



## ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E PREDIÇÃO DE VALORES GENOTÍPICOS NO MELHORAMENTO DO CAJUEIRO ANÃO PRECOCE PELO PROCEDIMENTO REML/BLUP

Silvanete Severino da Silva<sup>1</sup>; Roberto Vieira Pordeus<sup>2</sup>; Gleidson Vieira Marques<sup>3</sup>; Marcilio Macedo Torres<sup>4</sup>; Joaquim Odilon Pereira<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Bacharel em Ciências e Tecnologia, Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural do Semiárido, DCAT, Mossoró-RN, Brasil (silvanete.h@hotmail.com)

<sup>2</sup>Prof. Dr. Adjunto IV da Universidade Federal Rural do Semiárido, DCAT, Mossoró-RN, Brasil (rpordeus@ufersa.edu.br)

<sup>3</sup>Prof. Dr. Adjunto I da Universidade Federal Rural do Semiárido, Campus Angicos, Angicos-RN, Brasil

<sup>4</sup>Eng. Agrônomo da EMATER-RN, Mestrando em Irrigação e Drenagem, UFRSA, Mossoró-RN.

<sup>5</sup>Prof. Dr. Adjunto III da Universidade Federal Rural do Semiárido, DCAT, Mossoró-RN, Brasil.

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

### RESUMO

O cajueiro é uma planta amplamente adaptada à região nordeste do Brasil sendo visível, no litoral, região de transição (litoral, sertões) e regiões de sertões. Procedimentos genéticos estatísticos em espécies vegetais perenes tem sido a melhor maneira de selecionar plantas perenes. O presente trabalho teve por objetivo selecionar clones de cajueiro anão precoces mais 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 estimativas da herdabilidade no sentido restrito para todos os caracteres avaliados variaram de 0,02 a 0,08. Na primeira avaliação a área demonstrativa Jardim de Angicos – RN, não foi possível realizar a seleção precoce para a cultura do cajueiro, já em Santana do Matos – RN, apresentou um significativo ganho em tamanhos, atribuindo-se as melhores condições climáticas e aos solos mais ricos, pois tem melhor distribuição de precipitação. 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:** cajueiro anão precoce; estimativas; procedimentos genéticos.

# ESTIMATES OF GENETIC PARAMETERS AND PREDICTION OF GENOTYPIC VALUES OF THE EARLY DWARF CASHEW TREE BREEDING THROUGH REML/BLUP PROCEDURE

## ABSTRACT

The cashew tree is much adapted to Northeastern Brazil. It can be seen from the coast to the hinterlands, including the transition area. Statistical genetic procedures in perennial plants have been the best way of selecting them. This study aimed at selecting clones of early dwarf cashew 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 heritability estimates in the restricted sense for all characters evaluated varied from 0.02 to 0.08. In the first evaluation, it was not possible to perform the early selection for cashew trees grown in the sample area Jardim de Angicos, State of Rio Grande do Norte. In Santana do Matos, however, there was a relevant gain of size for the best weather conditions, better soils, and precipitation distribution. 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.

**KEYWORDS:** early dwarf cashew tree; estimates; genetic procedure.

## INTRODUÇÃO

O cajueiro é uma planta amplamente adaptada à região nordeste do Brasil é bastante visível, no litoral, região de transição (litoral, sertões) e regiões de sertões. Essa ampla dispersão desperta para estudos relacionados à adaptabilidade dessa espécie e é no melhoramento vegetal que está ancorado a compreensão da interação genótipo x ambiente.

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

O sucesso na exploração econômica do cajueiro nos diferentes agroecossistemas para onde ele tem sido levado depende de sistemas de produção que incluam, fundamentalmente, indivíduos adaptados ao clima e ao solo de cada situação, razão pela qual cabe ao melhoramento genéticos importante papel na viabilização da cultura, independentemente do ambiente onde ela for explorada (PAIVA & BARROS, 2004).

