

Florescimento e frutificação de genótipos de pinhão manso sob doses de fósforo no cerrado da Região Sul do Tocantins

Joseanny Cardoso da Silva Pereira¹, Rodrigo Ribeiro Fidelis^{1*}, Eduardo Andréa Lemus Erasmo¹, Pollione Martins dos Santos¹, Hélio Bandeira Barros¹ e Glauber Lacerda de Carvalho¹

Departamento de Agronomia; Universidade Federal do Tocantins; 77402-970; Gurupi - TO - Brasil.

ABSTRACT

This work aimed to study the flowering and fruiting of physic nut genotypes at different doses of phosphorus at the Cerrado ecosystem at the South of the Tocantins State. The experiments were performed in a completely randomized block design, with five treatments and six replicates. The treatments consisted of five doses of phosphorus P₂O₅ (0 g, 50 g, 100 g, 150 g e 200 g per hole), where each plant consisted of an experimental unit. The following characteristics were evaluated: total number of inflorescences or raceme, total number of flower buttons, total number of male flowers, total number of female flowers, total number of hermaphrodite flowers, total number of fruits, fraction of male and female flowers and flowering time. The evaluations were performed at two periods (8 a.m. and 5 p.m.). Results showed that genetic heterogeneity of the population prevented any statistical differences among the evaluated characteristics at the phosphorus doses used. However, the rate of 150 g/hole of P₂O₅ showed higher values for such evaluated characters. The fraction of male to female flowers was 18:1 and flowers opening were more frequent at the morning period. Physic nut plants present unisexual and hermaphrodite flowers.

Key words: *Jatropha curcas*, floral biology, plant breeding

INTRODUÇÃO

O pinhão manso é considerado uma das oleaginosas mais promissoras para ser utilizada na produção de biocombustível, principalmente por apresentar concentração de até 60% de óleo em seus frutos (Sujatha et al., 2005). É uma espécie com muitas utilidades e atributos, apresentando usos na medicina tradicional humana e animal, na produção de sabão, cosméticos, adubo orgânico etc; tolera altas temperaturas e cresce muito bem sob baixa fertilidade e condições de umidade (Openshaw, 2000; Augustus et al., 2002). Além disso, é uma cultura com baixo investimento de capital e longo período produtivo com potencial de emprego ilimitado para áreas rurais (Jones e Miller, 1991; Gubitz et al., 1999).

O cultivo de pinhão manso no Cerrado vem se expandindo de forma acelerada. Os solos desse ecossistema são caracterizados pela acidez e baixa fertilidade (Lopes, 1994), principalmente baixo teor de fósforo, o que limita a produção agropecuária. Devido à alta produção de biomassa, o pinhão manso apresenta alta demanda por nitrogênio e fósforo (Foidl et al., 1996). Segundo

Fageria (1990) para se obter alta produtividade é necessária uma adubação fosfatada, pois esse nutriente é essencial para o florescimento e frutificação. Sua deficiência atrasa o florescimento e reduz o número de frutos e sementes (Pittella, 2003). Assim, tem-se a necessidade de buscar doses adequadas para culturas, como a do pinhão manso, que apresentam elevado potencial para ser utilizado na produção de biocombustível.

O florescimento é um dos principais estágios fenológicos para a produção de óleo de *Jatropha curcas*, uma vez que o número de flores femininas e sua fecundação determinam quantos frutos e sementes serão desenvolvidas (Juhász et al., 2009). No Brasil, o pinhão manso floresce uma vez por ano em condições naturais de plantio, distribuindo sua produção no período chuvoso entre janeiro e julho, quando após esse período, o pinhão manso entra em repouso vegetativo até que se iniciem as chuvas (Ungaro e Neto, 2007).

O conhecimento da biologia floral e do comportamento reprodutivo de uma espécie em determinada região é de fundamental importância, tanto para subsidiar a condução de programas de

Author for correspondence: fidelisrr@uft.edu.br

melhoramento genético, quanto para o correto manejo da cultura (Kiill e Costa, 2003).

Como o número de trabalhos publicados com a cultura do pinhão manso é bastante restrito, e é crescente a importância econômica dessa espécie, o objetivo desse trabalho foi estudar o florescimento e a frutificação do pinhão manso no ecossistema Cerrado no sul do estado do Tocantins sob doses de fósforo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi, localizada nas coordenadas geográficas latitude de 11°43'S, longitude de 49°04'N e altitude de 280 m em Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico.

