



**Uso do pinhão-manso em
sistemas de integração
lavoura-pecuária-floresta**

Uso do pinhão-manso em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta

*Marcelo Dias Müller
Marcela Venelli Pyles
Domingos Sávio Campos Paciullo
Carlos Eugênio Martins
Alexandre Magno Brighenti dos Santos
Wadson Sebastião Duarte da Rocha*

Introdução

Com a atual perspectiva de esgotamento das reservas de fontes energéticas de origem fóssil, a utilização de biomassa como fonte alternativa para produção de energia ganha espaço na discussão sobre o desenvolvimento de práticas mais sustentáveis que exerçam pouco impacto ambiental. Nesse contexto, a utilização do óleo extraído de espécies oleaginosas se mostra como uma eficaz alternativa, uma vez que esse óleo pode ser utilizado como matéria-prima para produção de energia renovável, como o biodiesel.

Em razão da alta diversidade de espécies oleaginosas adaptadas a diferentes climas e biomas, das características de solo e da disponibilidade de terra e mão de obra competente, o Brasil apresenta grande potencial para produção de biocombustíveis na maior parte do seu território (Dias et al., 2008). Com isso, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPM) foi desenvolvido pelo governo brasileiro com intuito de proporcionar o acesso do produtor familiar ao mercado de biocombustíveis, integrando-o a essa cadeia produtiva sem que haja, necessariamente, sua desvinculação das atividades tradicionais.

Dentre as espécies consideradas promissoras para a produção de biodiesel, o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) tem se destacado por ser uma espécie perene com grande potencial produtivo, de crescimento rápido e passível de consorciação com outros cultivos, o que a torna uma alternativa viável principalmente para a agricultura familiar, que

se beneficiará do melhor aproveitamento da área e da obtenção de rendimentos intermediários (Machado et al., 2009).

A utilização de consórcio de espécies arbóreas ou arbustivas com outras culturas, notadamente com pastagens e criação animal, em sistemas que integram lavoura-pecuária e floresta, traz reais benefícios produtivos e ambientais, na medida em que representa a otimização do uso do solo. O uso da técnica de plantio direto na palha, bem como a introdução de um componente arbóreo/arbustivo, proporciona aporte de matéria orgânica, o que conduz a melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (Neves et al., 2009; Salton et al., 2014). De modo semelhante, Xavier et al. (2014) observaram maior tendência de deposição de serapilheira e, conseqüentemente, de nitrogênio em sistemas silvipastoris, em comparação ao monocultivo de braquiária. Os mesmos autores ainda relataram maiores ganhos de peso por animal no sistema silvipastoril. O efeito positivo de sistemas silvipastoris na qualidade da forragem e no aumento de peso em novilhas leiteiras foi descrito por Paciullo et al. (2011). A presença de um componente arbóreo também oferece a possibilidade de aumento do conforto térmico para os animais (Paes Leme et al., 2005), o que pode contribuir para o aumento da produtividade animal.

Assim, conclui-se que a introdução do pinhão-mansão nesses sistemas pode ser acompanhada dos mesmos benefícios, embora ainda não haja conhecimento suficiente sobre a influência dessa espécie sobre as espécies cultivadas nas entrelinhas. Estudos nessa área ainda são incipientes, com destaque para os realizados por Silva et al. (2012), que analisaram o crescimento de espécies forrageiras consorciadas com o pinhão-mansão, e por Schulz et al. (2014), que estudaram o desenvolvimento de plantas de pinhão-mansão estabelecidas em consórcio com Tifton 85, com diferentes quantidades de área útil por planta até os 18 meses de idade.

Cabe ressaltar que o cultivo associado de diferentes espécies de plantas em uma mesma área pressupõe a existência de interações dinâmicas e que se alteram com o tempo, principalmente em áreas onde há o componente arbóreo/arbustivo, tendo em vista o crescimento contínuo em altura, a projeção de copa e o índice de área foliar, que modificam a distribuição de luz ao longo do tempo. Dessa forma, a produtividade do sistema será modificada continuamente (José et al., 2004).

Nesse sentido, o estudo do desenvolvimento vegetativo, produção e fenologia de plantas lenhosas componentes de sistemas consorciados, em diferentes arranjos de plan-

tio e tipos de consórcio, é fundamental para o direcionamento de práticas de manejo, tais como definição de espaçamento entre plantas e arranjo de plantio; dessa forma, possibilita-se a otimização de várias atividades em uma mesma unidade produtiva, trazendo benefícios socioeconômicos, como a diversificação da produção e da renda (Müller et al., 2011).

Sistemas integrados de lavoura-pecuária-floresta

Os sistemas que integram lavoura-pecuária-floresta (ILPF) são baseados em dois princípios: o de rotação de cultura e o de consórcio entre cultivo de grãos, forrageiras e espécies florestais, a fim de otimizar o uso do solo e dos recursos naturais, visando sempre à máxima produtividade do sistema. Com a comercialização intermediária dos grãos e dos produtos oriundos da pecuária, os proprietários rurais conseguem amortizar o custo de implantação e manutenção da floresta (Viana et al., 2013), aumentando e diversificando sua renda ao longo do ano.

Dentro do atual conceito de ILPF, existem quatro combinações possíveis entre os componentes: integração lavoura-pecuária (agropastoril); integração pecuária-floresta (silvipastoril); integração lavoura-floresta (agroflorestal); e integração lavoura-pecuária-floresta (agrossilvipastoril).

