. dos; SARTORI, W. W.; TONINI, H.; MORALES, M. M.; PORFIRIO-DASILVA, V. Performance and quality of wood in a clone of *Eucalyptus* in monoculture and silvipastoral system. **Nativa**, v. 4, n. 2, p. 77-81, 2016. DOI: 10.14583/2318-7670.v04n02a04.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Dados do setor**: março 2014. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/1874729-Dados-do-setor-marco-2014.html>>. Acesso em: 15 maio 2016.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco energético nacional**: resultados preliminares 2012. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio: Brasil 2014/15 a 2024/25: projeções de longo prazo.** Brasília, DF, 2015. Disponível em: <http://www.brasilagro.com.br/imagens/projecoes_do_agronegocio_2025_web-ok.pdf>. Acesso em: 12 maio 2016.

CARDOSO, D. J.; RIBASKI, J. **O uso do dendrômetro “criterion” para determinação do volume de árvores por método não destrutivo.** Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 15 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 288).

DRUMOND, M. A.; KIILL, L. H. P.; RIBASKI, J.; AIDAR, S. T. de. **Caracterização e usos das espécies da caatinga: subsídio para programas de restauração florestal nas Unidades de Conservação da Caatinga (UCCAs).** Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2016a. 37 p.

DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R. de; RIBASKI, J. **Eucalipto no Semiárido brasileiro.** Petrolina: Embrapa Semiárido; Colombo: Embrapa Florestas, 2016b. 42 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 276; Embrapa Florestas. Documentos, 297).

DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R. de; RIBASKI, J.; SANTOS, P. E. T. dos; TAVARES, J. A. Performance of two hybrid clones of eucalyptus planted under five spacings in the Araripe plateau, Pernambuco, Brazil. **ActaHorticulturae**, n. 959, p. 167-172, 2012. Edição do Proceedings of the III International Symposium on Guava and other Myrtaceae, Petrolina, sept. 2012.

DRUMOND, M. A.; RIBASKI, J.; FARIAS, S. M.; OLIVEIRA, V. R.; SÁ, I. B.; PEREIRA, P. S.; SANTOS, D. E. P. S. Desenvolvimento de espécies nativas da Caatinga em áreas degradadas na Chapada do Araripe, Pernambuco. In: SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 4., 2015, Petrolina. **Experiências e oportunidades para o desenvolvimento.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015a. (Embrapa Semiárido. Documentos, 262).

DRUMOND, M. A.; RIBASKI, J.; TAVARES, J. A.; OLIVEIRA, V. R. de; SA, I. B.; PEREIRA, P. S.; NASCIMENTO, C. E. de S. Influência do preparo de solo no crescimento de híbridos de *Eucalyptus* na Chapada do Araripe, Pernambuco. In: SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 4., 2015, Petrolina. **Experiências e oportunidades para o desenvolvimento.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015b. (Embrapa Semiárido. Documentos, 262).

ESCOBAR, J. F.; COELHO, S. T. O potencial dos pellets de madeira como energia no Brasil. **Jornal BiomassaBR**, v. 3, n. 12, p. 9-14, 2014.

GARCIA, L. F.; MELLO, A. C. T.; CARNEVALLI, R. A.; ECKSTEIN, C.; CRESTANI, S.; BORGES, G. C.; PEDREIRA, B. C.; LOPES, L.B. Comportamento de novilhas leiteiras em sistemas silvipastoris no Centro-Oeste brasileiro – II: busca espontânea por sombra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 24., 2014, Vitória. **Zootecnia fazendo o Brasil crescer.** Vitória: UFES, 2014.

MELGUEIRO, F. I. G. **Resposta à adubação e espaçamento de duas espécies florestais para produção de energia na Amazônia Central**. 2014. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

MÜLLER, M. D.; MARTINS, C. E.; BRIGHENTI, A. M.; MORENZ, M. J. F.; ROCHA, W. S. D.; SOUZA SOBRINHO, F.; CALSAVARA, L. H. F.; ANDRADE, P. J. M. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta como alternativa para produção pecuária leiteira sustentável em áreas declivosas. In: MARTINS, P. do C.; PICCININI, G. A.; KRUG, E. E. B.; MARTINS, C. E.; LOPES, F. C. F. (Org.). **Sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva do leite**: desafios e perspectivas. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 345-386.

MÜLLER, M. D.; SALLES, T. T.; PACIULLO, D. S. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. R.T. Equações de altura, volume e afilamento para eucalipto e acácia estabelecidos em sistema silvipastoril. **Floresta**, v. 44, p. 473-484, 2014. DOI: 10.5380/rt.v44i3.33149.

OLIVEIRA JÚNIOR, O. L.; CARNEVALLI, R. A.; PERES, A. A. C.; REIS, J. C.; MORAES, M. C. M. M.; PEDREIRA, B. C. Análise econômico-financeira de sistemas integrados para a produção de novilhas leiteiras. **Archivos de Zootecnia**, v. 65, n. 250, p. 203-212, 2016.

PACHECO, A. R.; NICOLI, C. M. L.; REIS, C. A. F.; MONTEIRO, L. A.; WANDER, A. E. Adoption of crop-livestock systems: what comes next? In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 3., 2015, Brasília, DF. **Towards sustainable intensification**: proceedings. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

RIBASKI, J.; RIBASKI, S. A. G. Sistemas agroflorestais na Região Sul do Brasil. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. de (Ed.). **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 45-68.

SANTOS, S. de F. de O.; HATAKEYAMA, K. Processo sustentável de produção de carvão vegetal quanto aos aspectos: ambiental, econômico, social e cultural. **Produção**, v. 22, n. 2, p. 309-321, 2012. DOI: 10.1590/S0103-65132012005000010.

SILVA, R. A.; GONÇALVES, D. A. de; SALES, A. Desempenho do tachi-branco em resposta à adubação combinada de fósforo e potássio em Latossolos. **Acta Iguazu**, v. 5, n. 2, p. 37-48, 2016.

TONINI, H.; MORALES, M. M.; MENEGUCI, J. L. P.; ANTONIO, D. B. A.; WRUCK, F. J. Biomassa e área foliar de clones de eucalipto em ILPF: implicações para a desrama. **Nativa**, v. 4, n. 5, p. 271-276, 2016. DOI: 10.14583/2318-7670.v04n05a02.

VARELLA, A. C.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; RIBASKI, J. SOARES, A. B.; MORAES, A. de; MORAIS, H.; SAIBRO, J. C.; BARRO, R. S. Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no Sul do Brasil. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S. (Ed.). **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 435-460.

Embrapa

Florestas

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 14022