

Variabilidade fenotípica de frutos de *Caryocar brasiliense* Cambess em três diferentes fitofisionomias do Cerrado¹

Bárbara Helena Ramos², Ronaldo Rodrigues Coimbra³, Davi Borges das Chagas⁴,
Wagner de Melo Ferreira³ & Kellen Lagares Ferreira Silva³

¹ Parte do trabalho de dissertação de Mestrado do primeiro autor no Programa de Pós- Graduação em Ecologia de Ecótonos da Universidade Federal do Tocantins.

² Fundação Universidade do Tocantins, 108 Sul, Alameda 11, lote 3, Plano Diretor Sul, CEP 77020-122 Palmas, Tocantins babibr@gmail.com.

³ Universidade Federal do Tocantins, Rua 7, Quadra 15, s/nº, Jardim dos Ipês, CEP 77500-000, Porto Nacional, Tocantins ronaldo.rc@mail.uft.edu.br (Ronaldo), lagares@mail.uft.edu.br (Kellen) e wmelouft@yahoo.com (Wagner).

⁴ Universidade Federal do Tocantins, Rua 7, Quadra 15, s/nº, Jardim dos Ipês, CEP 77500-000, Porto Nacional, Tocantins davibchagas@gmail.com.

Recebido em 14.II.2014. Aceito em 11.V.2015.

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade fenotípica de *Caryocar brasiliense* Cambess por meio da análise morfológica dos frutos em três diferentes fitofisionomias do Cerrado: denso, típico e ralo. Foram amostrados aleatoriamente 20 genótipos em cada fitofisionomia, sendo coletados 20 frutos por genótipo. As fitofisionomias que apresentaram maior variabilidade foram as do cerrado denso e ralo, apresentando quatro subgrupos de similaridade fenotípica, por meio do método de agrupamento (UPGMA), elaborado a partir da matriz de distâncias euclidianas entre médias padronizadas. Os frutos das fitofisionomias do Cerrado denso e do típico foram mais similares em comparação com os frutos coletados no Cerrado ralo. A variabilidade encontrada neste estudo foi maior dentro do que entre as fitofisionomias, sendo as variações ambientais importantes geradores de variabilidade fenotípica.

Palavras chave: morfometria de frutos, Pequi, plasticidade fenotípica

ABSTRACT – **Phenotypic variability of fruits of *Caryocar brasiliense* Cambess in three different physiognomies of the Cerrado, in the sate of Tocantins, Brazil.** The objective of this study was to assess the phenotypic diversity of *Caryocar brasiliense* Cambess through morphological analysis of the fruit in three different Cerrado physiognomies: dense, typical and thin. In each vegetation type 20 genotypes were randomly sampled in order to collected 20 fruits per genotype. The vegetation types that have greater variability were the dense and the thin Cerrado, featuring four subgroups of phenotypic similarity accordingly to the clustering method (UPGMA), drawn from the matrix of Euclidean distances between standardized mean. Greater similarities were clearly observed between the fruits collected in the dense and in the typical cerrado physiognomies in comparison with the thin Cerrado fruits. The intrapopulational variability was higher than those observed between the vegetation types, which may be the result of the environmental variation.

Keywords: fruit morphometry, Pequi, phenotypic plasticity

INTRODUÇÃO

O uso das espécies do Cerrado para produção de carvão vegetal e o extrativismo têm colocado em risco a preservação e a variabilidade genética de muitas espécies, em especial de *Caryocar brasiliense*, que é uma das principais representantes da família Caryocaraceae nos Cerrados brasileiros (Carvalho 2009, Melo Júnior *et al.* 2004).

Dentre os 25 tipos de fitofisionomias do Bioma Cerrado, *C. brasiliense* está presente no Cerradão, no Cerrado sentido restrito, que pode ser sub dividido em Denso, Típico, Ralo e Rupestre e no Parque Cerrado, pertencentes às formações savânicas (Ribeiro & Walter 2008). Essa espécie possui grande importância na atividade econômica e na geração de renda para grande parte da população humana que vive em regiões ocupadas pelo Cerrado (Caldeira Júnior *et al.* 2007).