Além de verticalizar e diversificar a produção, os sistemas ILPF são tecnicamente eficientes e ambientalmente adequados (Behling, 2014). Diversos autores destacam que esses sistemas representam uma alternativa de uso sustentável do solo, na medida em que proporcionam: i) proteção do solo contra a erosão, conservação da água, manutenção do ciclo hidrológico e melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (Xavier et al., 2002; Neves et al., 2009); ii) aumentos do valor nutricional da forragem (Castro et al., 1999; Paciullo et al., 2007) e do conforto térmico animal (Paes Leme et al., 2005); iii) melhorias no desempenho de bovinos criados a pasto (Paciullo et al., 2011); e iv) benefícios socioeconômicos, tais como diversificação da produção e da renda (Müller et al., 2011), redução do risco da atividade e redução da sazonalidade da demanda por mão de obra no campo, o que torna a atividade pecuária regional mais sustentável e rentável.

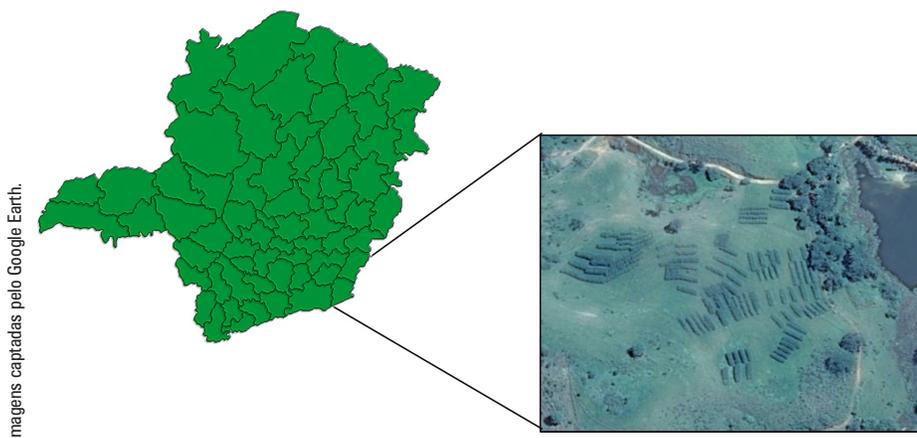
A implantação de um sistema integrado exige maior planejamento, uma vez que, além de demandarem conhecimento sobre diferentes atividades agrícolas, pecuárias e florestais, há necessidade de uma previsão das atividades por um longo prazo e das possíveis

interações entre os componentes do sistema (Viana et al., 2013). Daí se depreende que a tecnologia envolve um conjunto de práticas e técnicas pertinentes a diferentes atividades. Cada um desses três segmentos possui suas peculiaridades em termos de requerimento de práticas agrícolas, equipamentos e insumos, portanto a atividade requer insumos, equipamentos, conhecimentos e disponibilidade para lidar simultaneamente com três grupos de explorações agropecuárias dentro da propriedade.

Em relação ao componente florestal, o espaçamento adotado é de suma importância do ponto de vista silvicultural, tecnológico e econômico, pelo fato de influenciar diretamente a taxa de crescimento, a qualidade da madeira, a idade de corte, os aspectos econômicos investidos e a limitação física imposta aos outros componentes do sistema. Assim, o planejamento deve abranger a estrutura necessária para o cultivo e colheita das culturas consorciadas e ainda prever as interações dos componentes sem perder o foco nos produtos florestais almejados (Viana et al., 2013).

Experimento ILPF com pinhão-manso

No município de Coronel Pacheco, localizado em uma região montanhosa de Minas Gerais (Figura 1), implantou-se um experimento na Embrapa Gado de Leite, em janeiro de 2009, em uma área de 2,4 ha com pastagem de *Brachiaria decumbens* já estabelecida em solo naturalmente pouco fértil.



Imagens captadas pelo Google Earth.

Figura 1. Experimento de pinhão-manso, estabelecido no Campo Experimental José Henrique Bruschi, pertencente à Embrapa Gado de Leite.

Dois tipos de consórcio são avaliados mensalmente nesse experimento: um sistema integrado de lavoura-pecuária e floresta (ILPF), caracterizado pela semeadura do milho (*Zea mays* L.) cultivar 'AG 1051' entre as faixas de pinhão-manso, sobre palhada de *B. decumbens*, em espaçamento de 1 m entre fileiras, deixando-se 1 m de distância das plantas de pinhão-manso; e um sistema silvipastoril (SSP), caracterizado pela implantação do pinhão-manso na pastagem já estabelecida, sem adubação da pastagem (Figura 2).



Figura 2. A) sistema pinhão-manso x milho x braquiária; B) sistema pinhão-manso x braquiária.

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, em arranjo de parcelas subdivididas, com três repetições. A parcela foi constituída por cinco espaçamentos (Figura 3): 6 m x 3 m (555 plantas por hectare), 12 m x (2 m x 2 m) (714 plantas por hectare), 10 m x (2 m x 2 m) (833 plantas por hectare), 8 m x (2 m x 2 m) (1.000 plantas por hectare) e 6 m x 1,5 m (1.111 plantas por hectare); e a subparcela, pelos dois tipos de consórcio: ILPF e SSP. Os espaçamentos 6 m x 3 m e 6 m x 1,5 m são constituídos por renques formados por uma linha simples de plantas, com espaçamento entre renques de 6 m. Os espaçamentos 8 m x (2 m x 2 m), 10 x (2 m x 2 m) e 12 m x (2 m x 2 m) são constituídos por renques formados por duas linhas de plantas de pinhão-manso, e, em cada renque, as linhas de plantas são espaçadas entre si em 2 m; em cada linha, as plantas também são espaçadas em 2 m; o espaçamento entre renques variou de 8 m a 12 m.

