

Estimativa de parâmetros genéticos do cajueiro anão precoce em um solo arenoso pelo procedimento reml/blup¹

Estimates of genetic parameters of the early dwarf cashew in a sandy soil by reml / blup procedure¹

Silvanete Severino da Silva², Roberto Vieira Pordeus³, Joaquim Odilon Pereira³, José Dantas Neto⁴, Joel Medeiros Bezerra⁵

Resumo: O presente trabalho teve por objetivo selecionar clones de cajueiro anão precoce adaptados a região central do Sertão do Rio Grande do Norte, além de estimar a magnitude e coeficientes de correlações fenotípicas e genéticas através do Software SELEGEM – REML/BLUP. As áreas experimentais estão localizadas nos municípios de Jardim de Angicos e Santana do Matos, no Estado do Rio Grande do Norte, em que as amostragens foram realizadas no mês de abril de 2010. Em Santana do Matos – RN, apresentou um significativo ganho em tamanhos, atribuindo-se as melhores condições climáticas, pois tem melhor distribuição de precipitação do que em Jardim de Angicos. As estimativas da herdabilidade no sentido restrito para todos os caracteres avaliados variaram de 0,02 a 0,08. As correlações genéticas e fenotípicas foram positivas, para a segunda avaliação, de elevadas magnitudes e, em sua maioria, altamente significativas, considerando a precoce avaliação de 24 meses. As estimativas de parâmetros genéticos indicam que há variabilidade genética significativa para caracteres de crescimento em clones de cajueiro anão precoce já na fase juvenil, o que se confirma a importância do programa de melhoramento genético.

Palavras-chaves: REML/BLUP; clones de caju; variância genética.

Abstract: This study aimed at selecting clones of early dwarf chashew trees more adapted to the central hinterlands of the State of Rio Grande do Norte besides estimating magnitude and phenotypic and genetic correlation coefficients by using the software SELEGEM – REM/BLUP. The experimental areas are located in the cities of Jardim de Angicos and Santana do Matos, State of Rio Grande do Norte, where the samples were taken in April 2010. The cashew tree is much adapted to Northeastern Brazil. It can be seen from the coast to the hinterlands, including the transition area. In Santana do Matos, however, there was a relevant gain of size for the best weather conditions than Jardim de Angicos, better soils, and precipitation distribution. The heritability estimates in the restricted sense for all characters evaluated varied from 0.02 to 0.08. The genetic and phenotypic correlations were positive for the second evaluation, which had high magnitudes and, mostly, very relevant considering the early evaluation at 24 months. Genetic parameters estimates show relevant genetic variability for growing characters in juvenile clones of early dwarf cashew trees, what confirms the importance of the genetic improvement program.

Key-words: REML/BLUP; cashew clones; genetic variance.

¹ Trabalho extraído da monografia do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA; Campus Angicos, Angicos-RN

² Mestranda, UAEA - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande-PB, E-mail: silvanete.h@hotmail.com

³ D.Sc. Professor - DCTA - UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, Brasil. E-mail: rvpordeus@gmail.com, jodilon@ufersa.edu.br

⁴ D.Sc. Professor - UAEA, UFCG – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: zedantas1955@gmail.com

⁵ Doutorando, UAEA - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande-PB, E-mail: joel_medeiros@oi.com.br

INTRODUÇÃO

O cajueiro é uma planta amplamente adaptada às condições edafoclimáticas da região nordeste do Brasil, sendo bastante visível no litoral, região de transição e regiões de sertões. Essa ampla disseminação desperta para estudos relacionados à adaptabilidade dessa espécie e é no melhoramento vegetal que está ancorado a compreensão da interação entre a espécie e ambiente. O melhoramento na cajucultura é muito significativo, pois encurta o espaço de tempo para se obter dados importantes como precocidade, adaptabilidade, produtividade e resistência a pragas e doenças, já que o cajueiro é uma cultura perene (TAVARES et al., 2011).

O sucesso na exploração econômica do cajueiro nos diferentes agrossistemas para onde ele tem sido levado depende de sistemas de produção que incluam, fundamentalmente, indivíduos adaptados às condições de clima e de solo de cada situação, razão pela qual cabe ao melhoramento genético importante papel na viabilização da cultura, independente do ambiente onde ela for explorada (BARROS et al., 1998).

As baixas produtividades registradas na cajucultura brasileira direcionam a seleção prioritariamente para a obtenção de plantas (clones comerciais de cajueiro anão precoce) que possibilitem resultados superiores a 1,3t/ha de castanha, em regime de sequeiro, (BARROS et al., 1984; 1993; ALMEIDA et al., 1993; BARROS & CRISÓSTOMO, 1995). No caso de clones para cultivo sob irrigação, a ênfase deve ser para genótipos que possibilitem produtividades superiores a 4,5 t/ha (OLIVEIRA et al., 1996).

Os procedimentos mais comuns adotados no melhoramento de plantas de reprodução assexuada ou vegetativa são a introdução de germoplasma, a seleção clonal e a hibridação. Além desses, outros métodos auxiliares têm sido utilizados com sucesso, como a

indução de mutações, indução de mutações, indução de poliploidia e cultura de tecidos (BARROS et al., 1998).

No caso do cajueiro, a introdução de plantas no melhoramento genético tem sido a principal fonte de obtenção de materiais mais adequados à exploração comercial. O sucesso da metodologia depende da presença de variabilidade genética na população, o que proporcionará a ocorrência de tipos superiores para a formação de clones que entrarão no processo de competição (PAIVA e BARROS, 2004).

A seleção feita numa população formada por um único clone não deve surtir efeito, uma vez que toda variação existente é de origem ambiental (BARROS et al., 1998).

