

CRESCIMENTO DE PINHÃO-MANSO EM FUNÇÃO DA ÁREA ÚTIL E DO CONSÓRCIO COM TIFTON 85

Deisinará Giane Schulz¹, Rubens Fey², Ubirajara Contro Malavasi³, Marlene de Matos Malavasi⁴

¹Bióloga, Doutoranda em Agronomia, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil - deisi_gs@hotmail.com

²Eng. Agrônomo, UFFS, Laranjeiras do Sul, PR, Brasil - rubensfey@hotmail.com

³Eng. Florestal, Ph.D., UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil - biramalavasi@yahoo.com.br

⁴Eng^a. Agrônoma, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil - marlenemalavasi@yahoo.com.br

Recebido para publicação: 11/06/2013 – Aceito para publicação: 06/12/2013

Resumo

Este ensaio comparou o crescimento e a produção de frutos de *Jatropha curcas* L. em função do espaço de crescimento e da presença de Tifton 85. O ensaio foi constituído por arranjos circulares com quatro tratamentos de área útil por planta (1,57 m², 3,92 m², 6,28 m² e 8,63 m²), com oito repetições, consorciado ou não com a herbácea Tifton 85. O cultivo solteiro de pinhão-manso com área útil de 6,28 m² resultou em menor altura de plantas e maiores teores foliares de nitrogênio e fósforo, enquanto que a área útil de 1,57 m² resultou em maior altura de plantas. Os menores valores para altura, número de folhas, número de frutos, índice SPAD e teores de nitrogênio e fósforo resultaram do plantio consorciado. Entretanto, a área útil de 1,57 m² promoveu maiores diâmetros do caule. O diâmetro da copa apresentou os maiores valores em plantas crescendo com área útil de 3,92 m², enquanto que com 1,57 m² houve limitação na ampliação da copa. A produção máxima de frutos em cultivo solteiro foi alcançada aos 18 meses após o plantio, correspondente à estação quente do ano, independentemente dos espaçamentos de plantio.

Palavras-chave: Cultivo consorciado; espaçamento de plantio; planta forrageira; *Jatropha curcas* L.

Abstract

Growth and fruit production of physic nut as a function of plant growth area and Tifton 85. This essay compared development and fruit production of *Jatropha curcas* L. in relation to growing space and presence of an herbaceous competitor. The essay was composed by two circular plots with four plant growing areas (1.57 m², 3.92 m², 6.28 m², and 8.63 m²) with eight replications for plot intercropped or not with Tifton 85. The cultivation of physic nut in the spacing of 6.28 m² resulted in lower plant height and higher levels of leaf nitrogen and phosphorus, while the 1.57 m² spacing resulted in increased plant height. The lowest values for plant height, number of leaves, number of fruits, SPAD index, and levels of nitrogen and phosphorus resulted in the intercropped plot. However, the 1.57 m² spacing yielded higher stem diameter. Crown diameter presented the highest values in the 3.92 m² spacing while the 1.57 m² limited the crown expansion. Maximum fruit production in monocrop plot was reached 18 months after planting date, which corresponded to the warmest season independently of planting space.

Keywords: Intercropping; planting spacing; forage; *Jatropha curcas* L.

INTRODUÇÃO

Sistemas silvipastoris têm-se mostrado importantes no desenvolvimento sustentável, por combinarem produção com conservação dos recursos naturais, atendendo diferentes necessidades dos produtores rurais, como alimento, madeira, lenha e forragem (DIAS *et al.*, 2008). Porém existe carência de informações sobre o arranjo de plantio dos organismos lenhosos, já que diversos fatores influenciam o crescimento daqueles componentes (BELTRÃO *et al.*, 2010). Segundo Lustosa (2008), no sistema silvipastoril, a densidade do povoamento florestal pode aumentar ou reduzir a produção de forragem e, conseqüentemente, a pressão de pastejo da área.

Entre as espécies com incentivo governamental e conhecimento técnico limitado, o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), oleaginosa perene da família das Euforbiáceas (SATURNINO *et al.*, 2005), destaca-se pela importância econômica do óleo produzido e pela adaptabilidade às diferentes condições

edafoclimáticas, contribuindo com o desenvolvimento rural, além de permitir o uso de culturas anuais alimentícias em consórcio (SATO *et al.*, 2009).

Para garantir o sucesso do sistema de integração de culturas, deve-se utilizar uma forrageira de boa qualidade. O Tifton 85, do gênero *Cynodon*, caracteriza-se como um híbrido sul-africano de potencial forrageiro introduzido no Brasil por produtores de leite, muito utilizado na alimentação animal, tanto na forma de feno como na de pastejo (ALVIM *et al.*, 1999).

Considerando a hipótese de que diferentes espaçamentos entre plantas e o plantio consorciado com Tifton 85 podem influenciar no crescimento e na produção de frutos de *J. curcas*, este trabalho objetivou comparar o crescimento e a produção de frutos de *J. curcas* em função do espaço de crescimento e da presença ou ausência de Tifton 85.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Pato Bragado, PR, com coordenadas geográficas de 24°37'35" S e 54°13'29" W e altitude de 288 m. O clima da região, segundo Köppen, é Subtropical Úmido Mesotérmico, com verões quentes (temperatura média superior a 22 °C), tendência a concentração de chuvas, invernos com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18 °C) e precipitação média anual de 1.500 mm.

O solo é classificado como Latossolo Vermelho eutoférico de textura argilosa, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2006), com teor de matéria orgânica de 21,5 g.dm⁻³ e bases trocáveis de Ca = 2,6 cmol_c.dm⁻³, Mg = 1,2 cmol_c.dm⁻³, K⁺ = 0,5 cmol_c.dm⁻³, Al³⁺ = 0,4 cmol_c.dm⁻³, P = 6,6 mg.dm⁻³, acidez potencial de H+Al = 6,6 cmol_c.dm⁻³, pH = 4,3 e as seguintes propriedades físico-químicas: CTC = 10,6 cmol_c.dm⁻³ e V = 42,6%.