C. brasiliense é nativa das Américas Central e do Sul, estendendo-se desde a Costa Rica até o Brasil e Paraguai (Araujo 1995). Caracteriza-se por possuir uma árvore de tronco grosso, podendo atingir até 10 m de altura (Lopes *et al.* 2006, Lorenzi & Matos 2008). O fruto tipo drupa possui aroma e sabor fortes, bem característicos, com casca verde-amarelada e mesocarpo geralmente espesso e esbranquiçado, medindo de cinco a oito cm de diâmetro e produzindo de um até quatro caroços por fruto. Os caroços possuem coloração laranja ou amarelada, com endocarpo lenhoso (rígido) com numerosos espinhos delgados, agudos e finos, que abrigam internamente a semente (amêndoa), branca e macia (Araujo 1995, Lorenzi & Matos 2008). A frutificação não ocorre de forma regular, variando a quantidade de produção ano a ano (Barradas 1972).

A complexa diversidade fitofisionômica torna o Cerrado um ambiente propício para estudos ambientais e de variações espaciais e temporais em populações de plantas. Desta maneira, saber como as plantas do Cerrado respondem a heterogeneidade ambiental, por meio de estudos da variabilidade fenotípica, pode ser muito útil na compreensão destas populações e em futuros programas de manejo e conservação de espécies (Rocha-Filho & Lomônaco 2006).

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo estudar a variabilidade fenotípica de uma população natural de *C. brasiliense* por meio da análise morfológica dos frutos em três diferentes fitofisionomias do Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma população natural de *Caryocar brasiliense*, localizada em área de reserva da fazenda São Judas Tadeu, (10°48'21,64" S e 48°26'14,17" O), situada a 24 km da cidade de Porto Nacional – TO, às margens da rodovia TO 070, que liga a cidade de Porto Nacional à cidade de Brejinho de Nazaré, atravessando três diferentes fitofisionomias do cerrado sentido restrito: cerrado denso, cerrado típico e cerrado ralo (Ribeiro & Walter 2008).

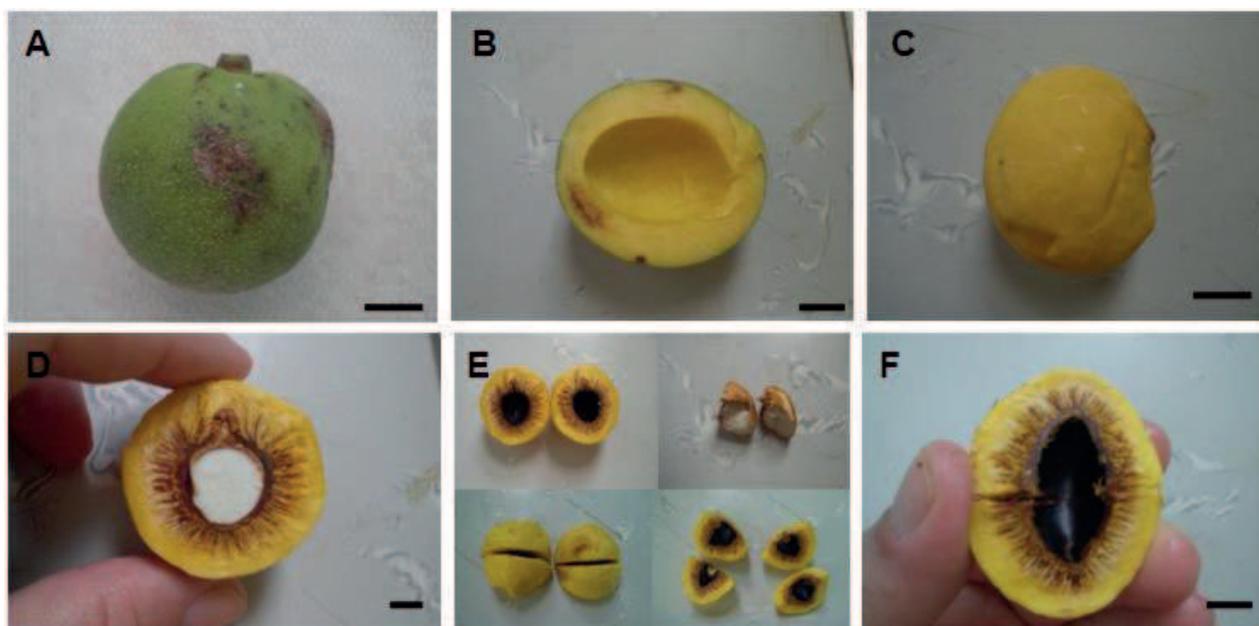
Em cada fitofisionomia foram amostrados aleatoriamente 20 genótipos distantes pelo menos 20 metros um do outro. Os genótipos foram georeferenciados e numerados com plaqueta de alumínio e tinta. A coleta de frutos ocorreu no período de agosto a outubro de 2011, sendo coletados 20 frutos caídos em cada indivíduo amostrado, descartando aqueles com danos.