Os programas de melhoramento genético envolvem, pelo menos, três etapas: escolha dos parentais que darão origem à população base; seleção das progênies superiores dessa população; e sua avaliação em um grande número de ambientes (MAIA *et al.*, 2009). No caso do cajueiro, que é uma planta que tanto pode ser reproduzida através de sementes como por métodos assexuados, podem ser adotados os seguintes processos de melhoramento, além da introdução e plantas: a) melhoramento de populações - através avaliação de progênies, obtidas de plantas selecionadas para os caracteres de interesse; b) melhoramento clonal- os clones

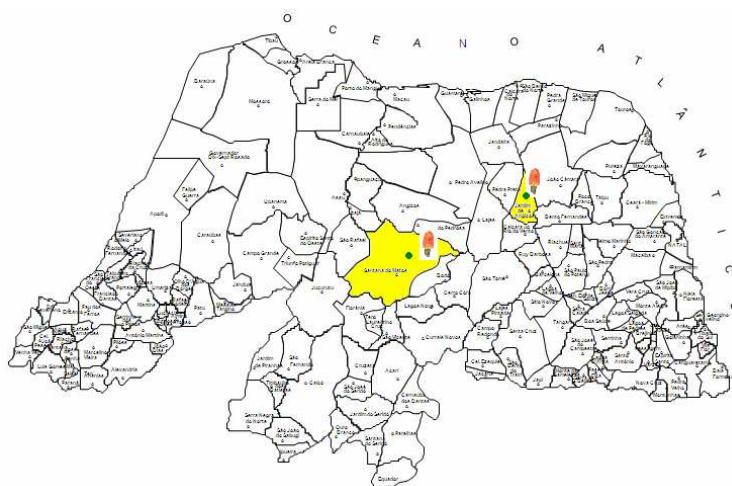
são obtidos de plantas selecionadas pela soma dos atributos favoráveis; c) melhoramento populacional seguido da seleção clonal - neste caso, os clones são obtidos nas famílias formadas a partir das plantas selecionadas em plantios comerciais segregantes ou em populações naturais nas áreas de dispersão da espécie.

Na avaliação genética e seleção de plantas em diversas situações que envolvem a interação genótipo x ambiente, principalmente com dados desbalanceados, o procedimento ótimo de predição de variáveis aleatórias (valores genéticos) é o BLUP (Beste Linear Unbiased Prediction) RESENDE *et al.*, (1999), os quais assumem que os componentes de variância são conhecidos. Na prática os componentes de variância devem ser estimados com a maior precisão possível, empregando-se o procedimento padrão no contexto dos modelos lineares mistos, que é a da máxima verossimilhança restrita (REML). Tal procedimento permite a seleção de indivíduos com os maiores valores genéticos, independentemente de suas procedências, sendo esta estratégia mais plausível em termos seletivos, em detrimento da seleção de procedências.

O uso de procedimentos genéticos estatísticos em espécies vegetais perenes é a melhor maneira de selecionar plantas perenes. Esses processamentos genéticos mais refinados como é a análise padrão de estimação de componentes de variância e predição de componentes de média via individuais tem a característica de constituir tendências no melhoramento genético de plantas, já que, fornecem importantes parâmetros adicionais na identificação de materiais genéticos superiores. O presente trabalho tem por objetivo selecionar clones de cajueiro anão precoce mais adaptados a região central e estimar a magnitude dos parâmetros genéticos, obtidos pelo procedimento REML/BLUP.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em dois municípios do Estado Rio grande do norte: Jardim de Angicos e Santana do Matos, 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.

FONTE: Autores

O primeiro experimento foi instalado em abril de 2010 em Jardim de Angicos, RN, a 35° 39' 56" de latitude sul e 36° 36' 04" de longitude oeste com altitude de 645 m acima do nível do mar. O tipo climático é Aw e a região pertence ao grupo clima tropical chuvoso. O solo da área é Podzólico Vermelho amarelo Tb eutotrófico, com textura arenosa/media (PE).

