

ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE FRUTOS EM *Jatropha curcas* L.

Vanessa Leonardo Ignácio¹; Marlene de Matos Malavasi²; Ubirajara Contro Malavasi²; João Alexandre Lopes Dranski³; Edmar Soares de Vasconcelos²

SAP 14926 Data envio: 16/08/2016 Data do aceite: 15/09/2017

Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 4, out./dez., p. 436-442, 2017

RESUMO - O ensaio objetivou estimar a produção de frutos de pinhão manso em função do espaçamento de plantio e variáveis morfométricas de fácil mensuração. Trinta indivíduos com 36 meses de idade foram aleatoriamente selecionados de um plantio comercial com espaçamentos de 3 x 2 e de 5 x 2 m. As mensurações por planta incluíram a altura (ALT), o número de galhos primários (NG), o diâmetro médio dos galhos primários (DG), o número de folhas (NFL), a área foliar (AFL), o número de frutos (NF) e a massa fresca dos frutos (MF). Os maiores valores de NF, MF, AFL, NFL e DG foram mensurados em plantas do espaçamento 5 x 2 m. A estimação do número de frutos por planta (NF) dos dois espaçamentos pode ser obtida a partir dos resultados da altura e do número de folhas empregando-se o modelo $NF = -143,7611 + 91,32257*ALT - 0,14648*NFL + 0,0001*NFL^2$.

Palavras-chave: análise de trilha, correlação, pinhão manso, relações alométricas.

*ESTIMATING FRUIT PRODUCTION FROM *Jatropha curcas* L.*

ABSTRACT - The essay aimed to estimate fruit production of physic nut as a function of planting spacing and easily measured morphometric variables. Thirty 36 months old plants were randomly selected from a commercial plantation established on a 3 x 2 or 5 x 2 m spacing. Measurements per plant included height (ALT), number of primary branches (NG), average diameter of primary branches (DG), number of leaves (NFL), leaf area (AFL), number of fruits (NF) and fruit fresh biomass (MF). The largest values of NF, MF, AFL, NFL and DG were measured in plants from the 5 x 2 m. The estimation of number of fruits per plant (NF) from the two plant spacing can be obtained with plant height and leaf number using the model $NF = -143.7611 + 91.32257*ALT - 0.14648*NFL + 0.0001*NFL^2$.

Key words: path analysis, correlation, physic nut; allometric relations.

INTRODUÇÃO

Espécies vegetais ditas oleaginosas são importantes no cenário energético nacional devido à procura por alternativas de insumos para a produção de biodiesel. *Jatropha curcas* L. é conhecida e cultivada no continente americano desde a época pré-colombiana, estando disseminada em todas as regiões tropicais e até em algumas áreas temperadas. A espécie encontra-se em processo de domesticação, pois somente nos últimos 30 anos começou a ser estudada agronomicamente, resultando em um grande leque de informações a serem pesquisados (SILVA et al., 2009).

As características do pinhão manso que despertam atenção das agências de desenvolvimento são rusticidade, adaptabilidade a ambientes semi-áridos, produção de óleo e o controle da erosão. Porém, a tecnologia de cultivo é pouco desenvolvida (SEVERINO et al., 2006).

Na Índia, Ginwal et al. (2005) reportaram *J. curcas* como promissora na produção de biodiesel por produzir um óleo de alta qualidade e atingir a fase produtiva em um curto período de tempo. De acordo com

Suerdick (2006), o pinhão manso é uma interessante opção para fortalecer e integrar a agricultura familiar à cadeia produtiva do biodiesel.

Para a obtenção de melhores aspectos qualitativos e quantitativos na produção de uma cultura, torna-se necessário o conhecimento das suas características botânicas, fenológicas e fisiológicas. No caso do pinhão manso, por ser um arbusto, necessita-se conhecer características da planta para a previsão da produção de frutos e sementes através de relações alométricas.