As variáveis analisadas foram: peso (PF), altura (AF) e diâmetro do fruto (DF) (Fig.1A); espessura da casca (EC) (Fig.1B); número de caroços (NC); peso (PC), altura (AC) e diâmetro do caroço (DC) (Fig.1C); espessura da polpa do caroço (EP) (Fig.1D); peso (PA), altura (AA) e diâmetro da amêndoa (DA) (Fig.1F).

Por conta da morfologia do caroço e seus espinhos, as variáveis altura (AA) e diâmetro (DA) da amêndoa foram mensurados por meio da cavidade resultante da retirada da amêndoa, devido à dificuldade encontrada para retirada da mesma sem parti-la (Figs.1E, F). Os valores de diâmetro de frutos e caroços foram aferidos nas suas posições medianas. Os pesos foram obtidos por meio de balança analítica (g) e as demais medidas por meio de paquímetro (mm).

Em agosto de 2011, foram realizadas coletas de solo a 20 cm de profundidade, totalizando três amostras compostas para cada fitofisionomia. As análises físico-químicas das amostras de solo foram realizadas pelo Laboratório Porto Fértil, em Porto Nacional - TO. Os dados climatológicos e de precipitação para o município de Porto Nacional - TO foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A variabilidade fenotípica entre e dentro das fitofisionomias foi estimada por meio da análise de dendrograma, pelo método de agrupamento UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean), utilizando como medida de dissimilaridade a matriz de distância euclidiana média padronizada. Considerou-se



Figs. 1A-F. Variáveis analisadas do fruto. **A.** altura e diâmetro do fruto; **B.** Espessura da casca; **C.** Altura e diâmetro do caroço; **D.** Espessura da polpa; **E.** caroço partido ao meio para a retirada da amêndoa e partido em quatro para medição da cavidade da amêndoa; **F.** Altura e diâmetro da amêndoa. Barras: **Figs. 1A**= 45,60 mm; **Fig. 1B** = 7,76 mm; **Fig. 1C** = 36 mm; **Fig. 1D** = 3,78 mm; **Fig. 1F** = 16,90 mm.

a média das distâncias da matriz de dissimilaridades como ponto de corte para determinação do número de grupos. A Análise dos Componentes Principais (PCA) foi utilizada para construção de um gráfico com base nos escores gerados pelos três primeiros componentes principais, visando a visualização da variabilidade fenotípica de toda a população. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os programas Statistica 5.0 e Genes (Cruz 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve maior variabilidade morfológica nos frutos das populações de plantas do cerrado denso e do ralo, pois ambas apresentaram quatro subgrupos na análise de agrupamento (UPGMA) (Fig.2), em comparação com a população amostrada no cerrado típico, que apresentou apenas três subgrupos. Alguns genótipos contribuíram significativamente para a formação de subgrupos, pois apresentaram valores superiores para algumas das características fenotípicas estudadas (os genótipos, 8, 2, 18 e 14 no cerrado denso; genótipos 9, 1 e 10 no cerrado típico e os genótipos 4, 6 e 8 no cerrado ralo).

No cerrado denso, o ponto de corte foi de 1,35, indicando quatro grupos com maior similaridade fenotípica (Fig.2A). O primeiro grupo inclui apenas o genótipo 8, que apresentou valores superiores para o peso do fruto (PF = 125,72 g), altura do fruto (AF

= 57,05 mm), diâmetro do fruto (DF = 68,14 mm), peso do caroço (PC = 32,81 g), altura do caroço (AC = 47,35 mm), diâmetro do caroço (DC = 35,98 mm) e peso da amêndoa (PA = 2,23 g).