O uso de procedimentos genéticos estatísticos em espécies vegetais perenes é a melhor maneira de selecionar plantas perenes. Entre estes procedimentos tem-se a análise padrão de estimação de componentes de variância e predição de componentes de média via individuais, caracterizando-se por constituir tendências no melhoramento genético de plantas, já que, fornecem importantes parâmetros adicionais na identificação de materiais genéticos superiores.

Diante do contexto, o presente estudo teve por objetivo selecionar clones de cajueiro anão precoce adaptados aos solos arenosos da mesorregião Central do Estado do Rio Grande do Norte e estimar a magnitude dos parâmetros genéticos, obtidos pelo procedimento REML/BLUP.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada em duas áreas experimentais, no mês de abril de 2010, estando localizadas nos municípios de Jardim de Angicos e Santana do Matos (mesorregião Central Potiguar, Estado do Rio grande do Norte, Brasil), como pode ser observado na Figura 1.

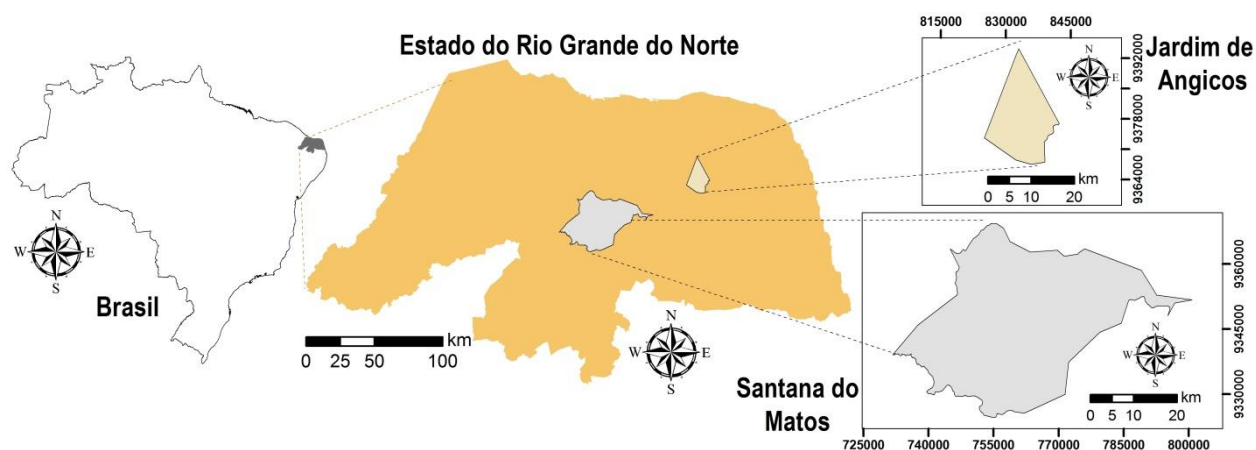


Figura 1. Localização das unidades demonstrativas de cajueiro anão precoce em Jardim de Angicos – RN e Santana do Matos – RN

O município de Jardim de Angicos-RN, esta localizado a 35° 39' 56" S de latitude e 36° 36' 04" W de longitude, com altitude de 645 m. Enquanto que, Santana do Matos-

RN, esta situado a 05° 32' 00" S de latitude e 35° 59' 19" W de longitude, com altitude de 237 m.

As áreas de estudo possuem cerca de 1 ha cada, e vêm sendo manejadas com sucessão de cultivos entre milho, mandioca e feijão nos últimos 25 anos, com preparo convencional do solo, composto por uma aração e uma gradagem até a profundidade de 0,2 m. No último cultivo, a semeadura foi realizada manualmente, sem adubação complementar, e a colheita realizada manualmente.

O clima da mesorregião em estudo, segundo a classificação de Koppen, é Aw e a região pertence ao

grupo clima tropical chuvoso. Os parâmetros climáticos da estação mais próxima de Jardim de Angicos foram obtidos junto a estação de Ceará-Mirim/RN (BDMEP – INMET), os quais estão ilustrados na Figura 2a. Enquanto, a estação climática mais próxima de Santana do Matos situa-se em Florânia/RN (BDMEP – INMET), a Figura 2b.