Mudas de pinhão-mansão com dois anos de idade foram plantadas em áreas circulares tipo leque, conforme Nelder (1962), constituídas de oito raios espaçados de 45 graus entre si (repetições), os quais representavam áreas úteis de crescimento de 1,57 m² (6.369 plantas.ha⁻¹), 3,92 m² (2.551 plantas.ha⁻¹), 6,28 m² (1.592 plantas.ha⁻¹) e 8,63 m² (1.158 plantas.ha⁻¹), consorciadas ou não com Tifton 85. As mudas foram plantadas nas interseções dos raios com as circunferências concêntricas a distâncias regulares de dois metros a partir do centro, com a inclusão de bordadura externa com 10,99 m² de área útil.

As análises morfométricas incluíram a altura, o diâmetro do caule e o número de ramos quantificadas aos 0,3 (dezembro/2009), 6 (março/2010), 9 (junho/2010), 12 (setembro/2010) e 15 (dezembro/2010) meses após o plantio (MAP), assim como o número de folhas e o índice SPAD (Soil Plant Analysis Development), com clorofilômetro SPAD-502, aos 3, 6, 9 e 15 MAP. Adicionalmente, quando presentes nas épocas de coleta dos dados morfométricos, foram contabilizados o número de frutos por planta, bem como determinada a área foliar média por planta, utilizando-se o software Quant ver. 1.0 (VALE *et al.*, 2003), aos 9, 15 e 18 MAP. Aos 15 e 18 meses após o plantio a campo, foram coletados os dados referentes ao diâmetro da copa das plantas de pinhão-mansão, com trena e régua milimétrica.

Aos 15 MAP determinou-se a composição nutricional de sete folhas por planta, colhidas aleatoriamente da altura média, tanto para plantas cultivadas solteiras como nas consorciadas com Tifton 85. As folhas foram secadas em estufa a 65 ± 3 °C durante 72 h. Para avaliação nutricional, as amostras secas foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de 30 mesh, e o material foi armazenado em sacos plásticos devidamente identificados. Para quantificação do teor de N, amostras de 0,2 g foram submetidas a digestão com H₂SO₄, enquanto os teores de fósforo e potássio foram determinados após a digestão nitroperclórica (LANA *et al.*, 2010).

Aos 12 MAP realizou-se a pulverização nas folhas com fungicida sistêmico (Priori Xtra), utilizando-se 300 mL.ha⁻¹ do produto comercial diluído em água na dose de 50 g.i.a.ha⁻¹, visando o controle da ferrugem e de oídio. Aos 15 MAP pulverizou-se o inseticida Endosulfan 35 CE, para controle de percevejos e cigarrinha-verde, utilizando-se uma diluição de 0,1%.

Os dados foram submetidos à análise conjunta em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com parcelas subdivididas no tempo e oito repetições por tratamento. As parcelas foram constituídas de quatro áreas úteis por planta e subparcelas das épocas de coleta dos dados, que variaram de acordo com as variáveis mensuradas. Verificou-se a possibilidade de utilização da análise conjunta, calculando os quadrados médios residuais individuais e verificando que a relação não ultrapasse de 7:1 (BANZATTO; KRONKA, 1989). A possibilidade de análise conjunta dos experimentos (com e sem Tifton 85) e a

verificação de diferenças significativas ($p < 0,05$) permitiram a análise individual do ensaio através do aplicativo Genes (CRUZ, 2006).

Os resultados das análises químicas das folhas foram submetidos à análise de variância em esquema fatorial 2×4 , composto por dois sistemas de cultivo e quatro áreas úteis em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições por espaçamento. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) através do aplicativo Genes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes à análise de solo aos 15 MAP (Tabela 1) evidenciam que o solo da área com pinhão-manso e Tifton 85 apresentou maiores valores de matéria orgânica na profundidade de 0-20 cm, possivelmente devido à decomposição dos resíduos vegetais após o corte da Tifton 85. Wendling *et al.* (2005), em estudo sobre a influência de diferentes manejos no carbono orgânico em Latossolo Vermelho, salientaram a eficiência do Tifton 85 em aumentar a fitomassa sobre o solo, devido à decomposição dos resíduos vegetais.

Tabela 1. Análise química do solo da Estação Experimental de Pato Bragado, PR, em dezembro de 2010. Table 1. Chemical analysis of the soil at the Pato Bragado Experimental Station, PR, in December 2010.

| Solo | Profundidade (cm) | MO (g.dm ⁻³) | P (mg.dm ⁻³) | Cátions trocáveis (cmolc.dm ⁻³) | | | | | | V % | pH (CaCl ₂) |
|-----------|-------------------|--------------------------|--------------------------|---|------------------|------------------|------------------|--------|-----|------|-------------------------|
| | | | | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | Al ³⁺ | H + Al | CTC | | |
| Consórcio | 0-20 | 5,3 | 3,9 | 0,3 | 0,7 | 0,5 | 1,2 | 5,2 | 6,8 | 3,4 | 4,7 |
| | 0-40 | 2,1 | 2,8 | 0,2 | 0,58 | 0,5 | 1,3 | 5,6 | 7,0 | 20,1 | 4,2 |
| Solteiro | 0-20 | 1,4 | 2,7 | 0,3 | 1,07 | 1,4 | 0,6 | 4,9 | 7,8 | 37,3 | 4,2 |
| | 20-40 | 32,8 | 2,7 | 0,2 | 0,91 | 1,1 | 0,3 | 4,4 | 6,7 | 34,2 | 4,4 |

MO (g.dm⁻³): matéria orgânica; P (mg.dm⁻³): fósforo disponível; V %: saturação de bases.