O segundo grupo reúne os genótipos, 15, 12, 16, 7, 17, 20, 4, 5, 9, 19, 6 e 2, este último apresentando o maior valor da espessura da polpa (EP = 4,79 mm) para esta fitofisionomia. O genótipo 5 apresentou os maiores valores para a altura e diâmetro da amêndoa (AA = 27,86 mm e DA = 13,46 mm) e o genótipo 19, a maior espessura de casca (EC = 9,49 mm).

O terceiro grupo possui apenas o genótipo 11 e o quarto e último grupo, inclui os genótipos 18, 14, 10, 13, 3 e 1. Destes, os genótipos, o 18 e o 14 apresentaram maior número de caroços por fruto (NC = 1,70), sendo essa uma variável de grande relevância do ponto de vista comercial. Os demais genótipos desse grupo foram mais uniformes e apresentaram os menores valores para peso, altura e diâmetro do caroço, peso, altura e diâmetro da amêndoa e peso e diâmetro do fruto.

No cerrado típico, o ponto de corte foi igual a 24, indicando a formação de três grupos com maior similaridade fenotípica (Fig.2B). O primeiro grupo é composto pelo genótipo 5, que apresentou os menores valores para as variáveis: peso do fruto (PF = 43,57 g), altura e diâmetro do fruto (AF = 38,63 mm e DF = 47,89 mm), espessura da casca (EC = 4,42 mm), peso do caroço (PC = 13,35 g), altura e

diâmetro do caroço (AC = 33,82 mm e DC = 27,43 mm) e peso e altura da amêndoa (PA = 1,04 g, AA: 19,64 mm).

O segundo grupo reúne os genótipos 18, 17 e 9. O genótipo 18 apresentou valores superiores aos demais para a altura do fruto (AF = 58,14 mm), espessura da casca (EC = 16,23 mm) e diâmetro da amêndoa (DA = 12,93 mm). O genótipo 17 apresentou os maiores valores para o peso do caroço (PC = 31,70 g), e o genótipo 9 para altura e diâmetro do caroço (AC = 46,55 mm, DC = 35,53 mm) e peso e altura da amêndoa (PA = 1,97 g, AA = 27,82 mm).

O terceiro grupo é constituído pela maior parte dos genótipos, sendo eles: 20, 13, 12, 7, 4, 10, 8, 16, 14, 11, 6, 15, 19, 3, 2 e 1. O genótipo 1 apresentou maior espessura da polpa (EP = 6,32 mm), o genótipo 4, o maior peso (PF = 135,52 g) e diâmetro do fruto (DF = 69,54 mm) e o genótipo 10, o maior número de caroços por fruto (NC = 1,70). O genótipo 19 apresentou o menor número de caroços (NC = 1,05), o genótipo 20, a menor espessura da polpa (EP = 1,95 mm). O menor diâmetro da amêndoa (DA = 8,55 mm) foi observado no genótipo 7.

Os demais genótipos apresentaram valores similares para as variáveis observadas e, dentre eles, os genótipos de maior interesse econômico seriam os genótipos 1 e 10, pela presença da maior espessura da polpa (EP) e maior quantidade de caroços por fruto (NC), características relevantes para o consumo e comercialização de *C. brasiliense*.

Para o cerrado ralo, dos 20 genótipos demarcados, apenas 13 produziram frutos. O ponto de corte foi de 1,34, indicando a formação de quatro grupos com maior similaridade fenotípica (Fig.2C). O primeiro grupo é representado apenas pelo genótipo 4, que apresentou valores superiores, para peso do fruto (PF = 138,21 g), altura e diâmetro do fruto (AF = 60,56 mm e DF = 68,41 mm), peso do caroço (PC = 39,89 g), altura e diâmetro do caroço (AC = 49,49 mm e DC = 38,20 mm) e altura da amêndoa (AA = 27,42 mm). O segundo grupo inclui os genótipos 11 e 7. O genótipo 7 destaca-se por obter a segunda maior espessura da casca (EC = 11,77 mm), quando comparado aos genótipos das outras fitofisionomias.