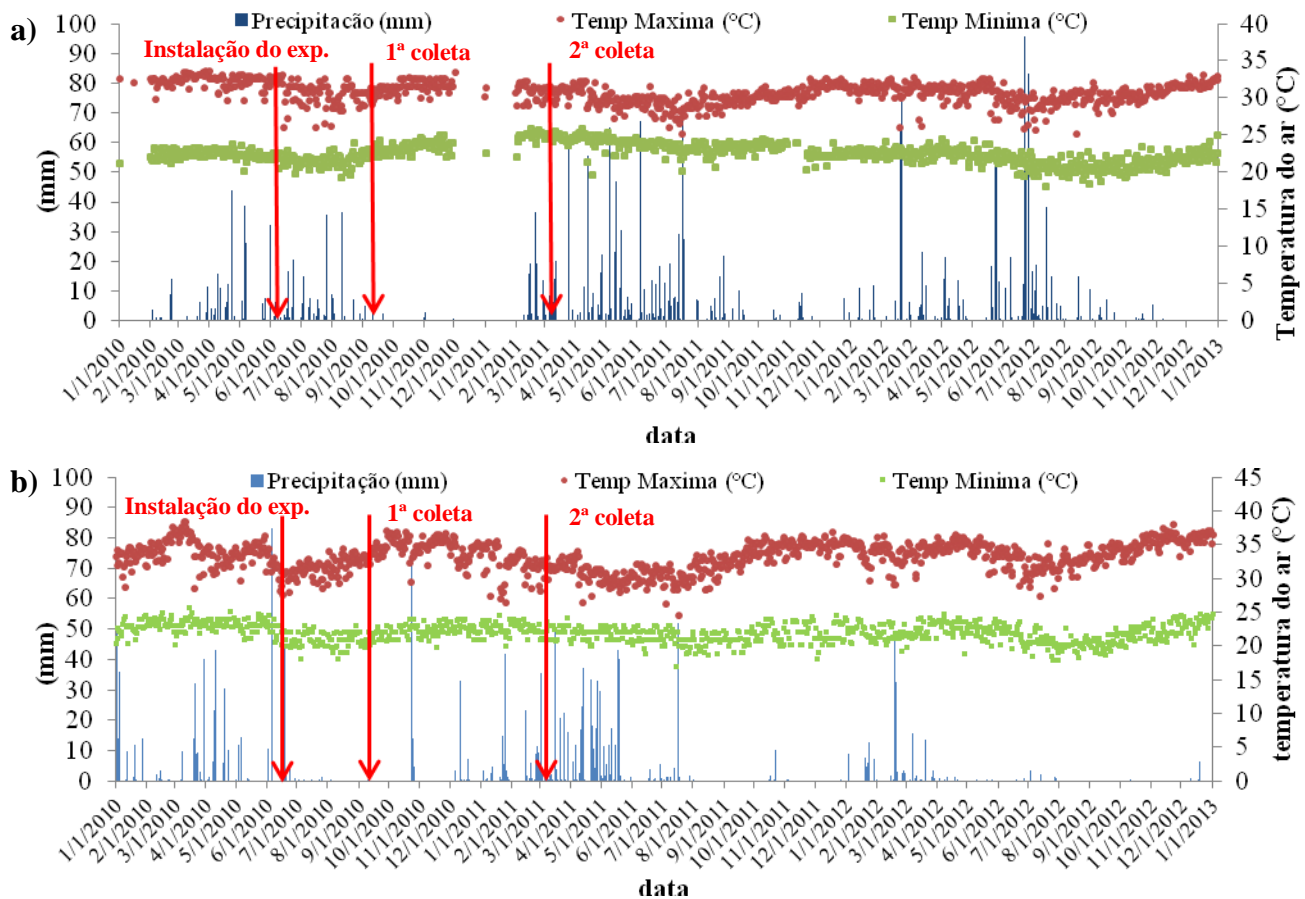


Figura 2. Parâmetros climáticos durante o período de amostragem: a) em Ceara Mirim/RN e b) em Florânia/RN (BDMEP-INMET)

Antes do plantio das mudas de cajueiros foi feita uma caracterização das propriedades físicas do solo, o material foi conduzido ao laboratório da Universidade Federal

Rural do Semi-Árido campus Mossoró, Tabela 1. O solo das áreas de estudo é Podzólico Vermelho amarelo Tb eutotrófico, com textura arenosa/media (PE).

Tabela 1. Características física do solo das unidades experimentais

Unidade	Jardim de Angicos			Santana do Mato		
	Profundidade (cm)			Profundidade (cm)		
	0,0 – 0,2	0,2 – 0,4	0,4 – 0,6	0,0 – 0,2	0,2 – 0,4	0,4 – 0,6
Areia Grossa	0,66	0,64	0,67	0,67	0,65	0,64
Areia Fina	0,28	0,28	0,26	0,18	0,15	0,15
Areia Total	0,93	0,93	0,93	0,84	0,80	0,79
Silte	0,02	0,03	0,03	0,05	0,06	0,06
Argila	0,04	0,05	0,04	0,07	0,11	0,15
Densidade Aparente	1,25	1,27	1,28	1,24	1,28	1,30
Densidade Real	2,64	2,66	2,69	2,66	2,67	2,67

As coletas de amostragem do material genético dos clones de caju ocorreram nos meses de setembro de 2010 e março de 2011, em ambas as áreas.

Utilizou-se delineamento em blocos com 23 tratamentos, com três plantas por parcela, espaçamento 7 m entre linhas e 6 m entre plantas. Os clones de cajueiro-anão precoce foram originados de seleção de plantas com potencial de produção de castanha e pedúnculo. Os tratos

culturais aplicados foram os mesmos utilizados no plantio comercial do cajueiro anão-precoce, em cultivo irrigado (OLIVEIRA et al., 2005).

O controle da altura (m) e do diâmetro de copas (m) foi realizado por dois anos, em todas as plantas da parcela. O Arranjo experimental e os tratos culturais foram similares nas áreas.

Para análise estatística, utilizou-se do modelo matemático a seguir:

$$Y = Xb + Zg + Wp + e \tag{01}$$

em que:

Y = Vetor de observações fenotípicas para um caráter;

X = Matriz de incidência para os efeitos fixos;

b = Vetor de efeitos fixos (média geral e efeitos; de blocos);

Z = Matriz de incidência para os efeitos genotípicos;

g = Vetor de efeitos genotípicos;

W = Matriz de incidência para os efeitos de parcelas;

p = Vetor de efeitos de parcelas;

e = Vetor dos efeitos de erros de natureza aleatória de acordo com Resende (2000).

As estruturas de médias e variâncias foram obtidas por:

$$E \begin{bmatrix} Y \\ g \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \text{Var} \begin{bmatrix} g \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I\sigma_g^2 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_p^2 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix} \tag{02}$$

As equações do modelo misto para estimar os efeitos fixos e prever os efeitos aleatórios foram dadas por:

$$\text{Var} \begin{bmatrix} g \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I\sigma_g^2 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_p^2 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}; \tag{03}$$

em que:

$$\hat{\Lambda}_1 = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\sigma}_g^2} = \frac{1 - \hat{h}_g^2 - \hat{c}^2}{\hat{h}_g^2}; \tag{04}$$

$$\hat{\Lambda}_2 = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\sigma}_p^2} = \frac{1 - \hat{h}_g^2 - \hat{c}^2}{\hat{c}^2}; \text{it} \tag{05}$$

$$\hat{h}_g^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2}; \tag{06}$$

$$\hat{c}^2 = \frac{\hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2}; \tag{07}$$

sendo:

I = Matriz identidade;

h_g^2 = Herdabilidade individual no sentido amplo;

c^2 = Correlação intraclasses devida ao ambiente comum na parcela;

σ_g^2 = Variância genotípica entre clones;

σ_p^2 = Variância entre parcelas;

σ_e^2 = Variância residual ou ambiental dentro de parcelas.