Uma relação é denominada de alométrica quando uma característica física ou fisiológica varia com o tamanho ou alguma dimensão do vegetal, apresentando assim, relevância nos estudos de comparação e da história de vida das espécies (BEGON et al., 1996). O método mais comum de descrição de relações alométricas em plantas é a análise de regressão (YAMADA et al., 2000).

Vega et al. (2004) verificaram que relações alométricas em pupunheira têm aplicação teórica e prática para identificar respostas da fisiologia do crescimento e prever a produção de frutos. Paludo et al. (2012)

¹Engenheira Agrônoma, Dra. em Produção Vegetal. E-mail: vanessalign@hotmail.com

²Professor(a), Dr.(a), PPGA, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. E-mail: marlenemalavasi@yahoo.com.br; biramalavasi@yahoo.com.br; edmar.vasconcelos@unioeste.br

³Professor, Dr., Faculdade Educacional de Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: joaodranski@yahoo.com.br

estimaram a produção de frutos em *Euterpe edulis* Mart. utilizando como variáveis independentes a densidade de indivíduos por área e o diâmetro mínimo de inclusão dos indivíduos inventariados.

Este ensaio objetivou estimar a produção de frutos por planta em função do espaçamento de plantio e de variáveis morfométricas de fácil mensuração em indivíduos adultos de pinhão manso.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados morfométricos foram obtidos em março de 2008 de um plantio comercial com 7 ha implantado em novembro de 2005 com espaçamentos de 3 x 2 m e de 5 x 2 m no município de Eldorado (MS) com coordenadas geográficas de 24° 47' 13" S e 54° 17' 01" O e altitude de 380 m.

O clima local é classificado como subtropical úmido, com períodos de chuva de dezembro (média de 167 mm) a março (média de 107 mm), recebendo a classificação Cfa (Köppen).

O solo é caracterizado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (LVd) de textura média, de baixa fertilidade (EMBRAPA, 2006), de formação arenito cauiá, com histórico de pastagens anteriores. Durante a fase de implantação houve consórcio nas entrelinhas com milho, feijão, aveia, abóbora, nabo e milheto, para manutenção da cobertura do solo e evitar erosão. A adubação de plantio foi composta por 200 g do adubo comercial (03-33-15), 40 g de uréia, 4 kg de esterco de galinha e 60 g de enxofre.

De cada espaçamento foram amostradas aleatoriamente 30 plantas selecionadas pelo método de amostragem aleatória simples. Admitiu-se como limite de erro 10% e 95% de probabilidade pelo teste t de Student para uma população que tende ao infinito, como sugerido por Péllico Netto e Brena (1997).

As variáveis mensuradas de cada planta foram: a altura (ALT) com régua altimétrica; o número de galhos primários (NG), ou seja, aqueles que possuem inserção no tronco da planta; o diâmetro médio dos galhos primários (DG) mensurado a 2 cm da base do galho; o número de

folhas por planta (NFL); e a área foliar (AFL) estimada pelo método de imagens digitalizadas com o auxílio do software QUANT 1.0 (VALE et al., 2003). AFL foi calculada através da multiplicação do valor médio das áreas dos limbos foliares de 25 folhas por planta pelo número de folhas. Complementarmente foi contabilizado o número de frutos (NF) por planta e sua respectiva massa fresca (MF), com o auxílio de uma balança digital (± 1 g).

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de Lilliefors para avaliação da normalidade da distribuição dos resíduos, seguido da análise de multicolineariedade pelo método do número de condições, análise de trilha e de regressão não linear e múltipla a 5% de probabilidade de erro, com auxílio do software SAEG 9.0.

Para a seleção do modelo que resultou em maior precisão na estimativa da produção de frutos foram considerados os maiores valores do coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), a simplicidade do modelo e o menor valor para o desvio padrão dos erros dos modelos ajustados, quando os mesmos foram significativos pelo teste F.