O solo com pinhão-manso e Tifton 85 apresentou baixa porcentagem de saturação por bases (V), enquanto o não consorciado externou alto valor. Essa diferença entre essa variável nos solos dos dois sistemas de cultivo resultou da elevada absorção de íons no cultivo com Tifton 85 (Tabela 1), pois as duas espécies competiram por nutrientes em um mesmo local. Queiroz *et al.* (2004) estudaram a absorção de nutrientes por gramíneas em rampas de tratamento de águas residuárias da suinocultura e observaram que o Tifton 85 possui elevada capacidade de extração de nutrientes como magnésio, cálcio, fósforo e potássio.

Os resultados externaram interação para o incremento em altura entre os efeitos da área útil por planta e MAP entre os sistemas de cultivo testados (Figura 1). Os maiores incrementos resultaram em plantas cultivadas em sistema de plantio solteiro aos 6 MAP (março), com as maiores alturas mensuradas em plantas cultivadas em 1,57 m² de área útil. Para as demais datas de avaliação (MAP) não houve diferenças em função das densidades de plantio.

No sistema de plantio consorciado, os maiores incrementos em altura foram mensurados aos 3 e 6 MAP (dezembro e março, respectivamente). Houve maior incremento na área útil de 1,57 m² para o mês de dezembro (3 MAP) e maior incremento nas áreas úteis de 1,57, 3,92 e 6,28 m² no mês de março (6 MAP), diferenciando-as da área útil de 8,63 m². Adicionalmente, no mês de junho (9 MAP) as áreas úteis de 1,57 m² e 3,92 m² resultaram nos maiores incrementos (Figura 1), evidenciando o efeito da competição intraespecífica no crescimento de plantas com as menores áreas úteis. Esses resultados permitem inferir que espaçamentos mais amplos e sem um competidor herbáceo proporcionam menor competição entre plantas de *J. curcas*. Além disso, os incrementos foram diferentes nos MAP, devido à grande resposta das plantas às adversidades climáticas, como frio ocorrido após os 6 MAP.

De acordo com Moraes Neto *et al.* (2001) e Scalón *et al.* (2003), o aumento na altura de árvores com a diminuição na área útil pode ser atribuído à intensificação da busca por luminosidade, motivada pela necessidade do vegetal de ampliar ao máximo a superfície foliar e de suprir sua necessidade de foto-assimilados. As diferenças entre os dois sistemas de cultivo, resultando em menor altura de plantas no cultivo consorciado, reflete a interferência da gramínea Tifton 85.

O diâmetro do caule apresentou interação entre MAP e área útil apenas no cultivo consorciado, resultando em maiores valores quantificados no mês de março em indivíduos crescendo em área de 6,28 m². Esse valor resulta da maior competição da espécie forrageira em indivíduos explorando menores áreas úteis.

Em sistema de plantio solteiro não houve interação entre MAP e área útil por planta, externando maior incremento no DC em março e os menores em setembro, independentemente das áreas úteis testadas (Figura 1).

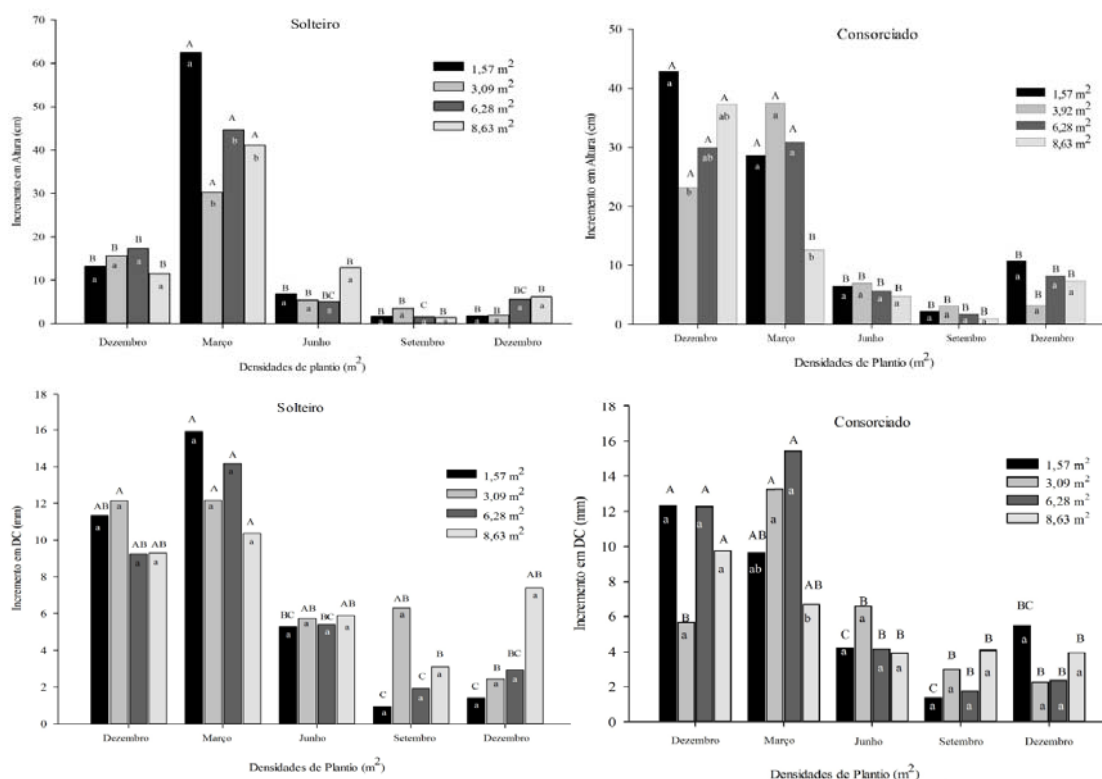


Figura 1. Incremento em altura e diâmetro do caule (DC) de pinhão-mansinho cultivados em sistema de plantio solteiro e consorciado com Tifton 85. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas entre espaçamentos e maiúsculas entre meses após plantio não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figure 1. Height increment and stem diameter (DC) of pinhão-mansinho grown in plantation system single and intercropped with Tifton 85. Averages in order by the same spacing between lowercase and capital letters between months after planting do not differ by Tukey test at 5% probability.