Neste estudo os estimadores para os componentes de variância genética (aditiva e dominante), coeficientes de herdabilidade, valores genéticos e valores genotípicos, os estimadores iterativos de componentes de variância por REML foram obtidos segundo Resende & Araújo (1993) e

Resende (2000), relatam ainda que os estimadores foram apresentados de acordo com as estratégias de seleção e propagação dos materiais selecionados, pelas expressões a seguir:

$$\hat{\sigma}_e^2 = [Y'Y - \hat{b}'X'Y - \hat{g}'Z'Y - \hat{p}'W'Y] / [N - r(X)]; \quad (08)$$

$$\hat{\sigma}_g^2 = [\hat{g}'\hat{g} + \hat{\sigma}_e^2 \text{tr}(C^{22})] / q; \quad (09)$$

$$\hat{\sigma}_p^2 = [\hat{p}'\hat{p} + \hat{\sigma}_e^2 \text{tr}(C^{33})] / s; \quad (10)$$

C^{33} e C^{22} advém de:

$$C^{-1} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{21} & C_{31} \\ C_{12} & C_{22} & C_{32} \\ C_{13} & C_{23} & C_{33} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix} \quad (11)$$

sendo:

C = Matriz dos coeficientes das equações do modelo misto;

Tr = Operador traço matricial;

r(X) = Posto da matriz X;

N = Número total de dados;

q = Número de indivíduos;

s = Número de parcelas.

Para o processamento dos dados foi utilizado o programa SELEGEN - Seleção Genética Computadorizada, desenvolvido pelo Centro Nacional de Pesquisa de Florestas da Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, que utiliza técnicas de avaliação genética envolvendo simultaneamente a predição de valores genéticos e a estimação de componentes de variância. O procedimento adotado pelo aplicativo para predição de valores genéticos é o BLUP (melhor predição linear não viesada), utilizando estimativas de componentes de variância obtidas pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML). O programa emprega os modelos, estimadores e preditores apresentados por Resende (2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Primeiro ano após o plantio, a morfologia das plantas de cajueiro com relação aos caracteres altura e diâmetro de copa tornam-se mais evidenciados, e alguns clones alcançaram quase 1,0 m de altura e diâmetro de copa.

A partir da Figura 3, pode-se inferir uma forte variação entre os clones com relação a essas duas variáveis. As plantas de cajueiro, ritmicamente, investem na sua arquitetura, equilibrando crescimento em altura, diâmetro de copas (SILVA et al., 2012). Pela análise dos dados da altura e do diâmetro de copas, permite-se ainda constatar que 43,47 % dos clones estão num estrato de 0,8 a 1,0 m; 26,08 % entre 0,4 a 0,6 m e 30,13% entre 0,2 a 0,4 m.

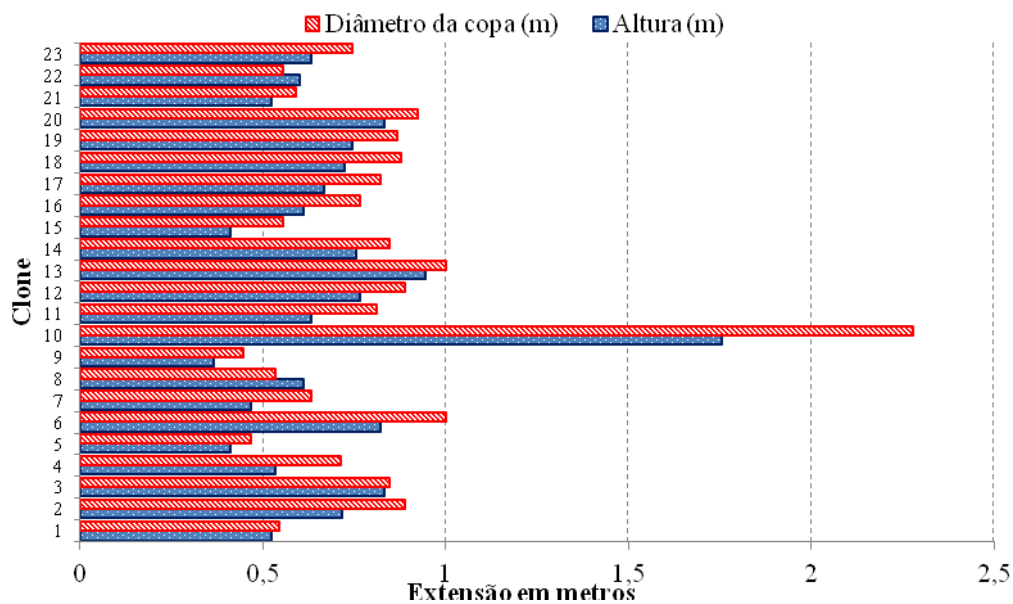


Figura 3. Altura e Diâmetro de copa de 23 clones de cajueiro anão precoce, após primeiro ano de plantio, instalados em área experimental no município de Jardim de Angicos-RN

Quando analisado o segundo ano de plantio, constatou-se um crescimento em 5% dos clones pesquisados apresentaram altura inferior a 0,59 m, enquanto que, 95% apresentaram altura superior. Já, para

os percentis de 25 e 75% constatou-se que as alturas máximas dos clones foram de 0,73 m e 0,89 m, respectivamente (Figura 4).