As parcelas referentes aos tratamentos com linhas simples (6 m x 3 m e 6 m x 1,5 m) foram compostas por quatro linhas de plantio e nove plantas em cada linha. A área útil da parcela foi definida como as duas linhas centrais, tendo-se utilizado cinco plantas em cada linha. Os demais tratamentos, com linhas duplas, foram compostos por três faixas de duas

linhas, com nove plantas em cada linha. A área útil da parcela foi definida pelas duas linhas da faixa central, tendo-se utilizado cinco plantas em cada linha.

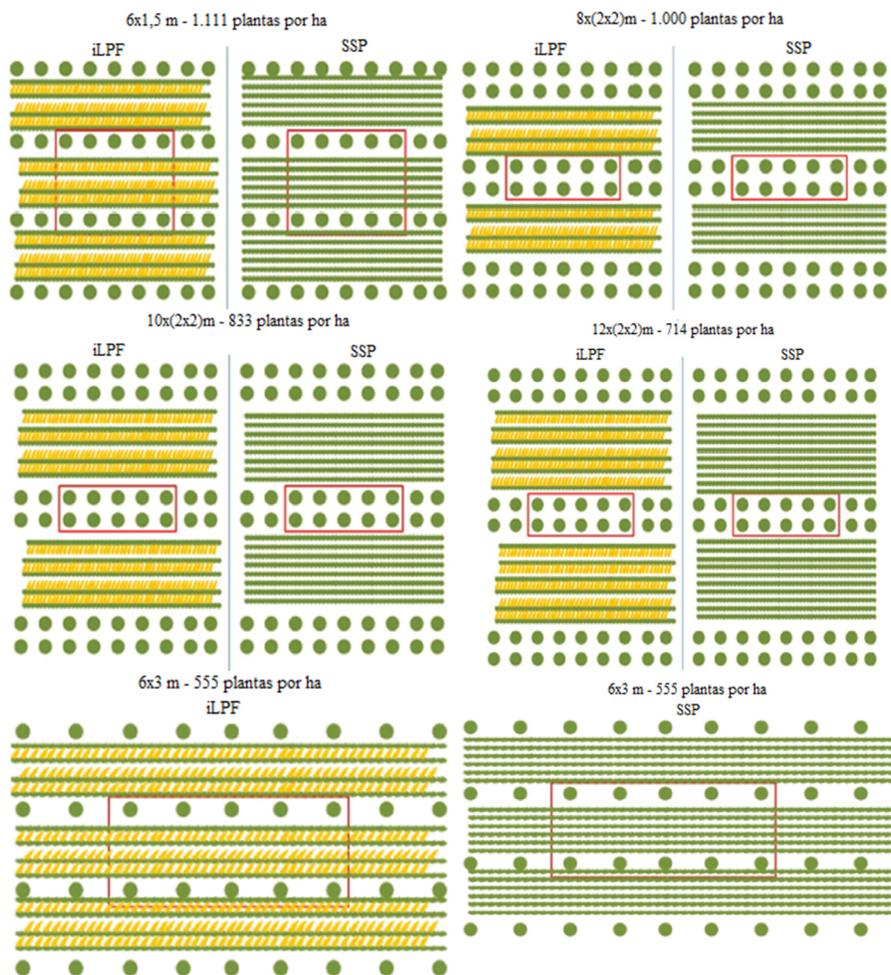


Figura 3. Arranjo ilustrativo das unidades experimentais de plantio de pinhão-mansão (*Jatropha curcas*). Para cada espaçamento de plantio, são apresentadas duas subparcelas: sistema integrado lavoura-pecuária-pinhão-mansão (ILPF); sistema silvipastoril integração pecuária-pinhão-mansão (SSP). Os círculos correspondem às plantas de pinhão-mansão. As linhas verdes correspondem à braquiária, e o tracejado amarelo corresponde ao milho. O retângulo no centro das parcelas corresponde à área útil, onde foram tomadas as medidas das plantas de pinhão-mansão.

O pasto foi manejado em sistema de pastejo rotativo, com períodos de ocupação que variaram entre cinco e sete dias e período de descanso entre 35 dias em meses chuvosos e 49 dias em meses secos.

No sistema ILPF, o pastejo foi iniciado de 30 a 40 dias após a colheita do milho, quando o pasto já estava recuperado (Figura 4).

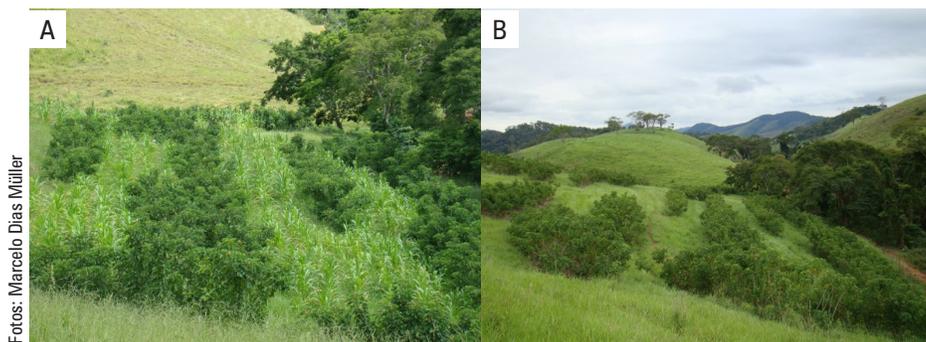


Figura 4. Sistema pinhão-manso x milho x braquiária, antes (A) e após (B) a colheita do milho.