A influência do espaçamento sobre as variáveis morfométricas foi avaliada através da análise de variância a 5% de probabilidade de erro, seguindo o delineamento experimental inteiramente a acaso, com 30 repetições (plantas) por espaçamento. Quando da existência de diferenças significativas apenas entre os espaçamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das variáveis morfométricas em função do espaçamento de plantio (Tabela 1) acusou inexistência de diferenças significativas ($p > 0,05$) na altura da planta (ALT) e número de galhos primários (NG). No entanto, com as variáveis número de frutos (NF), massa fresca dos frutos (MF), área foliar (AFL), número de folhas (NFL) e diâmetro de galhos primários (DG) os maiores valores resultaram das mensurações realizadas em plantas do espaçamento 5 x 2 m.

TABELA 1. Altura da planta (ALT), número de galhos primários (NG), diâmetro do galho primário (DG), número de folhas por planta (NFL), área foliar (AFL), número de frutos por planta (NF) e massa fresca dos frutos (MF) de *Jatropha curcas* L. em função do espaçamento.

Espaçamento (m)	Variáveis						
	ALT (m)	AFL (dm ²)	NFL planta	DG (mm)	NG planta	NF planta	MF (g pl ⁻¹)
3 x 2	2,58 a	588,52 b	773,00 b	64,70 b	5,13 a	46,60 b	486,17 b
5 x 2	2,69 a	1.011,71 a	1.127,80 a	76,13 a	5,07 a	84,00 a	864,71 a
DMS	0,114	142,4084	139,607	4,798	0,760	29,305	323,395

Em que: DMS: diferença mínima significativa pelo teste de Tukey. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Com pinhão manso no espaçamento de 3 x 3 m, Dalvachiavon et al. (2010) obtiveram número de frutos por planta (280 frutos por planta) maior do que os obtidos neste ensaio, em Tangará da Serra (MT). Ungaro et al. (2007) com pinhão manso em diferentes espaçamentos no município de Petrolina-PE em solo argiloso, concluíram

que quanto maior o número de plantas por hectare maior a produção de frutos.

O presente ensaio anotou que o maior espaçamento (5 x 2) resultou em maior produção de frutos por planta possivelmente em função da maior competição intraespecífica no espaçamento de 3 x 2 m. Nem todas as

variáveis são afetadas pela competição intraespecífica. Por exemplo, Singh et al. (2013) não relataram 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 aqueles autores, mesmo o menor espaçamento entre plantas avaliado (2 x 2 m) não foi suficiente para que o efeito de competição pudesse ser mensurado.

Bonser e Aarssen (2009) relataram que padrões de desenvolvimento vegetal são cruciais na definição de alometria reprodutiva, mas o desenvolvimento não é fixo entre os indivíduos. Aquelos autores esclareceram ainda

que a adversidade do ambiente tende a favorecer a reprodução de estruturas reprodutivas em tamanhos menores, sendo assim uma resposta adaptativa às adversidades ambientais.

As matrizes de correlação de Pearson entre as variáveis morfométricas nos espaçamentos de 3 x 2 m e 5 x 2 m sugerem que o número de folhas (NFL) apresentou correlação com a altura total da planta (ALT) e com o número de frutos produzidos por planta (NF) com valores de 38% e 41% no espaçamento de 3 x 2 m (Tabela 2) e de 77% e 64% no espaçamento de 5 x 2 m (Tabela 3), respectivamente.

TABELA 2. Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis morfométricas em pinhão manso no espaçamento 3 x 2 m.

Variável	ALT	AFL	NG	DG	NF	MF
NFL	0,3795*	0,9567**	0,5117**	0,1341 ^{ns}	0,4107*	0,4608**
ALT	1,0000	0,2690 ^{ns}	0,4120*	0,2805 ^{ns}	0,3741*	0,3559*
AFL		1,0000	0,4410**	0,1430 ^{ns}	0,2535 ^{ns}	0,3221*
NG			1,0000	-0,4327**	0,2772 ^{ns}	0,3097*
DG				1,0000	0,2275 ^{ns}	0,1593 ^{ns}
NF					1,0000	0,9645**

Em que: NFL: número de folhas; ALT: altura de planta; AFL: área foliar; NG: número de galhos primários; DG: diâmetro de galhos primários; NF: número de frutos por planta; MF: massa fresca de frutos. ** e *: significativo a 1% e 5% pelo teste t, respectivamente; ^{ns}: não significativo.