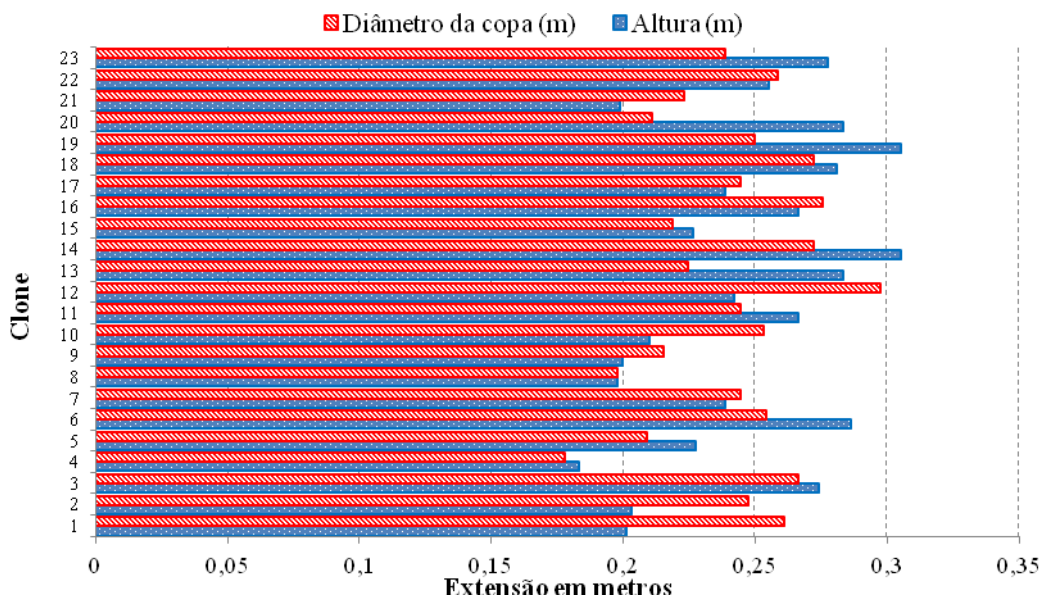


Figura 4. Altura e Diâmetro de copa de 23 clones de cajueiro anão precoce, após 2 anos de plantio, instalados em área experimental no município de Jardim de Angicos-RN

Ao analisar os diâmetros das copas, verificou-se que 5% dos clones tiveram seus diâmetros inferiores a 0,70 m, 95% apresentaram diâmetro inferior a 1,05 m e superiores a 0,70 m, com média de 0,89 m, para os percentis de 25 e 75%, verificou-se que o diâmetro de copa máximo foi de 0,87 m e 0,97 m, respectivamente. Observou-se ainda, que a variação entre os percentis de 95 e 5% para a altura e para a copa dos clones estudados foi de 70,32 e 50,24%, respectivamente e que apenas 5% dos clones apresentam altura e diâmetro de copa superior a 1,01 e 1,05 m, respectivamente.

No segundo ano, desde o plantio, as plantas de cajueiro avaliadas no município de Santana do Matos (Figura 5), evidenciaram em termos de média geral, em metros, valores de altura e diâmetro de copa, 1,01 e 1,44, respectivamente. Esses valores são superiores em 36% e 70% aqueles encontrados em Jardim de Angicos para as mesmas variáveis. Analisando-se os dados, também é possível constatar que 34,78 % dos clones possuem formação de copas superior a 1,5 m. Os clones 8; 11 e 15 possuem diâmetro de copas superior a 1,8 m

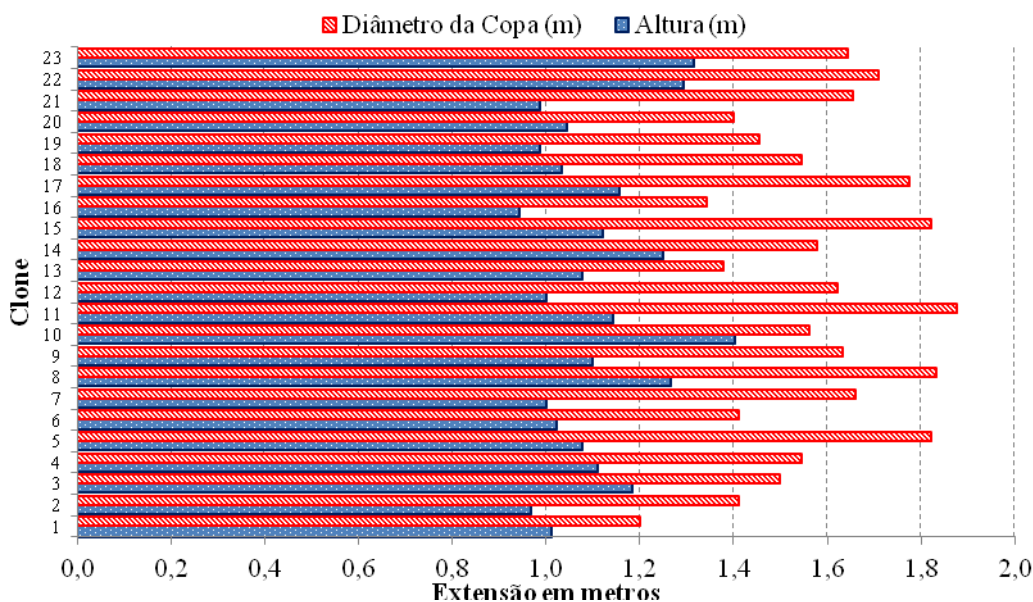


Figura 5. Altura e diâmetro de copa de 23 clones de cajueiro anão precoce após 2 anos do plantio, instalados em área de produtor no município de Santana do Matos-RN

Quando avaliado o segundo ano de plantio no município de Santana do Matos (Figura 6), constatou-se que os dados do experimento revelaram que 5% dos clones apresentaram um altura inferior a 0,97 m e diâmetro de copa inferior a 1,35 m, e 95% dos clones apresentaram altura inferior a 1,31 m e superior a 0,97 m e o diâmetro de copa inferior a 1,83 m e superior a 1,35 m, tendo média de 1,08 e 1,58 m, respectivamente, para altura e diâmetro de copa. Ainda verificou-se que para os percentis de 25 e 75% constatou-se que as altura máxima dos clones foram de 1,01 m e 1,17 m, respectivamente. Enquanto, para o diâmetro de copa esses mesmos percentis os valores foram de 1,43 e 1,58 m, respectivamente.