Semelhantemente aos resultados obtidos no presente trabalho, a competição entre espécies arbóreas e forrageiras foi reportada por Soares *et al.* (2009) entre *Pinus taeda* L. e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Aruana, *Hemarthria altissima* cv. Florida, *Axonopus catharinensis* Valls e *Cynodon dactylon* L. Pers, que resultou em competição por nitrogênio entre os componentes do sistema, devido à decomposição das acículas da espécie arbórea e da necessidade nutricional das forrageiras especialmente nas parcelas com a maior densidade arbórea.

Dias *et al.* (2008) estudaram o estabelecimento de leguminosas arbóreas em áreas de pastejo, constatando que *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula em pasto de capim-marandu apresentou maior altura das mudas, maior diâmetro do caule, maior área de copa e maior percentagem de sobrevivência em comparação ao plantio consorciado com capim-tanzânia.

Os dados referentes ao incremento no número de ramos e diâmetro de copa de plantas de pinhão-mansinho (Figura 2) não evidenciaram diferenças entre as áreas úteis em sistema de plantio solteiro. Entretanto, no sistema de cultivo consorciado, os maiores valores em incremento no número de ramos foram observados em plantas crescendo em áreas úteis de 3,92 m² no mês de março, e na de 8,63 m² no

mês de junho. O diâmetro da copa de pinhão-mansó apresentou os maiores valores quando na condição de 3,92 m² por planta.

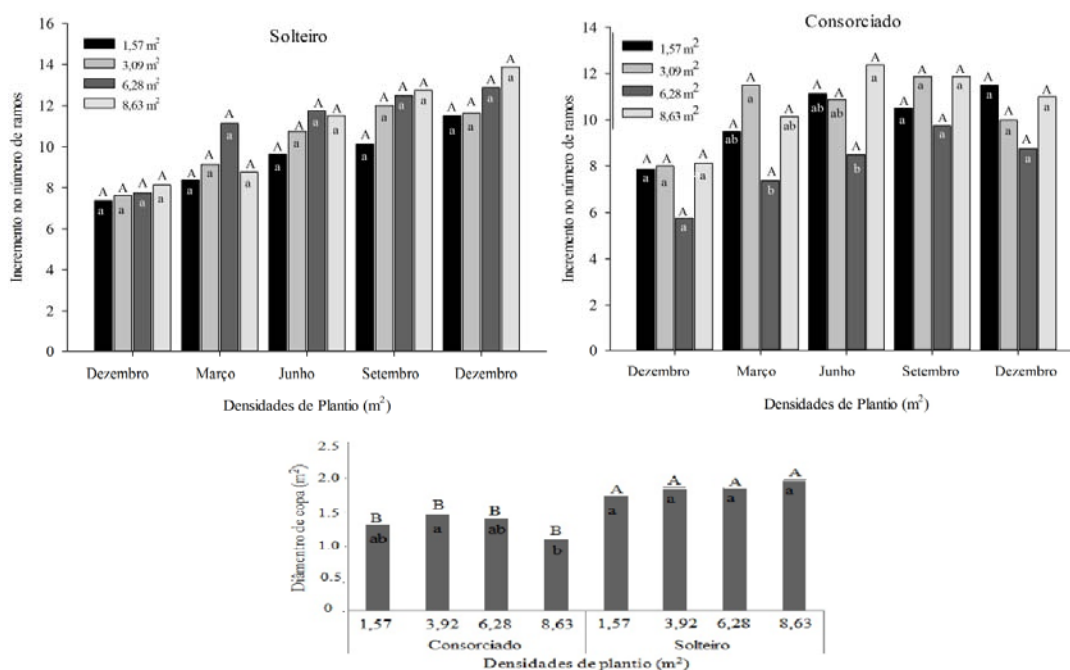


Figura 2. Incremento no número de ramos em plantas de pinhão-mansó em sistema de plantio solteiro e consorciado com Tifton 85. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas entre espaçamentos e maiúsculas entre meses após plantio não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figure 2. Increase in the number of branches in physic nut plantation system in single and intercropped with Tifton 85. Average in order by the same spacing between lowercase and capital letters between months after planting do not differ by Tukey test at 5% probability.

Corroborando os resultados acima descritos, Araújo *et al.* (2011) reportaram que *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, tanto em sistema de plantio solteiro quanto em sistema de plantio consorciado com *Brachiaria decumbens* cv Basilisk, não externou variação no diâmetro do caule, diâmetro da copa, biomassa e sobrevivência em função da área útil por planta até os 24 meses de idade.

O aumento no diâmetro da copa de plantas de pinhão-mansó resultou do aumento das brotações laterais. Dessa forma, o maior número de ramos e, consequentemente, o maior diâmetro de copa resultaram da menor competição intra e interespecífica observadas ao longo do período avaliado em cultivos com maior espaçamento no sistema consorciado. Já no sistema de cultivo solteiro não houve diferenças em função dos espaçamentos de plantio, no entanto, este sistema de cultivo resultou em maiores valores no diâmetro de copa quando comparado ao sistema de cultivo solteiro.