As mudas de pinhão manso foram cedidas pela Cooperativa de Orlândia e tinham aproximadamente 60 dias de idade. O sistema de plantio utilizado foi o convencional com uma aração e duas gradagens, além do sulcamento do terreno. O plantio das mudas foi realizado manualmente, no dia 28 de fevereiro de 2007. O espaçamento utilizado foi o de 2,5 m entre plantas e 3 m entre linhas.

A calagem e a adubação de plantio foram efetuadas seguindo a análise química e física do solo. Assim, foi aplicado no plantio 200 g cova⁻¹ de calcário dolomítico. Foram realizadas ainda quatro adubações de cobertura, cada uma com 30 g cova⁻¹ da formulação 20-0-20 de NPK (sendo a primeira realizada no dia 15/03, a segunda 14/04, a terceira 14/05 e a última 14/06 de 2007).

Como ainda não existem variedades melhoradas ou cultivares de pinhão manso (Saturnino et al., 2005), a plantação onde a pesquisa foi realizada era constituída por uma mistura de plantas com descendência genética diferente, o que implica numa lavoura desuniforme com plantas variando no tamanho, diâmetro de colmo, número e disposição de ramos, etc. Dessa forma, visando minimizar o erro experimental, foram identificadas trinta plantas, distribuídas por tratamento, para compor o experimento com base em características que lhes conferiam certa semelhança como altura, número e disposição dos ramos, constituindo cada planta uma unidade experimental.

Foram analisadas 229 inflorescências, que, conforme surgiam nas plantas selecionadas eram marcadas e numeradas. Em cada inflorescência realizou-se a contagem dos botões florais. Todos os dias as plantas eram visitadas e analisadas para

verificar o surgimento de inflorescências e a abertura das flores. No início foram estabelecidos cinco horários para verificar o momento da abertura dos botões florais (6h, 8h, 10h, 15h e 17h). As contagens das flores abertas perduraram por trinta dias. Nesse período, foi observado que nos horários de 6h, 10h e 15h não ocorria a antese (abertura dos botões florais), diante disso, as avaliações continuaram, porém, somente nos horários em que foi constatada a abertura dos botões florais, ou seja, às 8h e às 17h. As flores abertas foram marcadas com um pincel, de forma que na próxima contagem, não houvesse recontagem das flores abertas no dia anterior.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram cinco doses de fósforo P₂O₅ (0g, 50g, 100g, 150g e 200g por cova). Os tratamentos culturais foram realizados sempre que necessários.

As características avaliadas foram: número de inflorescências (contagem do número de cachos ou inflorescências de acordo com seu surgimento na planta); número de botões florais (contagem do número de botões florais em cada cacho ou inflorescência de acordo com seu surgimento na planta); número de flores masculinas (contagem do número de flores masculinas em cada cacho ou inflorescência de acordo com sua abertura); número de flores femininas (contagem do número de flores femininas em cada cacho ou inflorescência de acordo com sua abertura); número de flores hermafroditas quando existentes (contagem do número de flores hermafroditas em cada cacho ou inflorescência de acordo com sua abertura na planta); número de frutos (contagem do número de frutos em cada cacho); relação de flores masculinas e femininas (divisão do número de flores masculinas pelo número de flores femininas); dias para o florescimento da inflorescência (contagem do número de dias desde abertura da primeira até a última flor da mesma inflorescência).

As avaliações foram diárias, sendo iniciadas no dia 14 de setembro, quando as plantas encontravam-se com seis meses de idade (pleno florescimento) e finalizadas no dia 10 de novembro de 2007. A análise de variância foi realizada utilizando-se o aplicativo computacional em genética e estatística - GENES (Cruz, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado através da análise de variância (Tabela 1) que não houve diferença significativa da fonte de variação entre os tratamentos para todas as características avaliadas, demonstrando que as doses de fósforo não interferiram significativamente no comportamento das plantas com relação a florescimento e frutificação. A não

significância dos tratamentos ocorreu devido ao elevado coeficiente de variação experimental, ocasionado principalmente pela grande diversidade genética existente entre os genótipos avaliados. Assunção et al. (2009), ao avaliarem inflorescências de pinhão sob fontes de adubação também não observaram diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 1. Análise de variância das características número total de inflorescências (NTI), número total de botões florais (NTBF), número total de flores (NTF), número total de flores masculinas (NTFM), número total de flores femininas (NTDF), número total de frutos (NTF) e número de dias de florescimento em dias (NDF) em genótipos de pinhão manso cultivados sob cinco doses de fósforo, em Gurupi-TO.