No terceiro grupo, foram reunidos os genótipos 6, 8, 5, 13, 9, 3, 10, 12 e 2. Destacam-se neste grupo o genótipo 6, por apresentar valores superiores nesta fitofisionomia para a espessura da polpa (EP = 5,68 mm) e diâmetro da amêndoa (DA = 13,53 mm) e o genótipo 8, com o maior número de caroços por fruto (NC = 1,70) e o maior peso da amêndoa (PA = 1,89

g), o que também foi encontrado no genótipo 12. As variáveis de maior interesse para fins comerciais seriam a espessura da polpa no genótipo 6 e o número de caroços e peso da amêndoa no genótipo 8. O quarto grupo apresenta apenas o genótipo 1, com valores inferiores para o peso do fruto (PF = 69,81 g) e altura e diâmetro do fruto (AF = 47,35 mm e DF = 56,81 mm respectivamente), se comparado com os demais genótipos desta fitofisionomia.

A análise de componentes principais indicou que os três primeiros componentes explicaram 77,5% da variação total observada nas medidas dos frutos. Não possível observar claramente a formação de grupos genotípicos específicos relacionados às localidades de coleta, porém, os genótipos 24, 25 e 44, destacaram-se como os mais divergentes. Os genótipos 24 e 25 pertencem ao cerrado típico e apresentam, respectivamente, o maior (PF = 135,52 g) e o menor (PF = 43,57 g) valor nos pesos do fruto para esta área. O genótipo 44, que pertence ao cerrado ralo, também apresentou valores superiores para o peso do fruto (PF = 138,21 g) e para o peso do caroço (PC = 39,89 g) (Fig. 3).

Por outro lado, a análise de agrupamento realizada pelo método de UPGMA, a partir da matriz de dissimilaridade, revelou claramente a maior similaridade entre frutos do cerrado denso com os frutos do cerrado típico e maior divergência de ambos com os frutos coletados no cerrado ralo (Fig.4). Este padrão de variação nas proporções de frutos entre os tipos fitofisionômicos do cerrado pode estar relacionado à ação do fogo, uma vez que o cerrado ralo e o típico sofreram ação do fogo durante o decorrer das coletas, sendo o seu efeito mais intenso no cerrado ralo.

Segundo Santana & Naves (2003), dependendo da proporção na qual o fogo atinge plantas de *C. brasiliense*, pode haver comprometimento subsequente da produção de frutos. O fogo, em diferentes escalas, é ainda um fator modulador da dinâmica nas savanas e atua como importante filtro ambiental, estruturando e selecionando espécies de plantas mais resistentes à sua ação, além de alterar os teores de nutrientes do solo. Além disto, as diferentes frequências nas ocorrências do fogo podem contribuir para o aumento da heterogeneidade ambiental nos cerrados brasileiros (Sharpe 1992, Silva & Batalha 2008). Desta maneira, a ação do fogo também pode ter sido um fator importante no aparecimento das variabilidades fenotípicas encontradas neste estudo.

Segundo apontamentos de Diniz- Filho *et al.* (2009), *C. brasiliense* responde a outros fatores

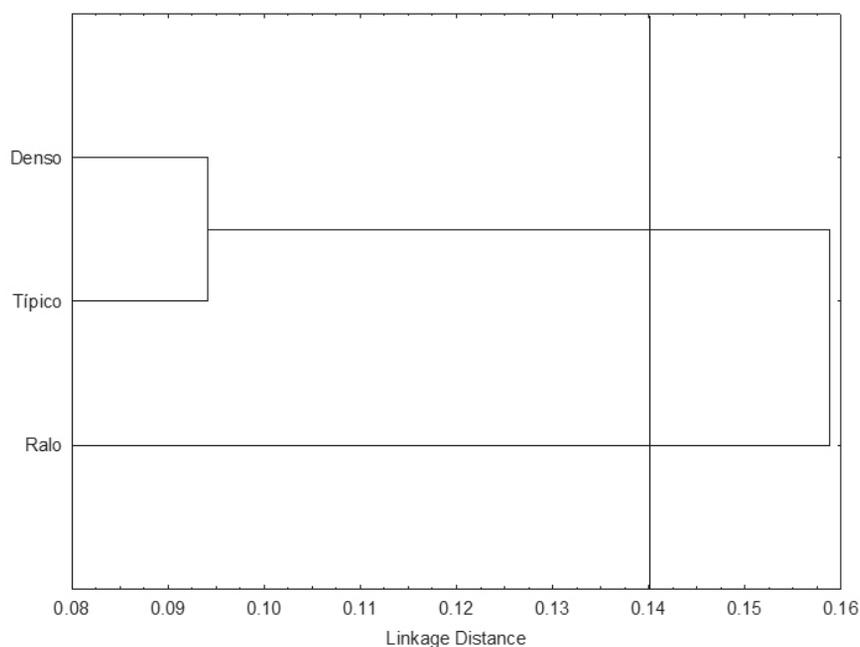


Fig. 4. Variabilidade genotípica de frutos de *C. brasiliense* entre as fitofisionomias do cerrado ralo, típico e denso por meio de análise de agrupamento com base no método da ligação média entre grupos (UPGMA), a partir da matriz de distância euclidiana média padronizada.