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

Os clones de cajueiro-anão precoce foram originados de seleção de plantas com potencial de produção de castanha e pedúnculo. Os tratamentos 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 segundo experimento foi instalado no mesmo período em Santana do Matos, RN, a 05° 32.007'S e 35° 59.318'W, com altitude de 237 m acima do nível do mar. O tipo climático é Aw e a região pertence ao grupo clima tropical chuvoso. O solo da área é Podzólico Vermelho amarelo Tb eutotrófico, com textura arenosa/media (PE). O Arranjo experimental e os tratamentos culturais foram similares ao empregados na primeira área.

O modelo matemático utilizado foi o que segue: ( $Y = Xb + Zg + Wp + e$ ) 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 são dadas por:

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

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

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

Em que:

$$\tilde{\lambda}_1 = \frac{\hat{\sigma}_e}{\hat{\sigma}_g} = \frac{1 - \hat{h}_g^2 - \hat{c}^2}{\hat{h}_g^2};$$

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

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

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

Em que:

$I$  = Matriz identidade;

$h_g^2$  = Herdabilidade individual no sentido amplo;

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

$\sigma_g^2$  = Variância genotípica entre clones;

$\sigma_p^2$  = Variância entre parcelas;

$\sigma_e^2$  = 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 formam obtidos a partir de GARCIA & NOGUEIRA (2005), os autores relatam que essas estimativas foram apresentadas por RESENDE & ARAÚJO (1993) e por 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:

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

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

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

$C^{33}$  e  $C^{22}$  advém de:

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

Em que

$C$  = 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 (2002b) e pode ser utilizado para plantas alógamas, autógamas e com sistema reprodutivo misto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para CRUZ (2005), uma das fases primordiais de um programa de melhoramento é a escolha de genitores a serem intercruzados para formar a população base, na qual o pesquisador investirá seus esforços em busca de material genético de maior produtividade, qualidade e adaptação, sendo observados o desempenho relativo a vários atributos, a capacidade combinatória e a adaptação. Outro aspecto fundamental é a diversidade, esperando-se obter por meio de recombinações gênicas a complementariedade e a variabilidade indispensáveis para que a seleção seja praticada.