Resultados semelhantes foram obtidos por Spinelli *et al.* (2010), que avaliaram os efeitos diretos e indiretos das características vegetativas sobre o rendimento de óleo de pinhão-mansó com 38 meses de cultivo em espaçamento 3 x 2 m e reportaram que ocorre um maior crescimento dos ramos no sentido do maior espaço de desenvolvimento, resultando em uma copa maior. Esses mesmos autores destacaram ainda que o volume da copa tem efeito direto sobre a produtividade de grãos, sendo a arquitetura da copa uma característica importante no cultivo do pinhão-mansó.

O número de folhas e o índice SPAD foram influenciados pelo sistema de cultivo (Figura 3). Plantas de pinhão-mansó cultivadas em sistema solteiro apresentaram maior número de folhas e maior índice SPAD, ou seja, maior capacidade de captação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA). Os maiores valores para o número de folhas foram anotados em dezembro (15 MAP) no sistema de plantio solteiro, independentemente das áreas úteis por planta.

Com o sistema de plantio consorciado, houve diferenças em função da área útil no mês de março, com os maiores valores quantificados em plantas crescendo em $3,92 \text{ m}^2$, e os menores valores quantificados em $8,63 \text{ m}^2$, resultante da maior competição da espécie arbórea nos menores espaçamentos. Essa característica pode influenciar a habilidade competitiva das plantas, como foi confirmado por Zuba Júnior *et al.* (2010) após dois anos de plantio de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes espaçamentos, em que a espécie arbórea apresentou maior ampliação de área foliar promovida pelo maior adensamento das árvores, de forma a compensar a menor penetração de luminosidade nessas condições.

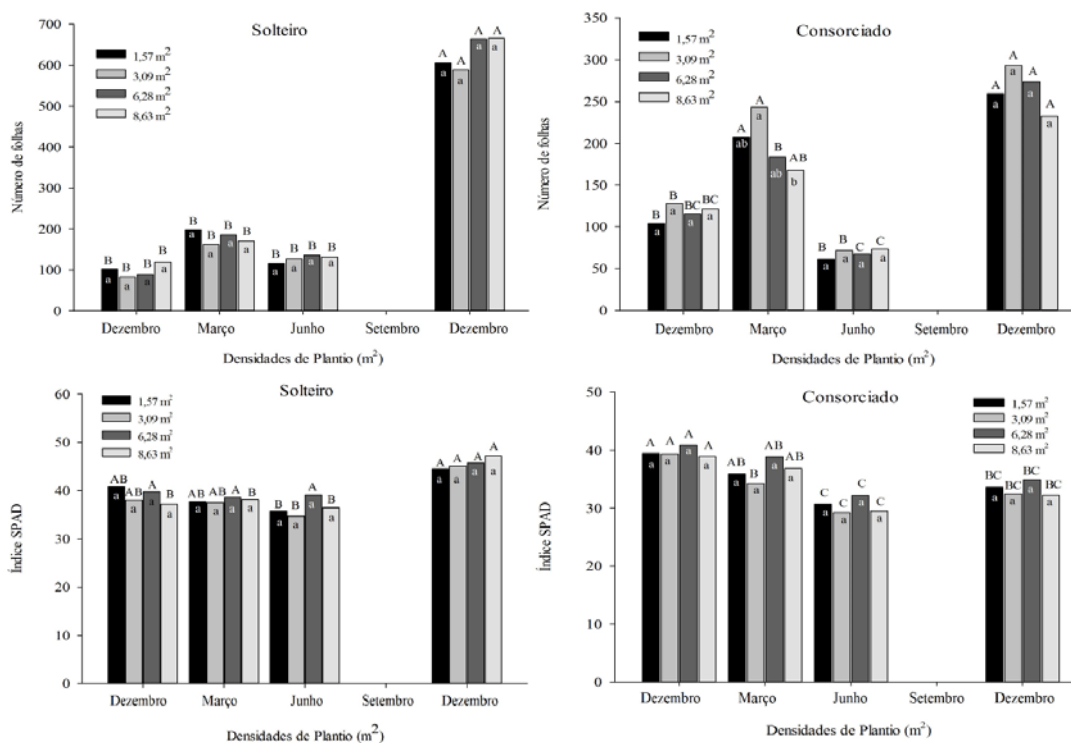


Figura 3. Número de folhas e índice SPAD em pinhão-manso cultivado solteiro e consorciado com Tifton 85 em função dos espaçamentos de plantio. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas entre espaçamentos e maiúsculas entre meses após plantio não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figure 3. Number of leaves and SPAD index in physic nut grown single and intercropped with Tifton 85 as a function of planting space. Average in order by the same spacing between lowercase and capital letters between months after planting do not differ by Tukey test at 5% probability.

O instrumento SPAD-502 avalia, quantitativamente, a intensidade do verde das folhas de diferentes vegetais, medindo as transmissões de luz a 650 nm , onde ocorre absorção de luz pela molécula de clorofila, e a 940 nm , onde não ocorre absorção, calculando assim o índice SPAD (GUIMARÃES *et al.*, 1999). O índice SPAD não apresentou interação entre MAP e áreas úteis por planta testada (Figura 3). O sistema de plantio solteiro resultou em maiores valores para o índice SPAD em dezembro. Já para o sistema de plantio consorciado, os maiores valores foram observados no mês de dezembro (3 MAP), enquanto os menores foram observados no mês de junho. Essa redução de valores possivelmente advém da menor quantidade de nutrientes disponíveis no solo e da competição com a espécie forrageira.