Neste, partiu-se das hipóteses de que o espaçamento de plantio e o tipo de consórcio influenciam a produção individual e, por consequência, a produção por área de pinhão-manso. Sendo assim, objetivou-se analisar o efeito de diferentes arranjos de plantio próprios para o consórcio com a atividade agrícola e pecuária, bem como tipos de consórcio na produção de plantas de pinhão-manso em relação a três aspectos: produtividade, desenvolvimento vegetativo e floração.

Para a avaliação da produtividade do componente arbóreo, foi contabilizado o número de: ramos com frutos, cachos em cada ramo, frutos por cachos e grãos por fruto de uma amostra de árvores feitos por Müller et al. (2015). Para a avaliação do desempenho vegetativo das plantas de pinhão-manso, foram utilizados alguns descritores agrônômicos comumente empregados na identificação dessas espécies: a altura das plantas, o diâmetro da copa e o número de novas brotações (Müller et al., 2014). E, por fim, como existem indicações de que a presença de inflorescências dessa cultura é descontínua durante o ano, a quantidade de florações foi distribuída pelos meses de ocorrência e comparada entre os sistemas.

Produção do pinhão-manso em diferentes sistemas consorciados

O pinhão-manso inicia a produção de grãos já no primeiro ano de cultivo, porém Achten et al. (2008) explicam que a produtividade vai depender de uma série de fatores que não são bem descritos para a espécie, tais como: características edafoclimáticas locais, variabilidade genética, idade da planta e manejo (espaçamento, poda, adubação, etc.). Saturnino et al. (2005) constataram que a produtividade até o terceiro ano é muito baixa e que, somente após o quarto ano, a produtividade fica em torno de 2.500 kg ha⁻¹ em condições de sequeiro e dobra esse valor em condições irrigadas. Outros trabalhos mostram que a produtividade pode variar de 100 kg ha⁻¹ a 8.000 kg ha⁻¹, entre as idades de 3 a 9 anos (Heller, 1996).

Sobre o desenvolvimento vegetativo das plantas de pinhão-manso, os resultados encontrados por Müller et al. (2015) demonstram que o espaçamento de plantio e o tipo de consórcio influenciaram a formação de cachos, o número de cachos por fruto, a produção por planta e a produtividade do pinhão-manso. Para o número de grãos por fruto e peso de grãos, não foram observadas diferenças significativas, apesar de haver uma tendência de valores mais altos para plantas estabelecidas em sistema ILPF. Não houve significância estatística para os efeitos da interação densidade de plantio x tipo de consórcio, mas sim para os efeitos isolados destes.

Assim como os resultados obtidos por Ratre (2004) e Silva et al. (2011), que demonstram que a produção por planta aumenta significativamente com o espaçamento entre plantas, compensando, assim, a menor densidade populacional, o espaçamento amplo entre plantas (6 m x 3 m) do estudo proporcionou produção de cachos, frutos por cacho e, conseqüentemente, sementes (em kg de sementes por planta) significativamente superior aos demais tratamentos.

Para outras espécies vegetais, tais como mamona (Bizinato et al., 2010; Soratto et al., 2011) e feijão-caupi (Bezerra et al., 2009), também se observa a mesma tendência. Isso, segundo os autores, se deve à maior área para captação de luz nos maiores espaçamentos, possibilitando uma arquitetura de copa produtiva mais adequada e, conseqüentemente, maior produção de massa de matéria seca, o que permite maior expressão do potencial de emissão de racemos pelas plantas.

O tipo de consórcio também influenciou a formação de cachos, o número de frutos por cacho e, conseqüentemente, a produção. As plantas estabelecidas em sistema ILPF apresentaram valores significativamente superiores para essas variáveis, comparadas àquelas estabelecidas em sistema SSP. Esse efeito pode ser atribuído ao aproveitamento do adubo residual da cultura do milho pelas plantas de pinhão-manso.

De acordo com Macdicken e Vergara (1990), a integração de árvores/arbustos com cultivos agrícolas e pastagens pode resultar em um uso mais eficiente da radiação incidente, da água e nutrientes no solo, tendo em vista que, em função de suas diferentes arquiteturas biológicas, exploram diferentes porções da atmosfera e do solo. Essa teoria foi confirmada por Lehmann et al. (1998) e Odhiambo et al. (2001), que demonstram que espécies arbóreas e agrícolas, quando em consórcio, exploram diferentes partes do perfil do solo, em que a espécie arbórea apresenta maior densidade de raízes nas partes mais profundas do solo e a espécie agrícola, maior densidade de raízes na superfície. Ainda, segundo os autores, o uso da água no sistema agroflorestal foi mais eficiente, comparado aos cultivos solteiros.

Em relação à produção por hectare de pinhão-manso, nos plantios mais densos, foram obtidas as maiores produções tanto para o sistema ILPF quanto para o sistema SSP. Isso mostra que o adensamento de plantas pode contribuir para o aumento da produtividade do pinhão-manso, conforme observam Souza et al. (2011), independentemente do sistema de consórcio. Também se observou que o espaçamento de 6 m x 3 m (densidade de 555 pl ha⁻¹) compensou a menor densidade de plantio com maior produção por planta (Figura 5), superando os tratamentos de 714 e 833 plantas por hectare.