ambientais além do fogo, tais como: a precipitação sazonal, a fertilidade do solo e sua drenagem e formação histórica. De fato, as formações savânicas são também essencialmente moduladas pelas interações entre água, nutrientes no solo e ataques de herbívoros (Sharpe 1992). A seca tem sido apontada como o principal fator de estresse ambiental anual e a disponibilidade de água como um fator predominante na distribuição da vegetação (Palhares *et al.* 2010).

A diversidade de solos e a complexa interação entre o solo e o clima são fatores importantes para caracterizar as diversas fitofisionomias do Cerrado (Palhares *et al.* 2010). Rocha Filho & Lomônaco (2006), por exemplo, em seu trabalho de variações fenotípicas em subpopulações de *Davilla elliptica* A. St.-Hil. (Dilleniaceae) e *Byrsonima intermédia* A. Juss. (Malpighiaceae) em uma área de transição do Cerrado, confirmaram a hipótese de que a heterogeneidade ambiental é uma importante fonte geradora de variações morfológicas.

As análises edáficas realizadas em todas as áreas demonstraram que nas fitofisionomias de cerrado ralo e denso, os solos apresentaram textura média, enquanto no cerrado típico, a textura foi arenosa. A fitofisionomia de cerrado denso apresentou solo um pouco mais fértil do que as demais áreas, devido à maior capacidade de troca de cátions (CTC - 18,3), bem como maiores concentrações de cálcio (0,82), magnésio (0,58) potássio (86,0) e fósforo (3,5), além de porcentagens superiores de matéria orgânica

(4,7%), argila (29%) e silte (15,0%). Entretanto, de modo geral, os solos analisados, apresentaram-se como solos ácidos, de baixa fertilidade e com alta concentração de alumínio.

Santana & Naves (2003) encontraram alta densidade de pequizeiros na região Sudeste do estado de Goiás, onde havia elevada concentração de alumínio em solos de baixa fertilidade. Esses mesmos autores observaram uma correlação positiva entre as concentrações de cálcio e fósforo no solo com a densidade, área basal e número total de indivíduos de *C. brasiliense*.

Concentrações distintas de nitrogênio, fósforo e potássio no solo geraram respostas plásticas em folhas, frutos e altura de *Eugenia calycina*, Cambess. (*Myrtaceae*) atuando como fonte geradora de variabilidade fenotípica (Cardoso & Lomônaco 2003). Similarmente, pode-se supor que as distintas concentrações de fósforo e potássio no solo das três fitofisionomias estudadas, podem ter influenciado a produção de frutos de *C. brasiliense*, gerando respostas plásticas.

No bioma Cerrado, o clima caracteriza-se como estacional com precipitação média anual de 1.200 a 1.800 mm de chuvas no verão e um inverno seco, com duração de cinco a seis meses (Reatto & Martins 2005). Neste estudo, o regime de chuvas teve início em outubro de 2010, com pico de maior precipitação em janeiro de 2011 (353,6 mm), cessando em maio de 2011 (18,8 mm). O período da seca compreendeu

os meses de junho a setembro de 2011, onde foram verificadas temperaturas mais elevadas, com a máxima de 38,5 °C no mês de setembro. Observa-se, ainda, que o início das chuvas (outubro a dezembro) no ano anterior ao estudo (2010), foram verificados menores índices de precipitação, se comparado com o ano de 2011 (Fig. 5).

Leite *et al.* (2006) encontraram alta correlação linear entre a produção de frutos e a precipitação ($r = 0,85$, $P = 0,00001$). Zardo & Henriques (2011), também observaram maior produção de frutos de *C. brasiliense*, coincidindo com os maiores níveis de precipitação anual (1391 mm) em comparação com o ano seguinte, no qual houve menor nível de precipitação (1185 mm) e, conseqüentemente, menor produção de frutos. Desta maneira, o nível de precipitação neste estudo, também, pode ser considerado como um fator gerador de alterações morfológicas, contribuindo para que alguns genótipos não tenham produzidos frutos no ano do estudo.