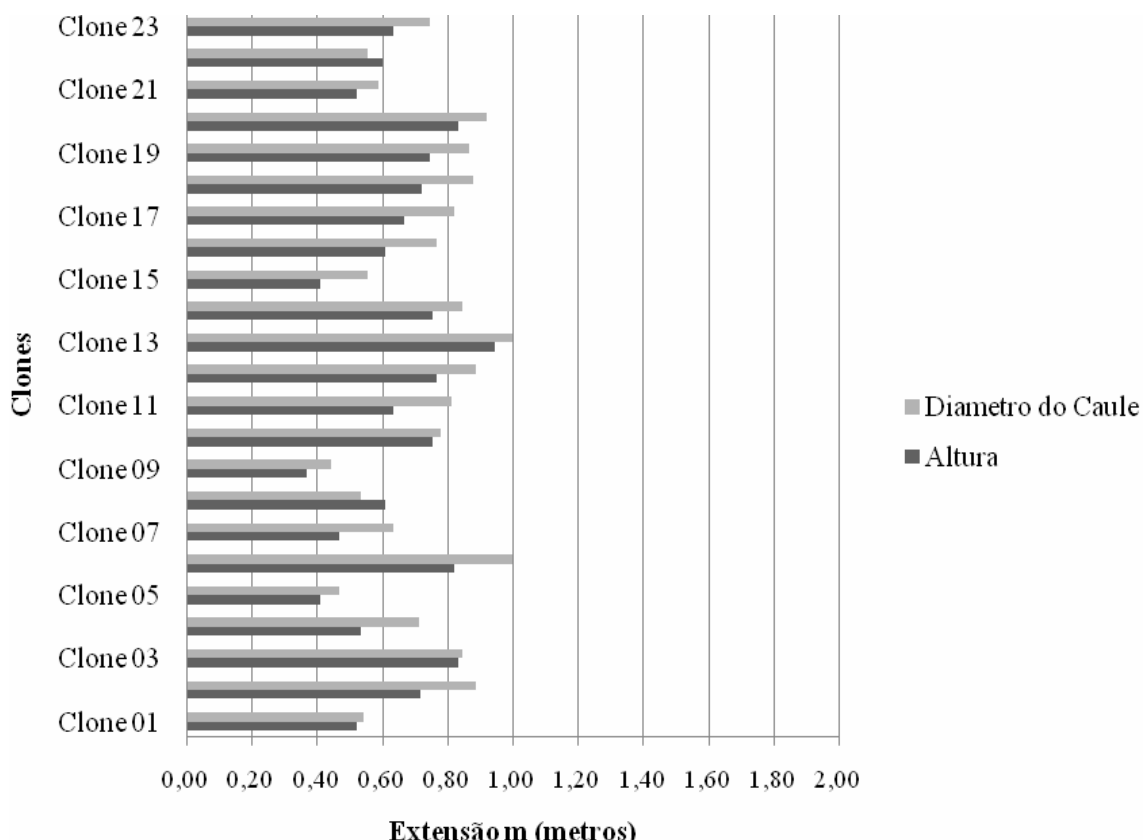
A fenologia das plantas de cajueiro com relação a altura (m) e o diâmetro de copa (m) no primeiro ano de plantio, cultivadas no município de Jardim de Angicos, encontra-se representado no Gráfico 1. Analisando-se os dados, vê-se que ocorreu uma ampla variação nos clones com relação aos caracteres avaliados. Alguns clones mantiveram um maior crescimento em altura, e outros com relação a copa.

O Cajueiro é uma planta amplamente adaptada as condições do nordeste brasileiro, bastante visível no litoral, regiões de transição e nos sertões. Em Jardim de Angicos, em decorrência da boa quadra chuvosa, poucas plantas morreram nesse primeiro ano de plantio, as plantas de cajueiro apresentaram valores de  $0,25 \pm 0,04$  m, para a altura e  $0,25 \pm 0,03$  m, para o diâmetro de copas, respectivamente.

Segundo TAVARES *et al.*, (2011) em estudo do Desempenho fenológico de progênies do cajueiro anão, constataram que, por meio do desempenho das progênies no estágio inicial de crescimento, no primeiro ano, não foi definitivamente possível realizar seleção precoce para a cultura do cajueiro.

Dos 69 tratamentos testados no primeiro ano, 32 apresentaram melhor desempenho na sua fenologia. Verificou-se que 13 apresentaram clones com duas ou três repetições com altura variando de 30 a 45 cm e diâmetro de cobertura variando de 30 a 45 cm. Observou-se que os seis melhores tratamentos foram: T106, T214, T114, T116, T117 e T119. Já quanto a altura, observou-se que 19 tratamentos apresentaram clones com duas ou três repetições com altura variando de 20 a 40 cm e diâmetro de cobertura variando de 20 a 40 cm. Enquanto 11 tratamentos apresentaram altura e diâmetro da copa igual ou inferior a 15 cm. Os tratamentos que apresentaram menor desempenho foram: T312, T121 e T302. No primeiro ano analisado, observaram-se grandes diferenças para os valores de altura

da planta, bem como, para o diâmetro da copa. Entre os clones pesquisados, a maior diferença de dados encontrada foi de 185% para a altura e 67% para o diâmetro da copa.