Quando se analisou a variação entre o percentis de 95 e 5% para a altura e copa dos clones verificou-se uma

variação de 35,32% e 35,94%, respectivamente. Observou-se que apenas 5% dos clones apresentam altura e diâmetro de copa superior a 1,31 e 1,83 m, respectivamente.

Na área experimental do município de Santana do Matos constatou-se maior uniformidade entre os clones pesquisados como pode-se observar na menor variação dos clones, o mesmo não ocorreu na área experimental do município de Jardim de Angicos. Tal fato, provavelmente deve-se a menor precipitação ocorrida neste município, ocorrendo regime pluviométrico com chuvas acumuladas de janeiro à setembro de 2010, registrando apenas de 190 mm, enquanto no município de Santana do Matos a precipitação registrada neste mesmo período foi de 445,50 mm.

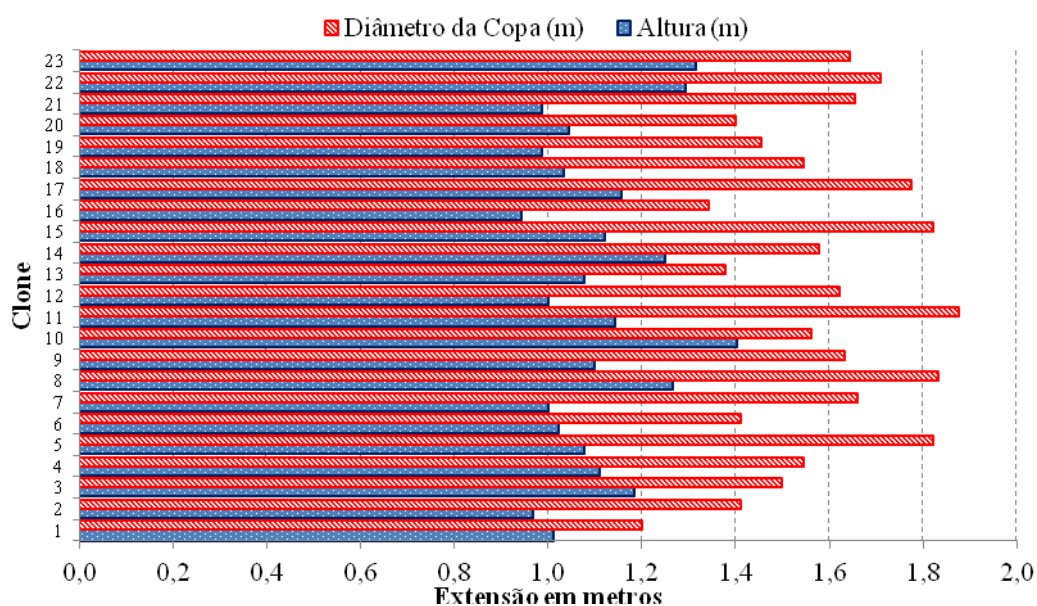


Figura 6. Altura e diâmetro de copa de 23 clones de cajueiro anão precoce após dois anos do plantio, instalados em área de produtor no município de Santana do Matos-RN

Os componentes de média BLUP Individual para altura de plantas e diâmetro de copas na localidade Jardim de Angicos encontram-se na Tabela 2.

Registra-se que os valores genotípicos de cada clone foram obtidos somando-se cada efeito genotípico à média geral do experimento. O ganho genético equivaleu à média dos vetores dos efeitos genéticos preditos para os clones selecionados. A média geral somada ao ganho

genético resultou na média da população melhorada. A análise dos dados revelou que os Clones 13; 3; 20; 6; e 2 foram os cinco primeiros clones, considerados pelo ordenamento para variável altura de plantas. Por sua vez, para diâmetro de copas, foram obtidos os seguintes materiais genéticos Clone 6; 3; 20; 2 e 12, havendo uma correspondência de 80% no ordenamento dos clones para as duas variáveis, considerando o valor genotípico.

Tabela 2 - Componentes de Média (BLUP Individual) da altura de planta e diâmetro de copa de 23 clones de cajueiro anão precoce após dois anos do plantio, instalados no município de Jardim de Angicos-RN