Collevatti *et al.* (2011), sugerem que *C. brasiliense* poderá sofrer futuramente considerável perda de diversidade genética devido as mudanças

climáticas e isto traria graves conseqüências para a conservação da espécie. Além disso, Diniz-Filho *et al.* (2009) alertam sobre o perigo do isolamento das populações de *C. brasiliense* provocado por atividades antrópicas, que podem aumentar os níveis de endogamia e reduzir a variabilidade genética populacional.

De maneira geral, foi encontrada significativa variabilidade fenotípica nas características dos frutos de *C. brasiliense* entre e dentro das fitofisionomias de cerrado ralo, típico e denso na região de Porto Nacional – TO. Fatores ambientais tais como a ação do fogo, a disponibilidade de água e o tipo de solo, por divergirem entre as áreas de estudo, podem ter atuado como moduladores destas variações. Entretanto, como as diferenças nas características dos frutos das distintas fitofisionomias também podem ter sido causadas por variações genéticas, estudos mais refinados precisariam ser realizados para se compreender a intensidade das respostas plásticas dadas por *C. brasiliense* e seu papel para a conservação da espécie nas áreas do Cerrado.

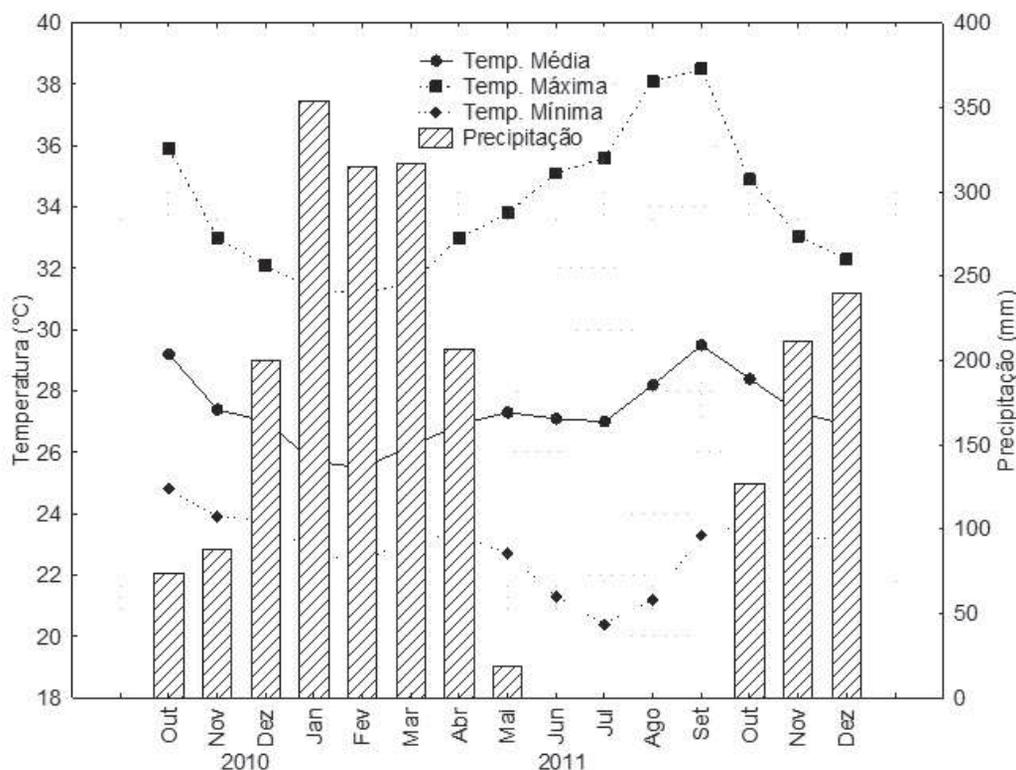


Fig. 5. Dados climatológicos do município de Porto Nacional - TO, Brasil, entre outubro de 2010 e dezembro de 2011.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal do Tocantins e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