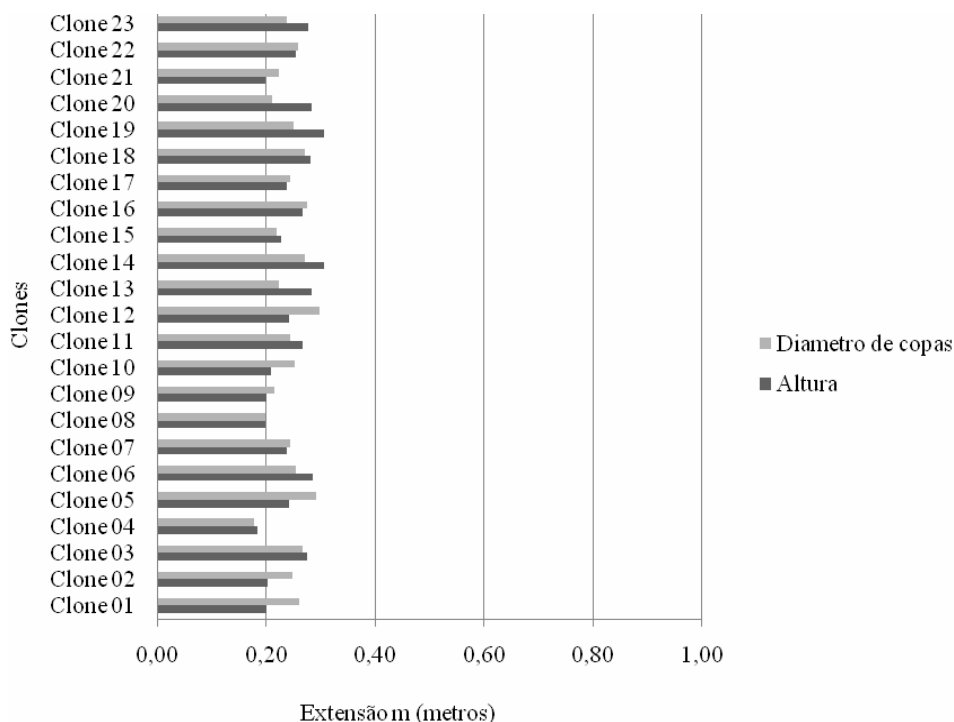


**GRÁFICO 1.** Altura e Diâmetro de copa de 23 clones de cajueiro anão precoce após um ano do plantio, do programa de melhoramento genético vegetal da EMBRAPA, instalados em área de produtor no município de Jardim de Angicos-RN, 2011

FONTE: Autores

No segundo ano de avaliação, a morfologia das plantas de cajueiro com relação aos caracteres altura e diâmetro de copa tornam-se mais evidenciados, e alguns clones alcançam quase 1,0 metros de altura e diâmetro de copa (Gráfico 2). Registrou-se ainda 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. 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 metros; 26,08 % entre 40 a 60 m e 30,13% entre 20 a 40 m. Os 23 (23 clones) em estudo, fazem parte do programa de melhoramento genético do cajueiro, e busca-se nesse programa plantas de porte baixo, produtivas, com boa qualidade da castanha e resistentes a pragas e doenças.

Analisando o segundo ano de plantio constatou-se que 5% dos clones pesquisados apresentaram altura inferior a 0,59 m e 95% apresentaram altura superior a 1,01 m, com uma média de 0,77 m. Já quando foram analisados os diâmetros das copas, verificou-se que 5% dos clones tiveram seus diâmetros inferiores a 0,70 m e 95% foram superiores a 1,05 m, com média de 0,89 m.