Altura de planta						Diâmetro de copa					
Ordem	Clone	g	u + g	Ganho	Nova Média	Ordem	Clone	G	u + g	Ganho	Nova Média
1	13	0,1236	0,7738	0,1236	0,7738	1	6	0,0441	0,7906	0,0441	0,7906
2	3	0,0770	0,7271	0,1003	0,7505	2	13	0,0441	0,7906	0,0441	0,7906
3	20	0,0770	0,7271	0,0925	0,7427	3	20	0,0305	0,7771	0,0396	0,7861
4	6	0,0723	0,7224	0,0875	0,7376	4	2	0,0247	0,7713	0,0359	0,7824
5	12	0,0489	0,6991	0,0798	0,7299	5	12	0,0247	0,7713	0,0336	0,7802
6	10	0,0443	0,6944	0,0738	0,7240	6	18	0,0228	0,7693	0,0318	0,7784
7	14	0,0443	0,6944	0,0696	0,7198	7	19	0,0209	0,7674	0,0303	0,7768
8	19	0,0396	0,6898	0,0659	0,7160	8	3	0,0170	0,7635	0,0286	0,7751
9	18	0,0303	0,6804	0,0619	0,7121	9	14	0,0170	0,7635	0,0273	0,7738
10	2	0,0279	0,6781	0,0585	0,7087	10	17	0,0132	0,7597	0,0259	0,7724
11	17	0,0069	0,6571	0,0538	0,7040	11	11	0,0112	0,7577	0,0246	0,7711
12	11	-0,0071	0,6431	0,0488	0,6989	12	10	0,0054	0,7520	0,0230	0,7695
13	23	-0,0071	0,6431	0,0445	0,6946	13	16	0,0035	0,7500	0,0215	0,7680
14	8	-0,0164	0,6338	0,0401	0,6903	14	23	-0,0004	0,7462	0,0199	0,7664
15	16	-0,0164	0,6338	0,0363	0,6865	15	4	-0,0062	0,7404	0,0182	0,7647
16	22	-0,0211	0,6291	0,0328	0,6829	16	7	-0,0197	0,7268	0,0158	0,7623
17	1	-0,0242	0,6260	0,0294	0,6796	17	1	-0,021	0,7255	0,0136	0,7602
18	4	-0,0491	0,6011	0,0250	0,6752	18	21	-0,0274	0,7191	0,0114	0,7579
19	21	-0,0537	0,5964	0,0209	0,6711	19	15	-0,0332	0,7133	0,0090	0,7555
20	7	-0,0771	0,5731	0,0160	0,6662	20	22	-0,0332	0,7133	0,0069	0,7534
21	15	-0,1004	0,5497	0,0105	0,6606	21	8	-0,0371	0,7095	0,0048	0,7513
22	5	-0,1004	0,5497	0,0054	0,6556	22	5	-0,0486	0,6979	0,0024	0,7489
23	9	-0,1191	0,5311	0	0,6502	23	9	-0,0525	0,6940	0	0,7465

Valores genotípicos devem ser os preferíveis pelos pesquisadores de melhoramento, pois são estes os verdadeiros valores a serem preditos. Valores de nova média são as predições feitas pelo BLUP para os cultivos comerciais, ou seja, nos cultivos comerciais os clones deverão produzir, em média, tais valores. Pela metodologia REML/BLUP o que realmente se estima e, ou se prediz são estes valores (BORGES et al. 2010). Neste estudo, pode ser verificado que os valores genotípicos (u+g) são bem próximos da nova média e vice-versa.

Barros et al. (1993), estudaram a interação entre genótipos e ambientes, com auxílio do procedimento BLUP/REML, para avaliação de clones de cajueiro-anão

precoce, com a finalidade de identificar genótipos que reúnam, simultaneamente, alta produtividade, adaptabilidades e estabilidades genotípicas. Em que se verificou que ocorreu uma alteração no ordenamento dos clones, nos diferentes ambientes, como reflexo da correlação genotípica de média magnitude (0,58). Entretanto, a herdabilidade de clones apresentou magnitude moderada a alta, para os diferentes caracteres, fato que indica excelentes possibilidades para a seleção, permitindo acurácia seletiva da ordem de 83%.

Os componentes de média BLUP Individual para altura de plantas e diâmetro de copas na localidade Santana do Matos encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Componentes de Média (BLUP Individual) da altura de planta e diâmetro de copa de 23 clones de cajueiro anão precoce após dois anos do plantio, instalados no município de Santana do Matos-RN

Altura de planta						Diâmetro de copa					
Ordem	Clone	G	u + g	Ganho	Nova Média	Ordem	Clone	G	u + g	Ganho	Nova Média
1	8	0,0041	10,107	0,0041	10,107	1	11	0,0070	14,541	0,0070	14,541
2	11	0,0022	10,088	0,0031	10,097	2	8	0,0063	14,534	0,0064	14,537
3	10	0,0019	10,085	0,0027	10,093	3	15	0,0061	14,532	0,0064	14,535
4	15	0,0018	10,084	0,0025	10,091	4	21	0,0034	14,505	0,0057	14,528
5	4	0,0016	10,082	0,0023	10,089	5	5	0,0030	14,501	0,0051	14,522
6	9	0,0015	10,081	0,0022	10,088	6	9	0,0030	14,501	0,0048	14,519
7	13	0,0011	10,077	0,0020	10,086	7	12	0,0028	14,499	0,0045	14,516
8	14	0,0011	10,077	0,0019	10,085	8	4	0,0016	14,487	0,0041	14,512
9	20	0,0006	10,072	0,0018	10,084	9	19	0,0001	14,472	0,0037	14,508
10	23	0,0006	10,072	0,0016	10,082	10	20	-0,0008	14,463	0,0032	14,504
11	22	0,0001	10,067	0,0015	10,081	11	18	-0,0011	14,460	0,0029	14,500
12	1	0	10,066	0,0014	10,080	12	13	-0,0011	14,460	0,0025	14,496
13	12	-0,0001	10,065	0,0013	10,079	13	7	-0,0013	14,458	0,0022	14,493
14	19	-0,0003	10,063	0,0012	10,077	14	23	-0,0015	14,456	0,0020	14,491
15	21	-0,0003	10,063	0,0011	10,077	15	16	-0,0017	14,454	0,0017	14,488
16	5	-0,0006	10,060	0,0010	10,075	16	22	-0,0017	14,454	0,0015	14,486
17	6	-0,0006	10,060	0,0009	10,075	17	14	-0,0017	14,454	0,0013	14,484
18	16	-0,0010	10,056	0,0008	10,073	18	6	-0,0022	14,449	0,0011	14,482
19	18	-0,0015	10,051	0,0006	10,072	19	1	-0,0030	14,441	0,0009	14,480
20	3	-0,0017	10,049	0,0005	10,071	20	10	-0,0033	14,438	0,0007	14,478
21	7	-0,0025	10,040	0,0004	10,070	21	17	-0,0044	14,427	0,0005	14,476
22	2	-0,0037	10,029	0,0002	10,068	22	3	-0,0047	14,424	0,0002	14,473
23	17	-0,0043	10,023	0	10,066	23	2	-0,0049	14,422	0	14,471

A análise dos dados revela que os Clones 08; 11; 10; 15 e 05 foram os cinco primeiros clones, considerados pelo ordenamento para variável altura de plantas. Por sua vez, para diâmetro de copas, foram obtidos os seguintes materiais genéticos Clone 11; 08; 15; 21 e 05, havendo uma correspondência de 60% no ordenamento dos clones para as duas variáveis, considerando o valor genotípico.