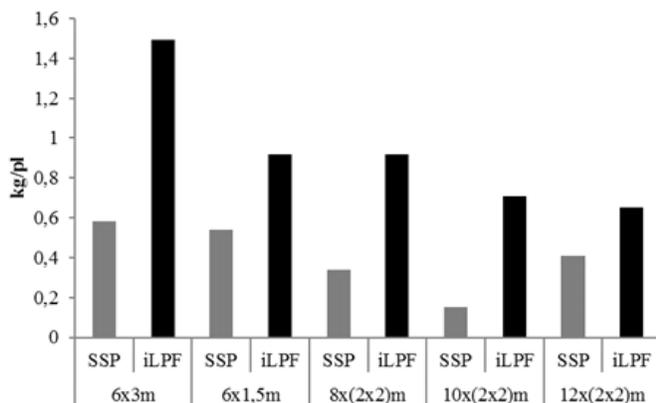
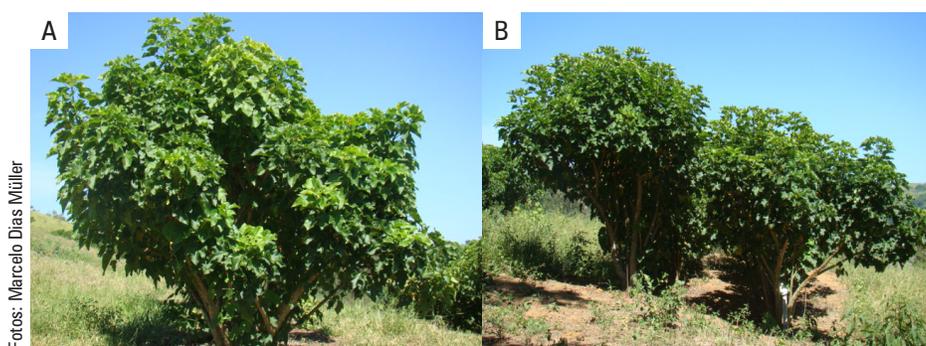


Figura 5. Produção de grãos (em kg/planta) de pinhão-manso em diferentes espaçamentos e tipos de consórcio.

Desenvolvimento vegetativo do pinhão-manso em diferentes sistemas consorciados

Em relação ao desenvolvimento vegetativo do pinhão-manso, Müller et al. (2014) observaram que, após a primeira safra, a diferenciação entre os tratamentos aconteceu apenas entre os consórcios para as variáveis altura de planta, diâmetro de copa e número de brotações, não havendo diferenças significativas entre as árvores plantadas em espaçamentos diferentes. Nessa primeira diferenciação, o ILPF apresentou valores médios maiores para diâmetro de copa comparado ao sistema SSP.

Na safra seguinte, já havia sido observado efeito de parcela, em que os espaçamentos 6 m x 3 m e 6 m x 1,5 m apresentaram as maiores médias para a variável altura, tendo diferido das demais. O diâmetro de copa foi superior apenas para o espaçamento 6 m x 3 m (Figura 6). No entanto, a variável número de brotações sofreu influência tanto do espaçamento de plantio quanto do tipo de consórcio (Figura 7). Isso é extremamente relevante uma vez que a produção é maior quanto maior a quantidade de brotações por planta. O espaçamento 6 m x 3 m proporcionou maior número de brotações, tendo diferido dos demais tratamentos.



Fotos: Marcelo Dias Müller

Figura 6. Detalhe da forma da copa em dois diferentes espaçamentos. A) uma planta estabelecida em espaçamento 6 m x 3 m; B) duas plantas estabelecidas em espaçamento com linhas duplas.

No desdobramento da interação entre espaçamento e tipo de consórcio, as variáveis diâmetro de copa e número de brotações foram influenciadas pelo espaçamento de plantio, principalmente no sistema ILPF. Não foi observado efeito do espaçamento de

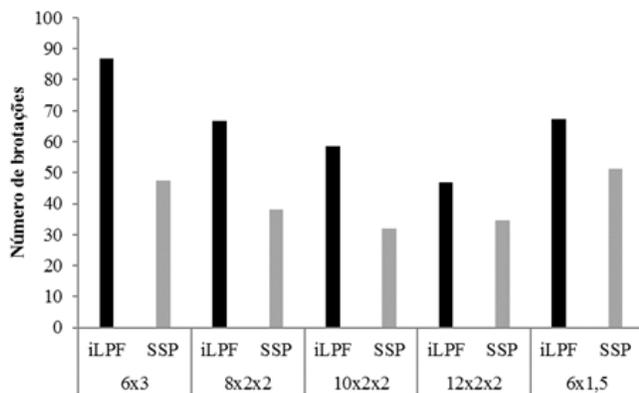


Figura 7. Efeito do tipo de consórcio na altura de planta, no diâmetro de copa e no número de brotações de plantas de pinhão-manso (*Jatropha curcas*) estabelecidas em diferentes espaçamentos de plantio.

plântio na variável altura, dentro do tipo de consórcio. O maior desenvolvimento vegetativo das plantas de pinhão-manso, estabelecidas em espaçamentos maiores, pode ser atribuído ao maior espaço disponível para as plantas aproveitarem os recursos do solo e a luminosidade incidente. Mesmo no caso do espaçamento 6 m x 1,5 m, que corresponde à maior densidade de plantio, apesar da maior competição entre plantas na linha de plantio (1,5 m entre plantas), há maior espaço entre as linhas.

Assim, semelhante ao resultado obtido para produção vegetativa, os plantios de pinhão-manso consorciados com cultivos agrícolas e pastagens obtiveram melhor desempenho quando comparados aos SSP. A partir da introdução do milho no iLPF, esse efeito pode ser atribuído ao aproveitamento do adubo residual da cultura pelo componente arbóreo do sistema.