FV	Quadrado Médio							
	GL	NTI	NTBF	NTF	NTFM	NTFF	NTF	NDF
	por planta							
Blocos	5	39,1	743396,7	639254,9	689133,5	2443,6	6604,6	3,04
Tratamentos	4	22,8 ^{ns}	694326,1 ^{ns}	684237,2 ^{ns}	1265902,4 ^{ns}	1671,4 ^{ns}	10060,1 ^{ns}	9,9 ^{ns}
Resíduo	20	29,24	814941,05	800406,38	1058074,04	2666,91	6226,59	4,22
CV (%)		71,46	72,54	75,15	81,90	79,61	75,56	14,08
Média		7,56	1244,40	1190,57	1256,00	64,87	104,43	14,60
DMS		9,34	1558,93	1544,97	1776,33	89,18	136,27	3,55

^{ns} Não significativo pelo Teste F

Existem grandes dificuldades quando se estuda culturas que ainda encontra-se em fase de domesticação, como é o caso do pinhão manso. Isso porque, devido à desuniformidade genética, corre-se o risco dos estudos serem mascarados, ou seja, de se concluir que não existe diferença significativa entre os fatores estudados. Com o surgimento de cultivares melhorado, estudos tornam-se mais conclusivos e sólidos, uma vez que o problema da desuniformidade genética é contornado. Segundo Nunes et al. (2008), plantios desuniformes têm sido apontados como os

principais fatores que limitam a expansão da cultura.

Apesar de não ter havido diferença estatística entre as doses de fósforo para todas as características avaliadas, foi verificado que a dose de 150 de P₂O₅ g cova⁻¹ de P₂O₅ possibilitou maiores valores absolutos de número total de inflorescências, de botões florais, de flores, de flores masculinas, de flores femininas e de frutos, principalmente quando comparadas com a testemunha (0 g de fósforo por cova) (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios do número total de cachos ou inflorescências (NTC), número total de botões florais (NTBF), número total de flores (NTF), número total de flores masculinas (NTFM), número total de flores femininas (NTFF), relação do número total de flores masculinas e femininas (FM x FF), número total de frutos (NTF) e duração do florescimento em dias (DF) em genótipos de pinhão manso cultivados sob cinco doses de fósforo, em Gurupi-TO.

Doses de fósforo	NTC	NTBF	NTF	NTFM	NTFF	FM x FF	NTF	DF
	por planta							
0 g	5	895	868	804	43	19	45	15
50 g	7	1089	1001	951	55	17	88	13
100 g	7	1367	1244	1169	75	16	110	16
150 g	11	1799	1743	1637	86	20	169	16
200 g	8	1157	1157	1032	66	19	98	16

De acordo com a Tabela 2, a diferença do número total de frutos do tratamento onde foi adubada com 150 g cova⁻¹ para o tratamento 0 g cova⁻¹ é quase três vezes maior, tornando-se viável sua utilização. O pinhão manso possui adaptação a solos pouco férteis, no entanto, quando a adubação é fornecida à planta, as respostas são positivas, ocorrendo um aumento na produção.

Para a característica duração do florescimento, foi observado que doses menores de fósforo não resultaram em atraso no florescimento, conforme relatado na literatura no estudo de Pitella (2003). Esse resultado nos mostra a rusticidade das plantas avaliadas que, até sob condições adversas, conseguem florescer sem atraso.

Nos genótipos avaliados, houve variações com relação ao número total de inflorescências e número total de frutos conforme pode ser visto na Figura 1. Nos trinta genótipos, a quantidade de inflorescências emitidas foi de 229. Em média, cada planta formou 7,6 inflorescências. Esses dados são equivalentes aos encontrados por Santos et al. (2010), que no período chuvoso observou que cada planta de pinhão manso emitiu sete inflorescências.