A determinação do índice SPAD pode prever o nível de nitrogênio (N) em plantas, pois o aumento da disponibilidade de N no solo correlaciona-se com a produção de clorofila nas plantas (ERTHAL *et al.*, 2010; MOTOMIYA *et al.*, 2009). O índice SPAD (45,5) em folhas de plantas solteiras, comparado ao de plantas consorciadas (33,3) aos 15 MAP, pode estar associado à alta absorção de N da espécie forrageira em consórcio com pinhão-manso.

O número de frutos não apresentou diferenças entre área útil por planta e MAP nos dois sistemas de cultivo (Figura 3), possivelmente pela baixa produtividade observada no primeiro ano de cultivo. A área foliar não apresentou interação entre área útil por planta e MAP em plantas cultivadas em consórcio com Tifton 85 (Figura 3). No entanto, em plantas solteiras houve interação entre MAP e área útil. As avaliações ao longo do tempo externaram diferenças para a área foliar, resultando em maiores valores em dezembro (15 MAP) nos tratamentos de 6,28 e 8,63 m² em cultivo solteiro. Por outro lado, no cultivo consorciado, os maiores valores de área foliar foram alcançados aos 6 MAP (março) em plantas crescendo com área útil de 3,92 m² (Figura 4).

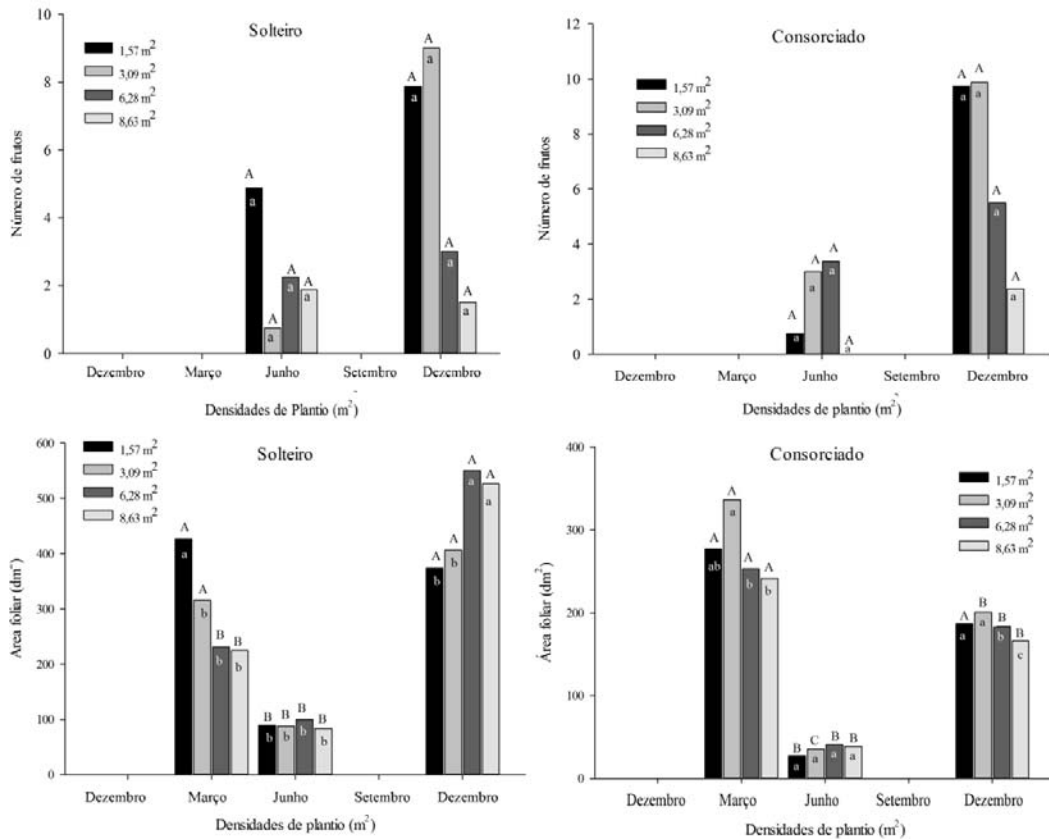


Figura 4. Área foliar (cm²) e número de frutos de pinhão-manso cultivado solteiro e em consórcio com Tifton 85. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas entre espaçamentos e maiúsculas entre meses após plantio não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figure 4. Leaf area (cm²) and number of fruits of physic nut grown in single and consortium with Tifton 85. Average in order by the same spacing between lowercase and capital letters between months after planting do not differ by Tukey test at 5% probability.

A análise dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas de pinhão-manso revelaram interação (F = 6,89; 22,47; 9,45 e P = 0,002; 0,000; 0,0003, respectivamente) entre os sistemas solteiro e consorciado de cultivo e as áreas de crescimento. O teor de N proveniente das folhas dos diferentes espaçamentos no sistema consorciado externou valores menores do que nas folhas provenientes do plantio solteiro, com maiores teores quantificados no espaçamento de 6,28 m² em plantio solteiro, sem diferenças entre as densidades de plantio no sistema consorciado (Figura 5).

Segundo Laviola e Dias (2008), o pinhão-manso apresenta alta taxa de crescimento. Portanto, o nitrogênio torna-se essencial para a assimilação de carbono e a formação de novos órgãos na planta, sendo o nutriente requerido em maior quantidade para a formação das folhas, bem como para suprir as demandas metabólicas dos frutos. Os mesmos autores calcularam teores médios de nitrogênio nas folhas

de 36,4 g.kg⁻¹ após o terceiro ano de implantação da cultura, valores estes maiores dos que os obtidos no presente trabalho.