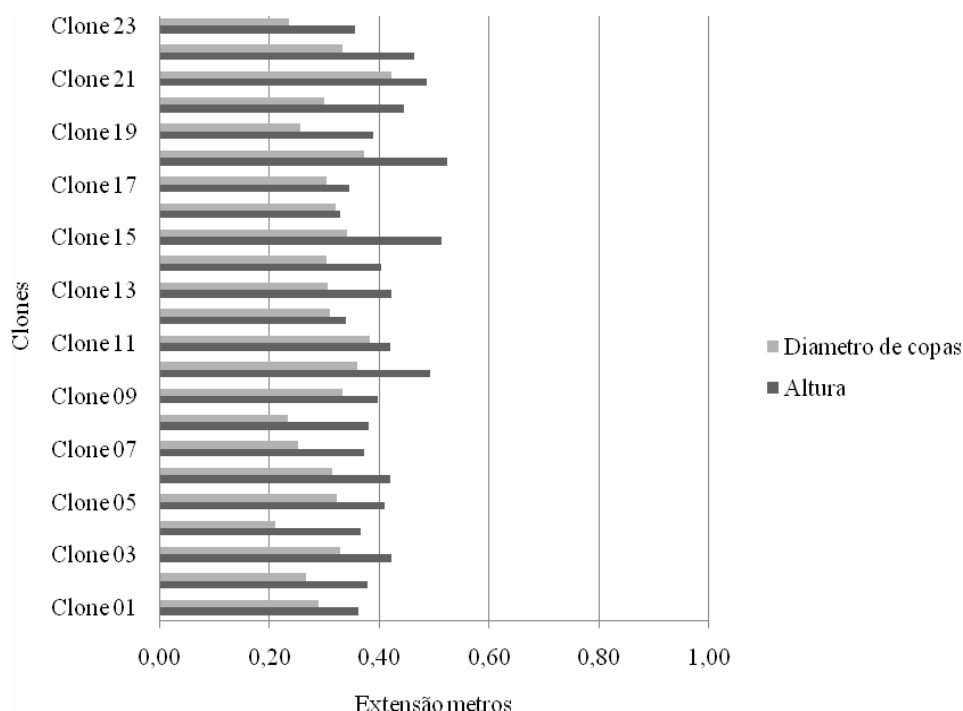


**GRÁFICO 2.** Altura e Diâmetro de copa de 23 clones de cajueiro anão precoce após dois anos do plantio, do programa de melhoramento genético vegetal da EMBRAPA, instalados em área de produtor no município de Jardim de Angicos-RN, 2011

FONTE: Autores

A altura (m) e o diâmetro de copa (m) das plantas de cajueiro no primeiro ano de plantio, cultivadas no município em Santana do Matos, encontra-se representado no Gráfico 3. Em termos de média geral da altura e do diâmetro de copa, os clones de Santana do Matos, foram superiores aos de Jardim de Angicos, 39% e 19%, respectivamente. Uma possível explicação para esse resultado pode está amparado nas condições edafoclimáticas melhores do município de Santana do Matos, que evidenciam solos mais ricos, uma melhor distribuição da precipitação da quadra invernal. Essas condições podem ter proporcionado um melhor desempenho da cultura, quando comparado aquelas de Jardim de Angicos.