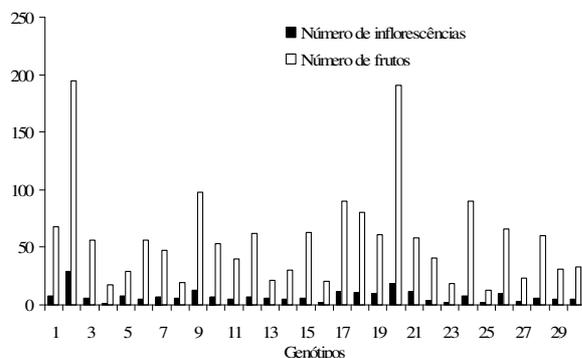


Figura 1 - Valores médios de número total de inflorescências e número total de frutos em trinta genótipos de pinhão manso em Gurupi-TO.

Os genótipos 2 e 20 foram os que apresentaram maiores valores de número total de inflorescências e, conseqüentemente, maior quantidade de frutos. Esses genótipos apresentam potencial para serem utilizados em programas de melhoramento, podendo ser selecionados com o objetivo de obter descendentes com maior potencial produtivo.

A quantidade média de flores masculinas abertas diariamente foi de 149 por planta. Uma inflorescência abriu no máximo 308 flores masculinas. Segundo Kiill e Costa (2003), a produção diária de muitas flores torna a espécie atrativa, atuando na atração do polinizador à longa distância. Já a produção média diária de flores femininas foi de oito por planta e a maior quantidade observada por inflorescência foi de 13 flores femininas abertas em um dia. O número de flores femininas varia em função do genótipo, e alguns produziram elevado número de flores femininas, enquanto outros produziram quantidades menores. Na Figura 2, os genótipos 2 e 20 produziram maior número de flores femininas, mostrando-se novamente com potencial para compor um programa de melhoramento de plantas.

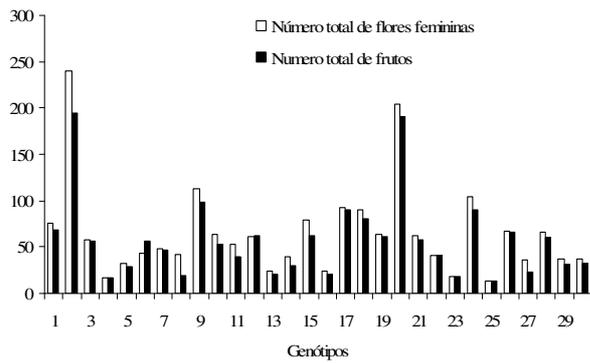


Figura 2 - Número total de flores femininas e número total de frutos de trinta genótipos de pinhão manso, em Gurupi-TO.

No entanto, o ideal é que o número de flores femininas seja similar ao número de frutos. Os genótipos 4, 23 e 25 apresentaram essa característica, porém produziram baixa quantidade de flores femininas, o que não é requerido, pois resultará em baixas produções.

Uma provável explicação para a desigualdade entre flores femininas e frutos é a baixa incidência de insetos polinizadores existentes no local, fato observado visualmente, já que a polinização das espécies do gênero *Jatropha* é entomófila (Solomon Raju e Ezradanam, 2002). Desse modo, é relevante identificar insetos polinizadores e posteriormente buscar alternativas visando aumentar a população desses insetos benéficos na cultura do pinhão manso para que o potencial de produção de flores femininas por planta seja otimizado, o que poderia resultar em quantidade de frutos similar a de flores, resultando em maior produção e consequentemente maior retorno econômico à atividade agrícola.

Mesmo esta relação de flores e frutos não sendo a ideal (100%), observa-se que, em média, 88% das flores femininas dos genótipos avaliados tornaram-se frutos. Lucena et al. (2010), ao avaliarem 20 genótipos de pinhão manso encontraram uma porcentagem de eficiência de frutificação de 89%. A fenologia do florescimento ocorre de forma diversificada nas condições de Gurupi, enquanto em algumas inflorescências as flores femininas e masculinas abrem-se no primeiro dia (Figura 3C) em outros esse fato não é verificado (Figura 3A e 3B).