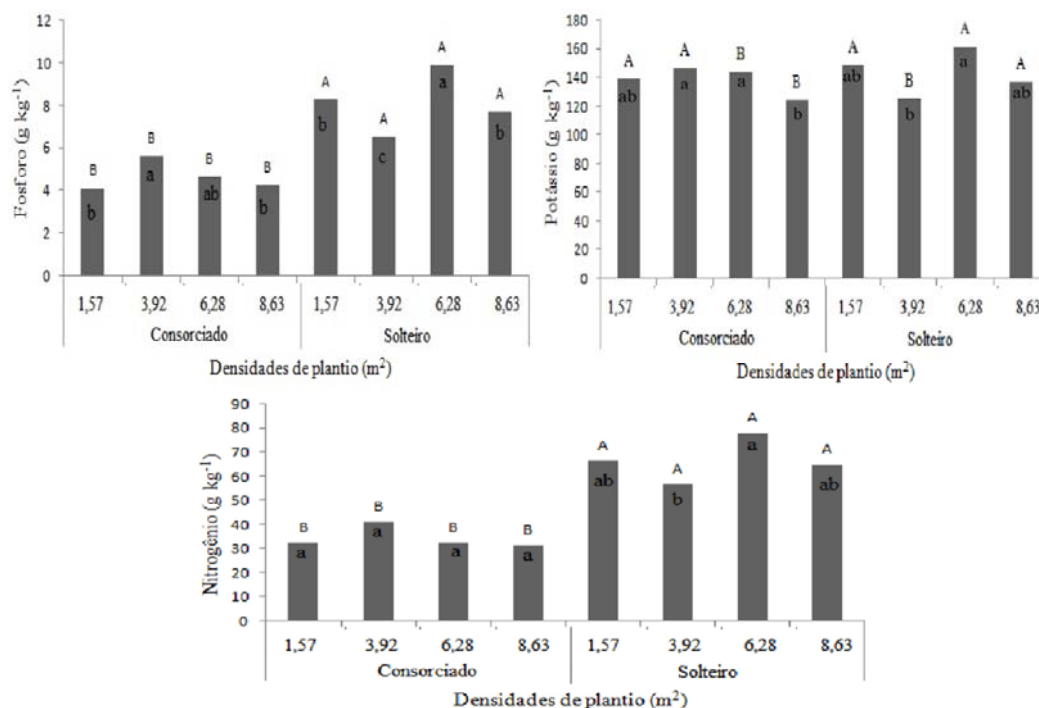


Figura 5. Resultado da análise química em folhas de pinhão-manso em função do sistema de cultivo e dos espaçamentos de plantio, aos 15 meses após o transplantio a campo em Pato Bragado, PR, 2010. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas entre espaçamentos e maiúsculas entre os sistemas de cultivo não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figure 5. Results of chemical analysis in leaves of physic nut as a function of cropping system and planting spacings at 15 months after transplanting to the field in Pato Bragado, PR, 2010. Average in order by the same spacing between lowercase and capital letters between cultivation systems do not differ by Tukey test at 5% probability.

Oliveira *et al.* (2009) reportaram que o pinhão-manso é responsivo ao aumento da disponibilidade de nutrientes na rizosfera. Essa assertiva pode justificar os menores valores para NPK nas folhas de pinhão-manso plantados em consórcio com Tifton 85, já que as duas espécies competiram pelos nutrientes do solo.

A herbácea Tifton 85 utilizada no consórcio possui a característica de elevada extração de nutrientes do solo e rápida recuperação após o corte, além da alta competitividade com plantas daninhas (QUEIROZ *et al.*, 2004). A espécie forrageira pode ter limitado a absorção de nutrientes pelas plantas de pinhão-manso, visto os baixos teores de N e P nas folhas das árvores provenientes do cultivo consorciado (Figura 5).

O teor de fósforo foi maior no espaçamento com área útil de 6,28 m² em sistema de cultivo solteiro, semelhante às respostas observadas com os teores de N e K das folhas. Os menores valores (Figura 5) foram quantificados no menor espaçamento de plantio para plantas consorciadas com Tifton 85 (1,02 g.kg⁻¹). Esse comportamento resulta principalmente da competição inter-específica presente no cultivo consorciado.

O fósforo está entre o quarto e o quinto nutriente mais requerido por plantas de pinhão-manso. No entanto, constitui-se de um elemento muito limitante, sobretudo na fase inicial do crescimento (LAVIOLA; DIAS, 2008). Ainda segundo os mesmos autores, o teor de P em folhas de pinhão-manso é em média de 3,3 g.kg⁻¹ após o terceiro ano de implantação da cultura. Neste trabalho, os valores máximos

foram de 1,4 g.kg⁻¹ em sistema de consórcio e de 2,4 g.kg⁻¹ no plantio solteiro, possivelmente pela baixa disponibilidade de fósforo no solo utilizado (Tabela 1).

O teor de potássio (40,2 g.kg⁻¹) apresentou maior valor (Figura 5) no cultivo solteiro utilizando a área útil por planta de 6,28 m². O potássio é um nutriente abundante nos tecidos vegetais, sendo absorvido do solo em grandes quantidades pelas raízes das plantas (TORRES; PEREIRA, 2008). As necessidades de potássio para o ótimo crescimento das plantas situam-se na faixa de 20 a 50 g.kg⁻¹ da massa seca da planta (MEURER, 2006). A quantidade de potássio resultante da análise química realizada no presente estudo está entre a faixa requerida para a cultura, apresentando valores acima de 30 g.kg⁻¹ nos dois sistemas de cultivo, não sendo, portanto, limitante para o crescimento.