CONCLUSÕES

O processamento de dados pelo software SELEGEM - REML/BLUP na herdabilidade individual dos clones selecionados pela média geral somada ao ganho genético demonstrou que:

1. A área experimental de Santana do Matos – RN, apresentou um significativo ganho em tamanhos, atribuindo-se as melhores condições climáticas, pois tem

melhor distribuição de precipitação do que em Jardim de Angicos.

As estimativas da herdabilidade no sentido restrito para todos os caracteres avaliados variaram de 0,02 a 0,08.

As correlações genéticas e fenotípicas foram positivas, para a segunda avaliação, de elevadas magnitudes e, em sua maioria, altamente significativas, considerando a precoce avaliação de 24 meses.

As estimativas de parâmetros genéticos indicam que há variabilidade genética significativa para caracteres de crescimento em clones de cajueiro anão precoce já na fase juvenil, o que se confirma a importância do programa de melhoramento genético.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA pela oportunidade que

proporcionou para desenvolver este trabalho, e a Empresa de Pesquisa Agropecuária –EMBRAPA pelo amparo técnico-científico e disponibilizar áreas experimentais ao presente estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. I. L.; ARAÚJO, F. E.; LOPES, J. G. V. **Evolução do cajueiro anão precoce na Estação Experimental de Pacajus, Ceará.** Fortaleza: EPACE,. 17p. 1993. (EPACE, Documentos, 6).

BARROS, L. M.; PAIVA, JOÃO RODRIGUES DE; CAVALCANTI, JOSÉ JAIME VASCONCELOS. O cajueiro anão precoce. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 2, n.6, p. 18-21, 1998.

BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, J. R. Melhoramento genético do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. (1995). **Cajucultura: Modernas Técnicas de Produção.** Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, p.73-93.

BARROS, L. M.; PIMENTEL, C. R. M.; CORRÊA, M. P. F.; MESQUITA, A. L. M. **Recomendações Técnicas Para a Cultura do Cajueiro Anão Precoce.** Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 65p. 1993. (EMBRAPACNPAT. Circular Técnica, 1).

BARROS, L. M.; ARAÚJO, F. E.; ALMEIDA, J. I. L.; TEIXEIRA, L. M. S. **A cultura do Cajueiro Anão.** Fortaleza: EPACE. 67p. 1984. (EPACE. Documentos, 3).

BORGES, V., FERREIRA, P. V.; SOARES, L.; SANTOS, G. M.; E SANTOS, A. M. M. Seleção de clones de batata-doce pelo procedimento REML/BLUP. **Acta Scientiarum.** Agronomy Maringá, v. 32, n. 4, p. 643-649, 2010.

CAVALCANTI, M. L. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BARROS JÚNIOR, G. Fisiologia do Cajueiro Anão precoce submetido à estresse hídrico em fases fenológicas. **Revista de biologia e ciências da terra.** ISSN 1519-5228. Volume 8 – N. 1, 2008.

OLIVEIRA, V. H. et al. **CAJUCULTURA. Produção, Processamento e Certificação.** Embrapa Agroindústria Tropical/Instituto Frutal, 2005. 77p.– Disponível em:

<www.cnpat.br/cnpat/cd/jss/acervo/Dc_129.pdf>. Acesso em: 19 junho. 2012.

OLIVEIRA, V. H.; CRISÓSTOMO, L. A.; MIRANDA, F. R.; ALMEIDA, J. H. S. Produtividade de clones-enxertos de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) irrigados, no município de Mossoró-RN. In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 14., 1996. Curitiba-PR.

PAIVA, J. R.; BARROS, L. M. de. **Clones de cajueiro: obtenção, características e perspectivas.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. p. 13 – 26. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 82).

RESENDE, M. D. V. Análise estatística de modelos mistos via REML/IBLUP na experimentação em melhoramento de plantas perenes. **Documentos Embrapa Florestas**, Colombo, n. 47, p. 1-101, 2000.

RESENDE, M. D. V. Software Selegen – REML/BLUP. **Documentos Embrapa Florestas**, Colombo, n. 77, dez. 2002.

RESENDE, M.D.V.; ARAÚJO, A. J. Modelo genético-estatístico para estimação de componentes de variação genética e parâmetros genéticos em testes de progênies com indivíduos repetidos clonalmente. **Floresta**, Curitiba, v. 23, n. 1/2, p. 35-45, jul./dez. 1993.

SILVA, S. S. da.; PORDEUS, R. V.; MARQUES, G. V.; CUNHA, E. M. da.; PEREIRA, J. O.; AZEVEDO, M. R. de Q. A. Caracterização genética do cajueiro anão precoce no sertão central do rio grande do norte sua predição pelo procedimento REML/BLUP. **Revista agropecuária científica no semiárido** – ISSN 1808-6845. V. 8, n. 3, p. 07-19, jul – set , 2012.

TAVARES, T. M.; SIEBENEICHLER, S. C.; CAVALCANTI, J. J. V.; AFÉRRRI, F. S.; SOUZA, C. M. de.; NUNES, T. V. Desempenho fenológico de progênies de meio- irmãos de cajueiro anão precoce na região central do Tocantins no primeiro ano de plantio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** ISSN (on line): 1981-0997 v.6, n.1, p.98-104, jan.-mar., 2011 Recife, PE.