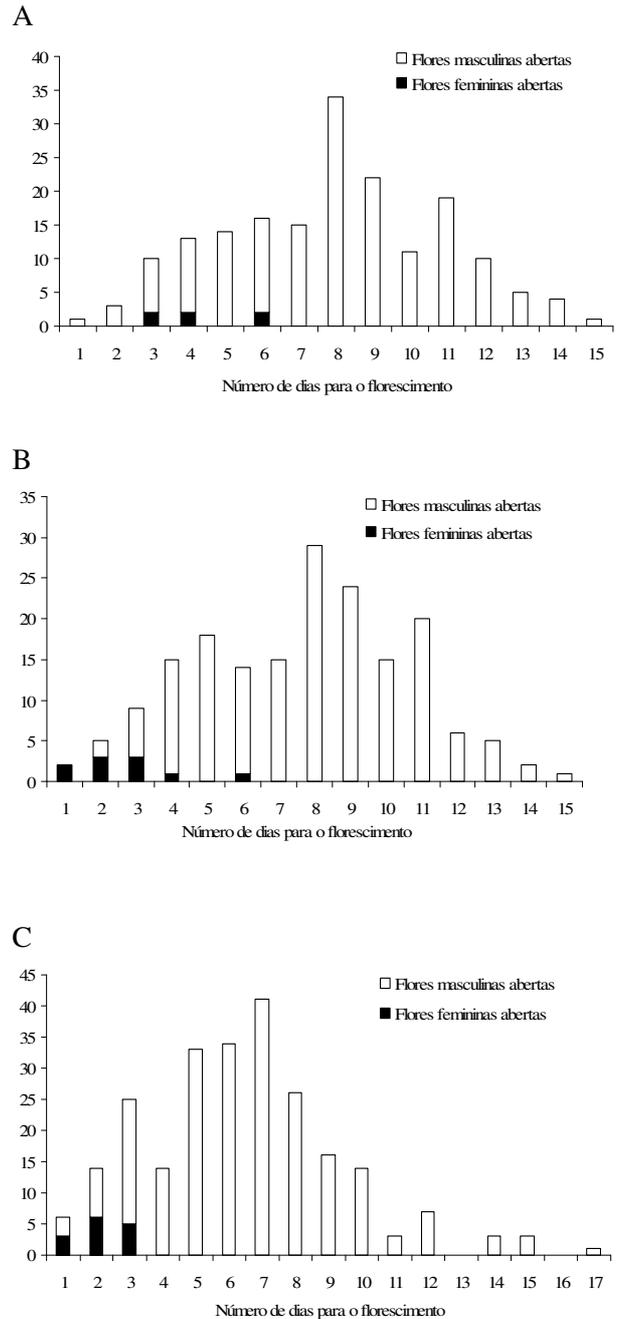


Figura 3 - Fenologia do florescimento de três inflorescências de genótipos distintos e representativos da população de pinhão manso, em Gurupi-TO.

Na situação “A” não ocorre abertura de botões florais femininos nos primeiros dois dias; enquanto que, na situação “B”, no primeiro dia abrem-se somente botões florais femininos, do segundo ao quarto dia abrem-se flores masculinas femininas, e a partir do sexto dia abrem-se apenas flores masculinas e; na situação “C” nota-se a antese de botões florais masculinos e femininos desde o primeiro até o terceiro dia. Desse modo, a

abertura dos botões florais nas condições do Cerrado não segue um padrão claro, o que pode ser atribuído principalmente à variabilidade genética existente nas plantas estudadas. Esse comportamento diferencia-se do que foi observado por Solomon Raju e Ezradanam (2002), que observaram a abertura de flores femininas em sincronia com as masculinas, e essas, por sua vez, desabrocham do primeiro ao décimo primeiro dia, enquanto as femininas abrem-se do segundo ao sexto dia. Já conforme Paramathma et al. (2006), as flores masculinas abrem-se após as femininas. Em média, em 42,6% das inflorescências abriram-se primeiro flores femininas, seguidas de 29,5% de inflorescências com flores masculinas, e no restante das inflorescências flores masculinas e femininas abriram-se juntas.

A duração do florescimento no primeiro e segundo cacho (Figura 3A e 3B) foi de 15 dias, enquanto no terceiro cacho foi de 17 dias. Porém, considerando todos os genótipos avaliados, a duração do florescimento variou de 11 a 20 dias. Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Chang-Wei et al. (2007) que constataram que a duração do florescimento do pinhão manso varia de 13 a 19 dias.