TABELA 3. Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis morfométricas quantificadas de plantas de pinhão manso no espaçamento de 5 x 2 m.

Variável	ALT	AFL	NG	DG	NF	MF
NFL	0,7733**	0,8969**	0,5689**	0,0321 ^{ns}	0,6392**	0,6544**
ALT	1,0000	0,6859**	0,4523**	0,0940 ^{ns}	0,6279**	0,6372**
AFL		1,0000	0,3523*	0,1485 ^{ns}	0,4541**	0,4692**
NG			1,0000	-0,5767**	0,4133*	0,4246**
DG				1,0000	0,2141 ^{ns}	0,2197 ^{ns}
NF					1,0000	0,9781**

Em que: NFL: número de folhas; ALT: altura de planta; AFL: área foliar; NG: número de galhos primários; DG: diâmetro de galhos primários; NF: número de frutos por planta; MF: massa fresca de frutos. ** e *: significativo a 1% e 5% pelo teste t, respectivamente; ^{ns}: não significativo.

Os valores computados indicaram inexistir correlação entre o diâmetro do galho primário (DG) e a altura da planta (Tabela 2). Este resultado diverge do relatado por Santos et al. (2010), que verificaram correlação de 98% para as mesmas variáveis em trabalho com pinhão manso na Zona da Mata alagoana.

Tonini et al. (2008) constataram que a produção de frutos em *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. correlacionou diretamente com o formato da copa da planta o qual considera altura e comprimento dos galhos. Similarmente aos resultados do presente ensaio, as variáveis morfométricas que se relacionaram com maior valor à produção de frutos por planta de pinhão manso foram o número de folhas (NF) e a altura de planta (ALT), nos dois espaçamentos, que são indiretamente relacionadas ao formato da copa.

No espaçamento de 5 x 2m foi verificado efeito significativo das variáveis área foliar e número de galhos com o número de frutos por planta (Tabela 3).

A análise de trilha determinou a influência direta de cada variável sobre o número de frutos por planta, evidenciando a interdependência dos componentes sobre a variável de interesse principal (CRUZ et al., 2004). A correlação entre duas variáveis explicitada nas Tabelas 2 e 3 quantifica a associação entre ambas, mas não externa a relação de causa e efeito que pode ser determinada por meio da análise de trilha (GALARÇA et al., 2010).

O número de frutos por planta (NF) correlacionou-se com as variáveis morfométricas altura total (ALT) e o número de folhas (NFL) utilizando a via indireta massa dos frutos (Tabelas 4 e 5). A análise de trilha indicou que a altura total (ALT) influencia o número de frutos basicamente pelo efeito indireto da massa fresca de frutos (MF), também evidenciado na relação entre número de folhas (NFL) e o número de frutos (NF).

TABELA 4. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos e do coeficiente de determinação (R^2) resultantes da análise de trilha entre as características avaliadas e o número de frutos por plantas de pinhão manso no espaçamento de 3 x 2 m.