CONCLUSÕES

- O cultivo de pinhão-mansão solteiro e com área útil de crescimento de 3,92 m² e 6,28 m² resultou em maior diâmetro da copa e maiores teores foliares de nitrogênio e de fósforo em plantas de pinhão-mansão, enquanto que a área de 1,57 m² limitou seu desenvolvimento e resultou em maior altura das plantas.
- A produção máxima de frutos foi alcançada aos 18 MAP, correspondente à estação quente do ano, independentemente da área útil de crescimento e do sistema de cultivo.
- A composição de NPK em folhas de pinhão-mansão foi menor para plantas consorciadas com Tifton 85.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro e pela concessão da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

- ALVIM, J. M.; XAVIER, D. F.; VERNEQUE, R. S.; BOTREL, M. A. Resposta do tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalos de cortes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, p. 2345 - 2352, 1999.
- ARAÚJO, R. P.; ALMEIDA, J. C. C.; RIBEIRO, E. T.; ARAÚJO, S. A. C.; MORENZ, M. J. F.; RANGEL, B. O. F.; BONAPARTE, T. P.; DEMINICIS, B. B. Características dendrométricas do *Eucalyptus urophylla* em sistema silvipastoril com *Brachiaria decumbens* sob diferentes espaçamentos. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável* (RBAS), v. 1, n. 2., p. 39 - 44, 2011.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. São Paulo: FUNEP. 1989. 247 p.
- BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S.; MARQUES, L. F.; CARDOSO, G. D.; MARACAJÁ, P. B. Época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Fortaleza, v. 5, p. 67 - 73, 2010.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: estatística experimental e matrizes**. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.
- DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, M. S.; COLOMBARI, A. A.; DIAS, J.; FRANCO, A. A. Estabelecimento de leguminosas arbóreas em pastos de capim-marandu e tanzânia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 43, p. 1413 - 1419, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006, 2. ed. 412 p.
- ERTHAL, V. J. T.; FERREIRA, P. A.; PEREIRA, O. G.; MATOS, A. T. D. Características fisiológicas, nutricionais e rendimento de forrageiras fertigadas com água residuária de bovinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 14 p. 458 - 466, 2010.
- GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ, V. H.; MONNERAT, P. H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solo. *Bragantia*, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 209 - 216, 1999.
- LANA, M. C.; FEY, R.; FRANDOLOSO, J. F.; RICHART, A.; FONTANIVA, S. **Análise química de solo e tecido vegetal: Práticas de laboratório**. Marechal Candido Rondon: EDUNIOESTE, 2010. 130 p.
- LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-mansão.

Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 32, p. 1969 - 1975, 2008.

LUSTOSA, A. A. S. Sistema silvipastoril – propostas e desafios. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, Guarapuava, Ano 3, n. 1, p. 1 - 22, 2008.

MEURER, E. J. **Fundamentos de Química do Solo**. 3. ed. Porto Alegre: Evangraf. 2006. 285 p.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, M. L. J.; SOUZA NETO, M. P. Produção de mudas de seis espécies arbóreas, que ocorrem nos domínios da floresta atlântica, com diferentes substratos de cultivo e níveis de luminosidade. **Árvore**, Viçosa, v. 25, p. 277 - 287, 2001.

MOTOMIYA, A. V. de A.; MOLIN, J. P.; CHIAVEGATO, E. J. Utilização de sensor óptico ativo para detectar deficiência foliar de nitrogênio em algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 137 - 145, 2009.

NELDER, J. A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. **Biometrics**, Arlington, v. 18, p. 283 - 307, 1962.

OLIVEIRA, J. S.; LEITE, P. M.; SOUZA, L. B.; MELLO, V. M.; SILVA, E. C.; RUBIM, J. C.; MENEGHETTI, S. M. P.; SUAREZ, P. A. Z. Characteristics and composition of *Jatropha gossypifolia* and *Jatropha curcas* L. oils and application for biodiesel production. **Biomass and Bioenergy**, Elsevier, v. 33, p. 449 - 453, 2009.

QUEIROZ, F. M.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, R. A.; LEMOS, A. F. Características químicas do solo e absorção de nutrientes por gramíneas em rampas de tratamento de águas residuárias da suinocultura. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 12, p. 77 - 90, 2004.

SATO, M.; BUENO, O. C.; ESPERANCINI, M. S. T.; FRIGO, E. P. A cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.): uso para fins combustíveis e descrição agrônômica. **Revista Varia Scientia Agrárias**, Cascavel, v. 7, p. 47 - 62, 2009.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, p. 44 - 78, 2005.

SCALON, S. P. O.; MUSSURY, R. M.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob diferentes níveis de sombreamento. **Árvore**, Viçosa, v. 27, p. 753 - 758, 2003.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Minas Gerais, v. 38, p. 443 - 451, 2009.

SPINELLI, V. M.; ROCHA, R. B.; RAMALHO, A. R.; MARCOLAN, A. L.; JÚNIOR, J. R. V.; FERNANDES, C. F.; MILITÃO, J. S. L. T.; DIAS, L. A. S. Componentes primários e secundários do rendimento de óleo de pinhão-manso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, p. 1752 - 1758, 2010.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1609 - 1618, 2008.

VALE, F. X. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; LIBERATO, J. R. Quant - A software plant disease severity assessment. In: International Congress of Plant Pathology, 8, 2003, New Zealand. **Anais...** Christchurch, New Zealand, 2003. p. 105.

WENDLING, B.; JUICKSCH, I.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p. 487 - 494, 2005.

ZUBA JÚNIOR, G. R.; SAMPAIO, R. A.; PEREIRA, C. M.; PRATES, F. B. S.; FERNANDES, L. A.; ALVARENGA, I. C. A. Crescimento do jatobá e de leguminosas arbóreas em diferentes espaçamentos, em área degradada. **Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 63 - 68, 2010.