De acordo com a Figura 4, nas condições de Gurupi, o número total de flores masculinas presentes em uma inflorescência é sempre superior ao número de flores femininas. Santos et al. (2005), ao estudar duas espécies de *Jatropha* constataram a superioridade do número de flores masculinas em relação a femininas durante todos os meses de avaliação.

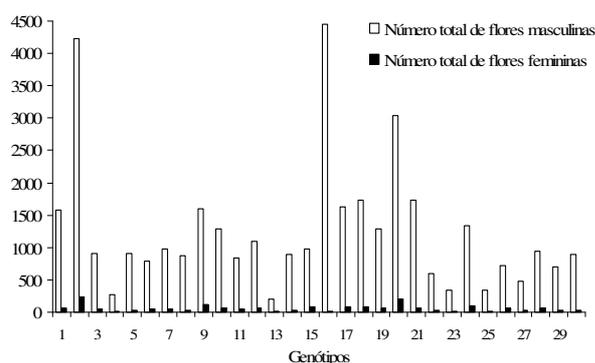


Figura 4 - Número total de flores masculinas e número total de flores femininas de trinta genótipos de pinhão manso, em Gurupi-TO.

As inflorescências com número reduzido de botões florais podem apresentar somente flores masculinas, de forma que, quanto maior o número

de botões florais, maior a quantidade de flores femininas. Porém, pode-se deduzir que, dependendo do genótipo avaliado ou do local onde o pinhão manso é cultivado, a proporção de flores masculinas para femininas numa inflorescência apresenta variação. Nas condições de Gurupi constatou-se a proporção de 0-31 flores femininas para 23-286 masculinas, conferindo uma razão média de 18 flores masculinas para cada flor feminina. Razões médias de 20:1, 25:1 e 29:1 foram encontradas por Juhász et al. (2009), Solomon Raju e Ezradanam (2002) e Chang-Wei et al. (2007), respectivamente. A quantidade superior de flores masculinas em relação às femininas pode ser uma estratégia da cultura para atrair os insetos polinizadores, já que eles fazem mais visitas às flores masculinas do que às femininas (Solomon Raju e Ezradanam, 2002).

Em Gurupi, verificou-se a abertura dos botões florais nos períodos de 8 e 17 h, porém, a quantidade de flores abertas no período vespertino não é expressiva (1 %). Apesar de a antese ocorrer principalmente no período matutino, esses resultados ainda discordam dos obtidos por Solomon Raju e Ezradanam (2002), que constataram em seu estudo a abertura dos botões florais no período matutino, porém entre 5:30h e 6:30h. Nesse período, em Gurupi, não foi verificado a abertura de botões florais.

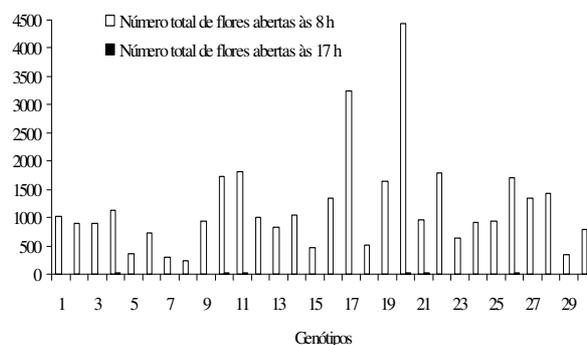


Figura 5 - Número total de flores masculinas abertas nos períodos matutino (8 h) e vespertino (17 h) de trinta genótipos de pinhão manso, em Gurupi-TO.

Vários autores confirmam a existência de flores unissexuais no pinhão manso (Henning, 2000; Solomon Raju e Ezradanam, 2002; Chang-wei et al., 2007), caracterizando-a como uma planta monóica. No entanto, entre todas as plantas avaliadas, observou-se que o genótipo 28 apresentou frequentemente flores hermafroditas

em todas as inflorescências, como pode ser visto nas Figuras 6 e 7.

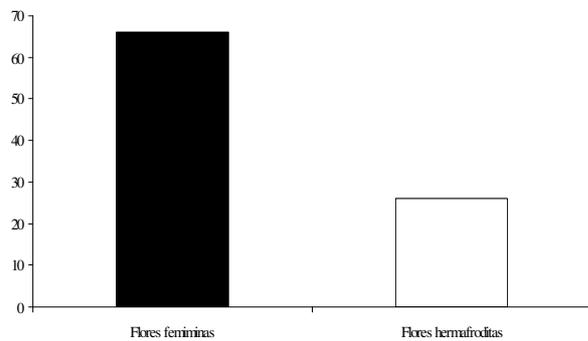


Figura 6 - Número total de flores hermafroditas e número total de flores no genótipo 28.