Variável	Vias de associação	Coeficientes de trilha		Coeficiente de correlação
		Efeito direto	Efeito indireto	
ALT	Efeito direto sobre NF	-0.0400		
	Efeito indireto via AFL		-0.1064	
	Efeito indireto via NFL		0.1236	
	Efeito indireto via DG		0.0399	
	Efeito indireto via MF		0.3233	
	Efeito indireto via NG		0.0337	
	Total			0.3741
AFL	Efeito direto sobre NF	-0.3953		
	Efeito indireto via ALT		-0.0108	
	Efeito indireto via NFL		0.3112	
	Efeito indireto via DG		0.0203	
	Efeito indireto via MF		0.2926	
	Efeito indireto via NG		0.0361	
	Total			0.254
NFL	Efeito direto sobre NF	0.3251		
	Efeito indireto via ALT		-0.0152	
	Efeito indireto via AFL		-0.3783	
	Efeito indireto via DG		0.0190	
	Efeito indireto via MF		0.4186	
	Efeito indireto via NG		0.0418	
	Total			0.411
DG	Efeito direto sobre NF	0.1418		
	Efeito indireto via ALT		-0.0113	
	Efeito indireto via AFL		-0.0565	
	Efeito indireto via NFL		0.0436	
	Efeito indireto via MF		0.1447	
	Efeito indireto via NG		-0.0354	
	Total			0.227
MF	Efeito direto sobre NF	0.9083		
	Efeito indireto via ALT		-0.0142	
	Efeito indireto via AFL		-0.1273	
	Efeito indireto via NFL		0.1498	
	Efeito indireto via DG		0.0226	
	Efeito indireto via NG		0.0253	
	Total			0.9645
NG	Efeito direto sobre NF	0.0818		
	Efeito indireto via ALT		-0.0165	
	Efeito indireto via AFL		-0.1744	
	Efeito indireto via NFL		0.1664	
	Efeito indireto via DG		-0.0614	
	Efeito indireto via MF		0.2813	
	Total			0.2772
Coeficiente de determinação (R^2)		0.9492		
Efeito da variável residual		0.2254		

Em que: NFL: número de folhas; ALT: altura de planta; AFL: área foliar; NG: número de galhos primários; DG: diâmetro de galhos primários; NF: número de frutos por planta; MF: massa fresca de frutos.

TABELA 5. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos e do coeficiente de determinação (R^2) resultantes da análise de trilha entre as características avaliadas e o número de frutos por plantas de pinhão manso no espaçamento de 5 x 2 m.

Variável	Vias de associação	Coeficientes de trilha		Coeficiente de correlação
		Efeito direto	Efeito indireto	
ALT	Efeito direto sobre NF	0.0166		
	Efeito indireto via AFL		-0.0216	
	Efeito indireto via NFL		0.0204	
	Efeito indireto via DG		-0.0005	
	Efeito indireto via MF		0.6195	
	Efeito indireto via NG		-0.0063	
	Total			0.628
AFL	Efeito direto sobre NF	-0.0315		
	Efeito indireto via ALT		0.0114	
	Efeito indireto via NFL		0.0236	
	Efeito indireto via DG		-0.0008	
	Efeito indireto via MF		0.4561	
	Efeito indireto via NG		-0.0049	
	Total			0.454
NFL	Efeito direto sobre NF	0.0264		
	Efeito indireto via ALT		0.0128	
	Efeito indireto via AFL		-0.0282	
	Efeito indireto via DG		-0.0002	
	Efeito indireto via MF		0.6362	
	Efeito indireto via NG		-0.0079	
	Total			0.639
DG	Efeito direto sobre NF	-0.0053		
	Efeito indireto via ALT		0.0016	
	Efeito indireto via AFL		-0.0047	
	Efeito indireto via NFL		0.0008	
	Efeito indireto via MF		0.2136	
	Efeito indireto via NG		0.0080	
	Total			0.214
MF	Efeito direto sobre NF	0.9721		
	Efeito indireto via ALT		0.0106	
	Efeito indireto via AFL		-0.0148	
	Efeito indireto via NFL		0.0172	
	Efeito indireto via DG		-0.0012	
	Efeito indireto via NG		-0.0059	
	Total			0.9781
NG	Efeito direto sobre NF	-0.0139		
	Efeito indireto via ALT		0.0075	
	Efeito indireto via AFL		-0.0111	
	Efeito indireto via NFL		0.0149	
	Efeito indireto via DG		0.0031	
	Efeito indireto via MF		0.4128	
	Total			0.4133
Coeficiente de determinação (R^2)		0.9569		
Efeito da variável residual		0.2076		

Em que: NFL: número de folhas; ALT: altura de planta; AFL: área foliar; NG: número de galhos primários; DG: diâmetro de galhos primários; NF: número de frutos por planta; e MF: massa fresca de frutos.