Horschutz et al. (2012) constataram que houve efeito de espaçamento em plantas de pinhão-manso aos 480 dias após o plantio e que espaçamentos menos adensados resultaram maiores áreas foliares por planta. Isso representa maior capacidade das plantas em aproveitar a energia solar, o que pode explicar o maior crescimento de plantas estabelecidas em espaçamentos mais amplos (González-Sanpedro et al., 2008). Porém, ressalte-se que há um limite máximo de plantas em um determinado espaço, em razão da competição fisiológica entre elas (Chavarria et al., 2011). Singh et al. (2013) relataram que não houve efeitos do aumento de densidade de plantio nas variáveis altura e número de brotações de plantas de pinhão-manso, em quatro localidades, na Índia. Segundo os autores, mesmo o menor espaçamento entre plantas avaliado, de 2 m x 2 m, não foi suficiente para que o efeito de competição pudesse ser observado.

No experimento, o efeito do tipo de consórcio dentro de cada espaçamento evidencia que, em sistema ILPF, há maior desenvolvimento vegetativo das plantas.

Floração do pinhão-mansão

O florescimento é um dos estádios fenológicos mais importantes para a produção de óleo em *Jatropha curca*, tendo-se em vista que o número de flores femininas determinam, junto com a sua fecundação, quantos frutos e grãos serão desenvolvidos (Juhász et al., 2013). A inflorescência é tipo cimeira, sendo emitida juntamente com as novas brotações. Geralmente, as flores masculinas abrem primeiro e cercam uma única flor feminina central (Raju; Ezradanam, 2002). Porém, dependendo de certas condições ambientais, pode ocorrer de as flores femininas abrirem primeiro (Saturnino et al., 2005), provocando um padrão desuniforme de abertura que favorece a fecundação cruzada (Chang-Wei et al., 2007).

De acordo com um estudo conduzido por Drummond et al. (1984), nas condições climáticas de Minas Gerais, a florada do pinhão-mansão aparece após o período da seca, e os frutos podem ser colhidos entre fevereiro e abril, se não houver prorrogação do período chuvoso. No entanto, como a abertura de flores femininas pode ocorrer em dias diferentes, e o desenvolvimento dos frutos segue o padrão de infrutescências, muitas vezes o crescimento dos últimos frutos continua até depois do amadurecimento dos primeiros (Saturnino et al., 2005).

No experimento conduzido pela Embrapa Gado de Leite, nota-se que tanto no sistema ILPF quanto no SSP, o período de florescência é bastante longo, ocorrendo em pelo menos 2/3 do ano (Figura 8). Porém, no sistema ILPF, em todos os meses, houve quantidades maiores de flores, o que possibilita uma maior produção, uma vez que uma maior quantidade de flores sugere uma maior quantidade de frutos, em condições ambientais normais.

Assim como já discutido, as árvores plantadas sob o sistema ILPF são beneficiadas pelo efeito residual do adubo fornecido para a cultura anual, o que gera maior vigor de crescimento da planta, influenciando tanto no tamanho das inflorescências quanto na proporção de flores femininas (Saturnino et al., 2005).

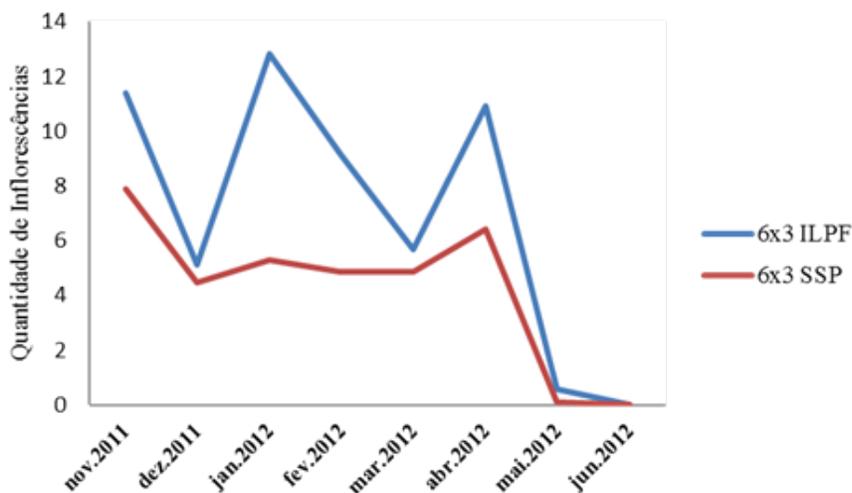


Figura 8. Distribuição de inflorescências por meses no ano em sistemas integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e sistema silvipastoril (SSP).

Considerações finais

Os resultados obtidos demonstram que, nas condições estudadas, o sistema ILPF contribuiu para um maior desenvolvimento e produção das plantas de pinhão-manso. Entretanto, é importante ressaltar que esses resultados devem ser analisados com cautela, uma vez que demonstram apenas os efeitos dos tratamentos na produção do pinhão-manso e, portanto, não representam o sistema como um todo. Assim, para a recomendação do estabelecimento de plantas de pinhão-manso em sistemas consorciados, ainda existem lacunas no conhecimento sobre os efeitos nas culturas intercalares. Nesse sentido, destaca-se o trabalho de Silva et al. (2012), que estudaram o crescimento e a produção de espécies forrageiras consorciadas com pinhão-manso. Entretanto, o espaçamento utilizado neste trabalho foi de 3 m x 2 m, o que não corresponde a um espaçamento ideal para sistemas consorciados com pastagens, tendo em vista a grande ocupação do site pelas plantas de pinhão-manso e consequente sombreamento excessivo. Além disso, são necessários estudos relativos ao comportamento e desempenho animal nessas áreas, bem como a definição de coeficientes técnico-econômicos e operacionais do manejo desses sistemas, tendo o pinhão-manso como espécie arbustiva.

Outro fator a ser considerado é que, no sistema pinhão-manso consorciado com pastagem (SSP), a pastagem não foi adubada, o que pode ter sido um dos motivos das diferenças observadas. Sendo assim, futuras investigações são necessárias a fim de se incorporar essa possibilidade.