Figura 7 - Flor feminina à esquerda e flor hermafrodita à direita.

De acordo com Heller (1996), flores hermafroditas ocorrem ocasionalmente. As flores encontradas apresentavam a estrutura de uma flor feminina, porém com a presença de estames. Em relação às flores femininas existentes na planta, a quantidade de flores hermafroditas representou 39%. Silva et al. (2001), ao estudarem a biologia reprodutiva de etnovarietades de mandioca, espécie da mesma família do pinhão manso, verificaram a presença de 25% de flores hermafroditas (em relação a quantidade de flores femininas) na variedade DG-55.

A Figura 8 mostra a quantidade média de botões florais produzidos na inflorescência e o número de flores que se abrem. Dos botões florais formados, apenas 3,7 % não se abrem. Estes são inicialmente formados, mas não se desenvolvem e posteriormente passam a ter uma coloração marrom. No entanto, essa porcentagem não é expressiva e não compromete ou influencia a produção.

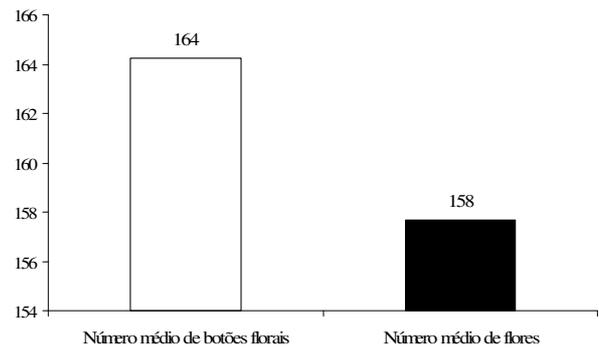


Figura 8 - Número médio de botões florais e número médio de flores abertas de trinta genótipos de pinhão manso, em Gurupi-TO.

RESUMO

Este trabalho objetivou estudar o florescimento e a frutificação de genótipos de pinhão manso no ecossistema Cerrado no sul do estado do Tocantins, em diferentes doses de fósforo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram cinco doses de fósforo P_2O_5 (0 g, 50 g, 100 g, 150 g e 200 g por cova). Cada planta constituiu uma unidade experimental. As características avaliadas foram: número total de cachos ou inflorescências, número total de botões florais, número total de flores masculinas, número total de flores femininas, número total de flores hermafroditas, número total de frutos, relação de flores masculinas e femininas e dias para o florescimento da inflorescência. As avaliações foram realizadas em dois horários (8h e 17h). A heterogeneidade genética da população impediu a detecção de diferenças estatísticas entre as características avaliadas nas diferentes doses de fósforo. Em números absolutos, houve tendência de maiores valores para as características avaliadas na dose de 150 g/cova de P_2O_5 . A abertura de flores na região Sul do Tocantins ocorre principalmente no período matutino. O pinhão manso apresenta flores monóicas, unissexuais e hermafroditas.

Palavras-chave: *Jatropha curcas*, biologia floral, melhoramento genético

REFERÊNCIAS

Assunção, M. P.; Nied, A. H.; Vendruscolo, M. C.; Frasson, D. B.; Soares, V. M. (2009), Inflorescências do pinhão manso no primeiro e segundo ano agrícola submetido a diferentes fontes de adubação. In: 2ª Jornada Científica de UNEMAT. Barra do Bugres, MT, 05 e 06 de outubro de 2009.