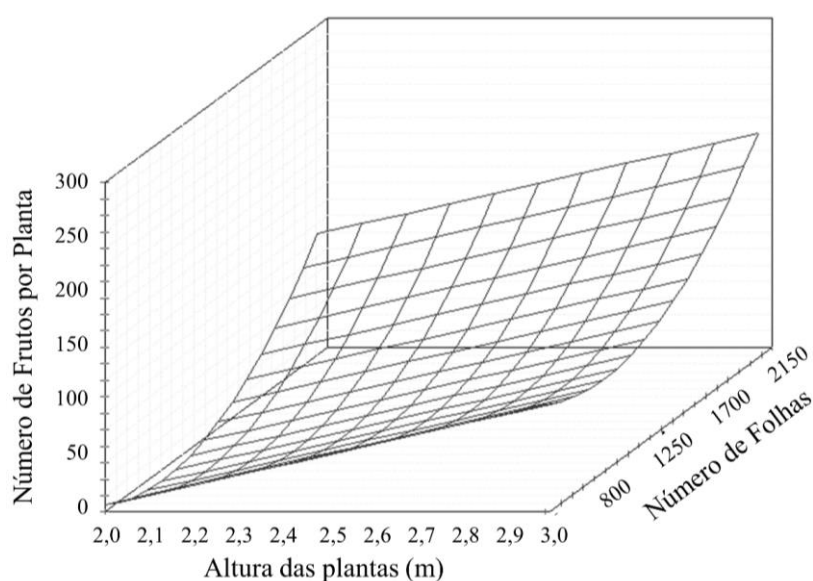
Como já evidenciado, no espaçamento de 5 x 2m também a área foliar e o número de galhos afetaram o número de frutos por planta, devido ao efeito indireto obtido entre a área foliar e do número de galhos, modulando inicialmente a massa de frutos, que, por sua vez, alterou o número de frutos.

Com a análise de trilha pode-se verificar o efeito direto que existe entre a massa dos frutos (MF) e o número de frutos (NF). Estes resultados permitem inferir que a massa de frutos apresentou efeito direto sobre a produção. Assim, no processo de seleção de plantas de alta produtividade de frutos devem ser considerados simultaneamente o número de frutos e a massa individual do fruto de acordo com Negreiros et al. (2007).

Os coeficientes de determinação (R^2) dos modelos da análise de trilha foram 0,9492 (Tabela 4) e 0,9569

(Tabela 5) evidenciando que as variações da variável principal são explicadas por esse esquema causal. Spinelli et al. (2010) demonstraram com o auxílio da análise de trilha, que apesar do pequeno efeito direto, o volume de copa foi o principal componente da produtividade no cultivo de pinhão manso.

A estimação dos valores de número de frutos por planta (NF) pode ser obtida a partir dos resultados da altura e do número de folhas empregando-se o modelo $NF = -143,7611 + 91,32257*ALT - 0,14648*NFL + 0,0001NFL^2$ (Figura 1). Vale ressaltar que o emprego deste modelo nos leva a aceitar que o número de folhas apresenta efeito quadrático sobre o número de frutos produzidos e a altura das plantas possui efeito linear sobre aquela característica.



$$NF^1 = -143,7611 + 91,32257*ALT - 0,14648*NFL + 0,0001NFL^2 \quad R^2 = 50,1\%$$

FIGURA 1 - Número de frutos por planta (NF) em relação à altura das plantas (ALT) e número de folhas (NFL) com os dados médios das plantas de pinhão manso, cultivadas em Eldorado (MS), 2008. ¹Significativo a 5% de erro pelo teste F.

A análise dos resultados permitiu concluir que as variáveis de fácil mensuração NFL e ALT estão diretamente relacionadas com a produção de frutos de pinhão manso nas condições edafo-climáticas do presente ensaio. Adicionalmente, foram ajustadas equações para a estimativa da produção de frutos de pinhão manso em relação à área foliar, número de folhas e altura, observando-se que a variável com o pior ajuste foi com apenas a variável área foliar. Estes resultados concordam com os obtidos por Vega et al. (2004), que trabalhando com a fitomassa da *Bactris gasipaes* Kunth e considerando as variáveis de fácil mensuração, concluíram que a altura das plantas foi a variável que apresentou melhor correlação com a fitomassa. Em contrapartida, Fey et al. (2014) concluíram que o diâmetro do caule em pinhão manso não só estima a produção de frutos como também algumas relações interdimensionais incluindo a altura das plantas.