Referências

- ACHTEN, W. M. J.; VERCHOT, L.; FRANKEN, Y. J.; MATHIJS, E.; SINGH, V. P.; AERTS, R.; MUYS, B. *Jatropha* bio-diesel production and use. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, n. 12, p. 1063-1084, Dec. 2008. DOI: 10.1016/j.biombioe.2008.03.003.
- BEHLING, M.; WRUCK, F. J.; ANTONIO, D. B. A.; MENEGUCI, J. L. P.; PEDREIRA, B. C. e; CARNEVALLI, R. A.; CORDEIRO, L. A. M.; GIL, J.; FARIAS NETO, A. L. de; DOMIT, L. A.; SILVA, J. F. V. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF). In: GALHARDI JUNIOR, A.; SIQUERI, F.; CAJU, J.; CAMACHO, S. (Ed.). **Boletim de pesquisa de soja 2013/2014**. Rondonópolis: Fundação MT, 2013. p. 306-325.
- BEZERRA, A. A. de C.; TÁVORA, F. J. A. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Características de dossel e de rendimento em feijão-caupi ereto em diferentes densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1239-1245, out. 2009. DOI: 10.1590/S0100-204X2009001000005.
- BIZINOTO, T. K. M. C.; OLIVEIRA, E. G. de; MARTINS, S. B.; SOUZA, S. Â. De; GOTARDO, M. Cultivo da mamoneira influenciada por diferentes populações de plantas. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 367-370, 2010. DOI: 10.1590/S0006-87052010000200014.
- CASTRO, C. R. T. de; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 919-927, 1999. DOI: 10.1590/S1516-35981999000500003.
- CHANG-WEI, L.; KUN, L.; YOU, C.; YOUNG-YU, S. Floral display and breeding system of *Jatropha curcas* L. **Forestry Studies in China**, v. 9, n. 2, p. 114-119, June 2007. DOI: 10.1007/s11632-007-0017-z.
- CHAVARRIA, G.; TOMM, G. O.; MULLER, A.; MENDONÇA, H. F.; MELLO, N.; BETTO, M. S. Índice de área foliar em canola cultivada sob variações de espaçamento e de densidade de semeadura. **Ciência Rural**, v. 41, n. 12, p. 2084-2089, dez. 2011. DOI: 10.1590/S0103-84782011001200008.
- DIAS, L. A. S.; MULLER, M.; FREIRE, E. Potencial do uso de oleaginosas arbóreas em sistemas silvipastoris. In: FERNANDES, E. M.; PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T.; MULLER, M. D.; ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. C. (Org.). **Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2008. p. 283-314.

DRUMMOND, O. A.; PURCINO, A. A. C.; CUNHA, L. H. de S; VELOSO, J. de M. **Cultura do pinhão-manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1984.

GONZÁLEZ-SANPEDRO, M. C.; LE TOAN, T.; MORENO, J.; KERGOAT, L.; RUBIO, E. Seasonal variations of leaf area index of agricultural fields retrieved from Landsat data. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 3, p. 810-824, Mar. 2008. DOI: 10.1016/j.rse.2007.06.018.

HELLER, J. **Physical nut (*Jatropha curcas* L.)**: promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 66 p.

HORSCHUTZ, A. C. O.; TEIXEIRA, M. B.; ALVES, J. M.; SILVA, F. G.; SILVA, N. F. da. Crescimento e produtividade do pinhão-manso em função do espaçamento e irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 10, p. 1093-1099, out. 2012. DOI: 10.1590/S1415-43662012001000009.

JOSÉ, S.; GILLESPIE, A. R.; PALLARDY, S. G. Interspecific interactions in temperate agroforestry. **Agroforestry Systems**, v. 61, n. 1-3, p. 237-255, July 2004. DOI: 10.1023/B:AGFO.0000029002.85273.9b.

JUHÁSZ, A. C. P.; RESENDE, M. D. V. de; LAVIOLA, B. G.; COSTA, M. R. Melhoramento genético de *Jatropha curcas*: considerações e metodologias. In: RESENDE, J. C. F. de; LONDE, L. N.; NEVES, W. dos S. (Ed.). **Pinhão-manso**. Nova Porteirinha: EPAMIG, 2013. p. 89-152.

LEHMANN, J.; PETER, I.; STEGLICH, C.; GEBAUER, G.; HUWE, B.; ZECH, W. Below-ground interactions in dryland agroforestry. **Forest Ecology and Management**, v. 111, n. 2-3, p. 157-169, Dec. 1998. DOI: 10.1016/S0378-1127(98)00322-3.

MACDICKEN, K. G.; VERGARA, N. T. **Agroforestry, classification and management**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 382 p.

MACHADO, A. R.; RESENDE, J. C. F. de; MOURA, P. C. S.; GONÇALVES, N. P.; SATURNINO, H. M.; FARIA, R. S. de; ANDRADE, L. F. Avaliação do consórcio de pinhão-manso com culturas alimentares, oleaginosas e produtoras de fibra no Norte de Minas Gerais. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 7., 2010, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: [s.n.], 2010.

MÜLLER, M. D.; BRIGHENTI, A. M.; PACIULLO, D. S. C.; MARTINS, C. E.; ROCHA, W. S. D. da; OLIVEIRA, M. H. S. de. Produção de plantas de pinhão manso em diferentes espaçamentos e tipos de consórcio. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1155-1173, 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20131624.