- Araujo, F.D.A. 1995. Review of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) an economically valuable species of the Central Brazilian Cerrados. *Economic Botany* 49(1): 40-98.
- Barradas, M.M. 1972. Informações sobre floração, frutificação e dispersão do piqui *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae). *Ciência e Cultura* 24(11):1063-1068.
- Caldeira Junior, F.C., Rocha, S.L., Santos, W.G., Paula, T.O.M., Santos, A. M., Carvalho, P.E.R. 2007. Ecogeografia e etnobotânica do *Caryocar brasiliense* no Norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Biociências* 5(1):477-479.
- Cardoso, G.L. & Lomônaco, C. 2003. Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess. (Myrtaceae) em uma área de transição Cerrado - Vereda. *Revista Brasileira de Botânica* 26 (1): 131-140.
- Carvalho, P.E.R. 2009. Pequi *Caryocar brasiliense*. Colombo- PR, ISSN 1517-5030. Comunicado Técnico Embrapa 230.10 p.
- Collevatti, R.G., Nabout, J.C., Diniz-Filho, J.A.F. 2011. Range shift and loss of genetic diversity under climate change in *Caryocar brasiliense*, a Neotropical tree species. *Tree Genetics & Genomes* p.1-11.
- Cruz, C.D. 2008. Programa Genes - Diversidade Genética. Editora, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 278p.
- Diniz-Filho, J.A.F., Nabout, J.C., Bini, L.M., Soares, T.N., Telles, M.P.C., Marco, P., Collevatti, R.G. 2009. Modelagem de nicho e genética da paisagem de *Caryocar brasiliense* ("Pequi" árvore: Caryocaraceae) no Cerrado brasileiro: uma abordagem integrativa para avaliar os padrões centro- periféricos da população. *Genética de Árvores e Genomas* 5(4): 617-627.
- Leite, G.L.D., Veloso, R.V.S., Zanuncio, J.C., Fernandes, L.A., Almeida, C.I.M. 2006. Phenology of *Caryocar brasiliense* in the Brazilian Cerrado region. *Forest Ecology and Management* 236:286-294.
- Lorenzi, H. & Matos, F.J.A. 2008. Plantas Medicinais do Brasil: nativas e exóticas. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo, p. 205-206.
- Lopes, P.S.N., Pereira, A.V., Pereira, E.B.C., Martins, E.R., Fernandes, R. C. 2006. Pequi. In *Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil* (R.F. Vieira, T.S.A. Costa, D.B. Silva, F.R. Ferreira, S.M. Sano, eds.) Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, p. 248- 287.
- Melo Júnior, A.F., Carvalho, D., Póvoa, J.S.R., Bearzoti, E. 2004. Estrutura genética de populações naturais de pequi *Caryocar brasiliense* Camb.). *Scientia Forestalis* 66:56-65.
- Palhares, D., Franco, A.C., Zaidan, L.B.P. 2010. Respostas fotossintéticas de plantas do Cerrado nas estações seca e chuvosa. *Revista Brasileira de Biociências* 8 (2):231-220.
- Reatto, A. & Martins, E.S. 2005. Classes de solo em relação aos controles da paisagem do bioma Cerrado. In *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação* (A. Scariot, J.C. Sousa-Silva, J.M. Felfili, eds.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 49-59.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In *Cerrado: Ecologia e Flora* (S. M. Sano, S. P. Almeida, J. F. Ribeiro, eds.). Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, v. 1, p. 151-199.
- Rocha Filho, L.C. & Lomônaco, C. 2006. Variações fenotípicas em sub populações de *Davilla elliptica* A. St. – Hil. (Dilleniaceae) e *Byrsonima intermédia* A. Juss. (Malpighiaceae) em uma área de transição Cerrado- Vereda. *Acta Botânica Brasilica* 20(3): 719-725.
- Santana, J.G & Naves, R.V. 2003. Caracterização de ambientes de cerrado com alta densidade de pequizeiros (*Caryocar brasiliense* Camb.) na região sudeste do estado de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 33 (1):1-10.
- Sharpe, C. 1992. Dynamics of savanna ecosystems. *Journal of Vegetation Science* 3(3): 293-300.
- Silva, D.M. & Batalha, M.A. 2008. Soil- vegetation relationships in Cerrados under different fire frequencies. *Plant Soil* 311:87-96.
- Zardo, R.N. & Henriques, R.P.B. 2011. Growth and fruit production of the tree *Caryocar brasiliense* in the Cerrado of Central Brazil. *Agroforest Syst* 82:15-23.