Os modelos de regressão linear ajustados para as relações de produção de frutos em pinhão manso fornecem

uma valiosa ferramenta inicial para a obtenção de estimativas do número médio de frutos de um conjunto de indivíduos, pois são obtidas por meio de fácil e prática aquisição de informações, a partir de amostragem da altura total e do número total de folhas por planta, permitindo estimar inicialmente a produção de frutos destes.

A estimativa da produção de grãos por hectare aos 36 meses após o plantio, baseado no número médio de frutos por planta (46 e 84 frutos) e multiplicado pelo número de sementes por fruto (três) e pelo peso mínimo da semente (423,8 mg, segundo AQUINO et al., 2009), resultou em valores de 97,2 kg ha⁻¹ e 106,6 kg ha⁻¹ nos espaçamentos de 3 x 2 e 5 x 2 m, respectivamente, mas aquém do reportado (média de 177 kg ha⁻¹) por Fey et al. (2014) na região oeste do Paraná. As estimativas acima são muito menores das reportadas por Laviola et al. (2014) que variaram de 1.543 a 1.328 kg ha⁻¹ de grãos obtidos de plantio com 36 meses de idade localizados em Planaltina (DF) e Pelotas (RS), respectivamente.

CONCLUSÕES

A análise revelou diferenças morfológicas em plantas de pinhão manso plantadas no espaçamento de 3 x 2 m e de 5 x 2 m, com exceção da altura de planta e do diâmetro dos galhos primários e maior correlação entre as variáveis mensuradas em plantas no espaçamento 5 x 2 m do que naquelas no espaçamento 3 x 2 m.