MÜLLER, M. D.; NOGUEIRA, G. S.; CASTRO, C. R. T. de; PACIULLO, D. S. C.; ALVES, F. de F.; CASTRO, R. V. O.; FERNANDES, E. N. Economic analysis of an agrosilvipastoral system for a mountainous area in Zona da Mata Mineira, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1148-1153, out. 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001000005.

- MÜLLER, M. D.; PACIULLO, D. S. C.; MARTINS, C. E.; ROCHA, W. S. D. da; CASTRO, C. R. T. de. Desenvolvimento vegetativo de pinhão-mansô em diferentes arranjos de plantio em sistemas agrossilvopastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 7, p. 506-514, jul. 2014. DOI: 10.1590/S0100-204X2014000700002.
- NEVES, C. M. N.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; MACEDO, R. L. G.; MOREIRA, F. M. de S.; D'ANDRÉA, A. F. Indicadores biológicos da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 105-112, jan./fev. 2009. DOI: 10.1590/S1413-70542009000100015.
- ODHIAMBO, H. O.; ONG, C. K.; DEANS, J. D.; WILSON, J.; KHAN, A. A. H.; SPRENT, J. I. Roots, soil water and crop yield: tree crop interactions in a semi-arid agroforestry system in Kenya. **Plant and Soil**, v. 235, n. 2, p. 221-233, Aug. 2001. DOI: 10.1023/A:1011959805622.
- PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B. de; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 573-579, abr. 2007. DOI: 10.1590/S0100-204X2007000400016.
- PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T. de; GOMIDE, C. A. de M.; MAURICIO, R. M.; PIRES, M. de F. Á.; MÜLLER, M. D.; XAVIER, D. F. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v. 141, n. 2-3, p. 166-172, Nov. 2011. DOI: 10.1016/j.livsci.2011.05.012.
- PAES LEME, T. M. S.; PIRES, M. de F. Á.; VERNEQUE, R. da S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 668-675, maio/jun. 2005. DOI: 10.1590/S1413-70542005000300023.
- RAJU, A. J. S.; EZRADANAM, V. Pollination ecology and fruting behavior in monocious species, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Current Science**, v. 83, n. 11, p. 1395-1398, Dec. 2002.
- RATREE, S. A preliminary study on physic nut (*Jatropha curcas* L.) in Thailand. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 7, n. 9, p. 1620-1623, 2004. DOI: 10.3923/pjbs.2004.1620.1623.
- SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 190, p. 70-79, June 2014. DOI: 10.1016/j.agee.2013.09.023.
- SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, v. 26, p. 44-78, 2005.
- SCHULZ, D. G.; FEY, R.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. de M. Crescimento de pinhão-mansô em função da área útil e do consórcio com Tifton 85. **Revista Floresta**, v. 44, n. 2, p. 207-216, 2014. DOI: 10.5380/rev.v44i2.32291.

SILVA, C. J.; SILVA, Y. K. da; STAUT, L. A.; SCHIAVO, J. A. Produção de pinhão-manso em diferentes espaçamentos em Anastácio, MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS DE PINHÃO-MANSO, 2., 2011, Brasília, DF. **Pinhão-manso: focando em soluções sustentáveis para produção de biocombustíveis: anais**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia: ABBPM, 2011. 1 CD-ROM.

SILVA, J. A. N. da; SOUZA, C. M. A. de; SILVA, C. J. da; BOTTEGA, S. P. Crescimento e produção de espécies forrageiras consorciadas com pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 6, p. 769-775, jun. 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012000600006.

SINGH, B.; SINGH, K.; RAO, G. R.; CHIKARA, J.; KUMAR, D.; MISHRA, D. K.; SAIKIA, S. P.; PATHRE, U. V.; RAGHUVANSHI, N.; RAHI, T. S.; TULI, R. Agro-technology of *Jatropha curcas* for diverse environmental conditions in India. **Biomass and Bioenergy**, v. 48, p. 191-202, Jan. 2013. DOI: 10.1016/j.biombioe.2012.11.025.

SORATTO, R. P.; SOUZA-SCHILICK, G. D. de; GIACOMO, B. M. S.; ZANOTTO, M. D.; FERNANDES, A. M. Espaçamento e população de plantas de mamoneira de porte baixo para colheita mecanizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, p. 245-253, mar. 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011000300004.

SOUZA, H. U. ; VELOSO, M. E. da C.; BLANCO, F. F.; VASCONCELOS, L. F. L.; SOUSA, F. G. C. de; CARVALHO, T. T. C. B. A. de; RIBEIRO, E. A. de S. Produtividade de frutos de pinhão-manso sob diferentes densidades de plantio em Teresina - PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS DE PINHÃO MANSO, 2., 2011, Brasília, DF. **Pinhão-manso: focando em soluções sustentáveis para produção de biocombustíveis: anais**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia: ABBPM, 2011. 1 CD ROM. (Embrapa Agroenergia. Documentos, 005).

VIANA, M. C. M.; VENTURIM, R. P.; GONTIJO NETO, M. M.; ALBERNAZ, W. M.; ALVARENGA, R. C. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no estado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO AGROMINAS, 2013, Governador Valadares. **O agronegócio regional em evidência**. Governador Valadares: Agro-Minas, 2013. 13 p.

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A. Melhoramento da fertilidade do solo em pastagem de *Brachiaria decumbens* associada com leguminosas arbóreas. **Pasturas Tropicais**, v. 25, n. 1, p. 23-26, 2002.

XAVIER, D. F.; LÉDO, F. J. da S.; PACIULLO, D. S. de C.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Nitrogen cycling in a *Brachiaria*-based silvopastoral system in the Atlantic forest region of Minas Gerais, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 99, n. 1-3, p. 45-62, July 2014. DOI: 10.1007/s10705-014-9617-x.