- Augustus, G. D. P. S.; Jayabalan, M.; Seiler, G. J. (2002), Evaluation and bioinduction of energy components of *Jatropha curcas*. *Biomass and Bioenergy*, **23**, 161-164.
- Chang-Wei, L.; Kun, L.; You, C.; Yong-Yu, S. (2007), Floral display and breeding system of *Jatropha curcas* L. *Forestry Studies in China*, **9**, 114-119.
- Cruz, C. D. (2001), Programa GENES - Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 542p.
- Fageria, N. K. (1990), Calibração de análise de fósforo para arroz em casa de vegetação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **25**, 579-586.
- Foidl, N.; Foidl, G.; Sanchez, M.; Mittelbach, M.; Hackel, S. (1996), *Jatropha curcas* as a source for the production of biofuel in Nicaragua. *Bioresource Technology*, **58**, 77-82.
- Gubitz, G. M.; Mittelbach, M.; Trabi, M. (1999), Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. *Bioresource Technology*, **67**, 73-82.
- Heller, J. Physic nut. *Jatropha curcas* L. (1996), 66f. PhD Thesis - Institute of Plant Genetic and Crop Plant Research, Gatersleben, Germany, and International Plant Genetic Resource Institute, Rome, Italy.
- Henning, R. (2000), The *Jatropha* Booklet. A Guide to the *Jathropha* System and its Dissemination in Zambia, produced for GTZ-ASIP-Support-Project Southern Province, Zambia.
- Jones, N. and Miller, J. H. (1991), *Jatropha curcas*: A multipurpose species for problematic sites. *Land Resource Serie*, **1**, 1-12.
- Juhász, A. C. P.; Pimenta, S.; Soares, B. O.; Morais, D. L. B.; Rabello, H. O. (2009), Biologia floral e polinização artificial de pinhão manso no norte de Minas Gerais, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **44**, 1073-1077.
- Lopes, A. S. (1994), Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária. São Paulo, ANDA, 2ª.Ed. 62p.
- Lucena, A. M. A.; Arriel, N. H. C.; Freire, M. A. O. F.; Albuquerque, F. A., Andrade, J. R.; Beltrão, N. E. M. (2010), Descrição do padrão de floração do pinhão manso. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 4 & Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia. Anais, Campina grande: Embrapa Algodão, 1681-1688p.
- Kiill, L. H. P. e Costa, J. G. (2003), Biologia floral e sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. (Annonaceae) na região de Petrolina-PE. *Ciência Rural*, **33**, 851-856.
- Nunes, C. F.; Pasqual, M.; Santos, D. N.; Custódio, T. N.; Araújo, A. G. (2008), Diferentes suplementos no cultivo *in vitro* de embriões de pinhão-manso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **43**, 9-14.
- Openshaw, K. (2000), A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. *Biomass and Bioenergy*, **19**, 1-15.
- Paramathma, M.; Reeja, S.; Parthiban, K. T.; Malarvizhi, D. (2006), Development of Inter-Specific Hybrids in *Jatropha*. Proceedings of the biodiesel conference toward energy independence-focus of *Jatropha*, Hyderabad, India, June 9-10. New Delhi: Rashtrapati Bhawan, Hyderabad, India, 136-142.
- Pittella, L. C. (2003), Fertilização (www.bonsaimorvelho.com.br/bcmv_mt_fertilizacao.html). 2003 Acesso: 22/11/07.
- Santos, M. J.; Machado. I. C.; Lopes, A. V. (2005), Biologia reprodutiva de duas espécies de *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) em Caatinga, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, **28**, 361-373.
- Santos, C. M.; Endres, L.; Wanderley Filho, H. C. L.; Rolim, E. V.; Ferreira, V. M. (2010), Fenologia e crescimento do pinhão-manso cultivado na zona da Mata do estado de Alagoas, Brasil. *Scientia Agraria*, **11**, 201-209.
- Saturnino, H. M.; Pacheco, D. D.; Kakida, J.; Tominaga, N.; Gonçalves, N. P. (2005), Cultura do pinhão manso. *Informe Agropecuário*, **26**, 44-78.

- Silva, R. M.; Bandel, G; Faraldo, M. I. F.; Martins, P. S. (2001), Biologia reprodutiva de etnovarietades de mandioca. *Scientia Agricola*, **1**, 101-107.
- Solomon Raju, A. J. e Ezradanam, V. (2002), Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). *Current Science*, **11**, 1395-1398.
- Sujatha, M.; Makkar, H. P. S.; Becker, K. (2005), Shoot bud proliferation from axillary nodes and leaf sections of non-toxic *Jatropha curcas* L. *Plant Growth Regulation*, **47**, 83-90.
- Ungaro, M. R. G. e Regitano Neto, A. (2007), Métodos de propagação e germinação de sementes de *Jatropha curcas* L. In: 4º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel - "Biodiesel: Combustível Ecológico", Varginha, Anais: Varginha. 721-725p.