De acordo com a análise dos resultados, a estimativa do número de frutos por planta (NF) pode ser obtida a partir de uma variável de fácil mensuração (altura) e de uma variável de mensuração do número de folhas por planta.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e ao CNPq pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEIXO, V.; MALAVASI, U.C.; CALEGÁRIO, N.; MALAVASI, M.M.; MACEDO JÚNIOR, E.K. Relações alométricas para *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n.3, p.329-338, 2008.
- AQUINO, N.F.; AJALA, M.C.; DRANSKI, J.A.L.; IGNÁCIO, V.L.; MALAVASI, M.M.; MALAVASI, U.C. Morfometria de sementes de *Jatropha curcas* L. em função da procedência. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.8, n.2, p.142-145, 2009.
- BEGON, M.; HAPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecology: individuals, populations and communities**. 3rd edition. Blackwell Science, Oxford, 1996. 1068p.
- BONSER, S.P.; AARSEN, L.W. Interpreting reproductive allometry: Individual strategies of allocation explain size-dependent reproduction in plant populations. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v.11, n.1, p.31-40, 2009.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v.1. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.
- DALCHIAVON, F.C.; DALLACORT, R.; INOUE, M.H.; SANTI, A.; NIED, A.H.; MARTINS, J.A.; COLETTI, A.J. Características agronômicas das sementes e dos frutos de pinhão-manso no município de Tangará da Serra, MT. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.8, n.1, p.95-101, 2010.
- DELITI, W.B.C.; MEGURO, M.; PAUSAS, J.G. Biomass and mineral mass estimates in a "cerrado" ecosystem. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.29, n.4, p.531-540, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306p.
- FEY, R.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M.; SCHULZ, D.G.; DRANSKI, J.A.L. Relações interdimensionais e produtividade de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em sistema silvipastoril. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.2, p.613-624, 2014.
- GALARÇA, S.P.; LIMA, C.S.M.; SILVEIRA, G.; RUFATO, A.R. Correlação de Pearson e análise de trilha identificando variáveis para caracterizar porta-enxerto de *Pyrus communis* L. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.4, p.860-869, 2010.
- GINWAL, H.S.; PHARTYAL, S.S.; RAWAT, P.S.; SRIVASTAVA, R.L. Seed source variation in morphology, germination and seedling growth of *Jatropha curcas* Linn. in Central India. **Silvae Genetica**, v.54, n.2, p.76-80, 2005.
- LAVIOLA, B.G.; SILVA, S.D.A.; JUHÁSZ, A.C.P.; ROCHA, R.B.; OLIVEIRA, R.J.B.; ALBRECHT, J.C.; ALVES, A.A.; ROSADO, T.B. Desempenho agrônomo e ganho genético pela seleção de pinhão-manso em três regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.49, p.56-63, 2014.
- NEGREIROS, J.R.S.; ÁLVARES, V.S.; BRUCKNER, C.H.; MORGADO, M.A.D.; CRUZ, C.D. Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, São Paulo, v.29, n.3, p.546-549, dez. 2007.
- PALUDO, G.G.; SILVA, J.Z.; REIS, M.S. Estimativas de produção de frutos de palmito (*Euterpe edulis* Mart.) a partir da densidade de indivíduos. **Biodiversidade Brasileira**, Brasília, v.2, n.2, p.92-102, 2012.
- PELLICO NETTO, S.; BRENA, D.A. **Inventário florestal**. Curitiba: Editorado pelos autores, 1997. 316p.
- PORTELA, R.C.Q.; SANTOS, F.A.M. Alometria de plântulas e jovens de espécies arbóreas: copa x altura. **Biota Neotropica**, Campinas, v.3, n.2, 2003.
- SISTEMA PARA ANÁLISES ESTATÍSTICAS – SAEG. Versão 9.1. Viçosa, MG: UFV: Fundação Arthur Bernardes, 2007.
- SANTOS, C.M.; ENDRES, L.; WANDERLEY FILHO, H.C.L.; ROLIM, E.V.; FERREIRA, V.M. Fenologia e crescimento do pinhão-manso cultivado na Zona da Mata do Estado de Alagoas, Brasil. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.3, p.201-209, 2010.
- SEVERINO, L.S.; NÓBREGA, M.B.M.; GONÇALVES, N.P.; EGUIA, M.T.J. **Viagem à Índia para prospecção de tecnologias sobre mamona e pinhão manso**. Paraíba: Embrapa Algodão, 2006. 56p. (Documentos, 153).
- SILVA, E.B.; TANURE, L.P.P.; SANTOS, S.R.; RESENDE JÚNIOR, P.S. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.4, p.392-397, 2009.
- 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, 2013.
- SPINELLI, V.M.; ROCHA, R.B.; RAMALHO, A.R.; MARCOLAN, A.L.; VIEIRA JÚNIOR, J.R.; 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, n.8, p.1752-1758, 2010.
- SUERDIECK, S.S. Políticas públicas de fomento ao biodiesel na Bahia e no Brasil: impactos socioeconômicos e ambientais com a regulamentação recente. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v.16, n.1, p.66-77, 2006.
- TONINI, H.; KAMINSKI, P.E.; COSTA, P. Relação da produção de sementes de castanha-do-brasil com características morfológicas da copa e índices de competição. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.11, p.1509-1516, 2008.
- UNGARO, M.R.G.; MORAIS, L.K.; REGITANO NETO, A.; GODOY, I.J. Espaçamento e poda na cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, 4., 2007, Varginha, MG. **Anais...** Varginha, MG, 2007.
- VALE, F.X.R.do; FERNADES FILHO, E.I.; LIBERATO, J.R. **Softawre QUANT Version 1.0.1**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- VEGA, F.V.A.; BOVI, M.L.A.; SPIERING, S.H.; GODOY JÚNIOR, G. Relações alométricas para estimativa da fitomassa aérea em pupunheira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.104-108, 2004.
- YAMADA, T.; YAMAKUA, T.; LEE, H.S. Architectural and allometric differences among *Scaphium* species are related to microhabitat preferences. **Functional Ecology**, v.14, p.731-737, 2000.