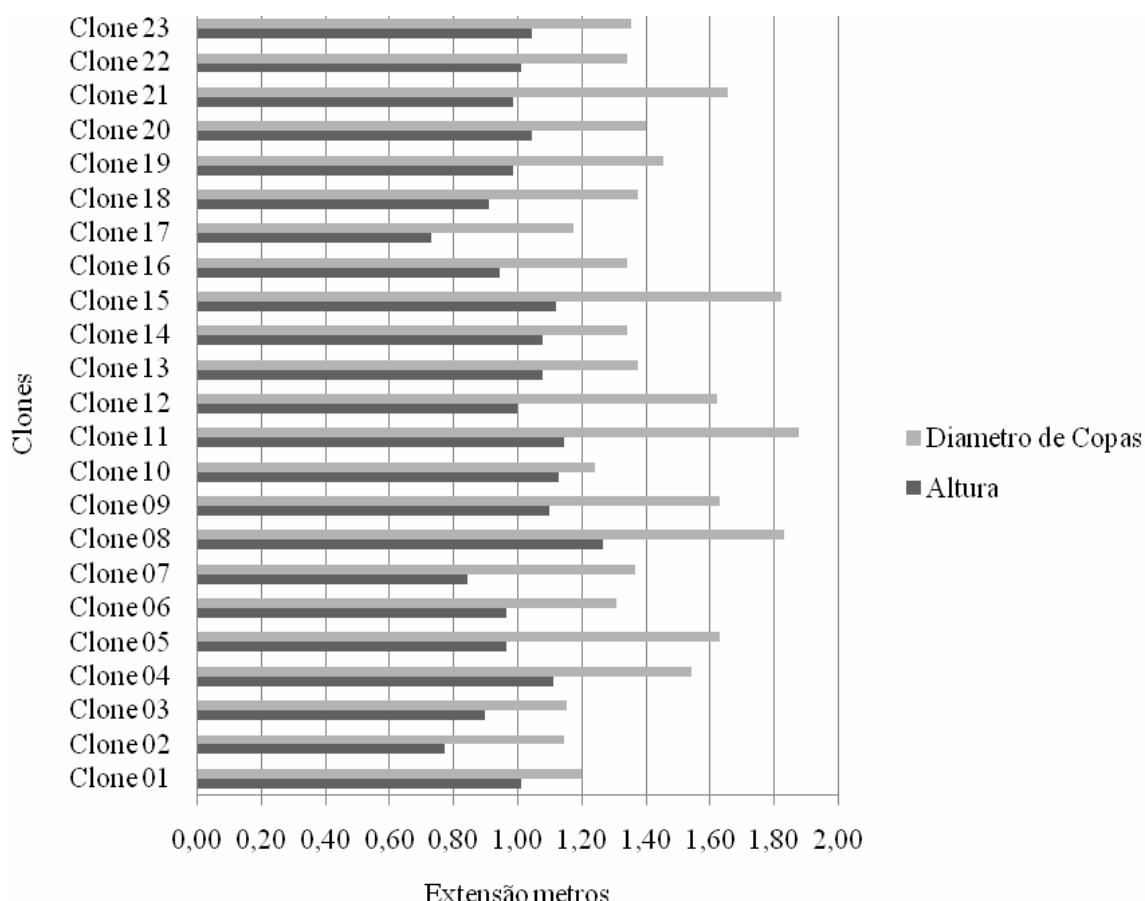
**GRÁFICO 3.** Altura e Diâmetro de copa de 23 clones de cajueiro anão precoce após um ano do plantio, do programa de melhoramento genético vegetal da EMBRAPA, instalados em área de produtor no município de Santana do Matos-RN, 2011

FONTE: Autores

No segundo ano, desde o plantio, as plantas de cajueiro avaliadas no município de Santana do Matos (Gráfico 4), 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.

Os dados analisados da área experimental localizada no município de Santana do Matos, obtidos no primeiro ano apresentaram altura média do cajueiro de 0,42 m, sendo que dos 23 clones pesquisados 5% apresentaram altura inferior a 0,34 m e 95% estão acima de 0,52 m. Quando analisados os dados do segundo ano de plantio 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 superior a 1,31 m e diâmetro de copa de 1,33 m, tendo média de 1,08 e 1,58 m respectivamente, para altura e diâmetro de copa.

Comparando-se o desenvolvimento da altura do cajueiro nos dois anos de plantio, constatou-se variação de crescimento de 0,66 m, correspondente a 157% superior ao primeiro ano. Para o diâmetro da copa o crescimento foi 1,26 m o que corresponde a 394% superior comparado ao valor obtido no primeiro ano. Observou-se que o diâmetro da copa teve um desenvolvimento bem superior a altura, resultado que era de se esperar, considerando que a copa aumenta em diâmetro.



**GRÁFICO 4.** Altura e Diâmetro de copa de 23 clones de cajueiro anão precoce após dois anos do plantio, do programa de melhoramento genético vegetal da EMBRAPA, instalados em área de produtor no município de Santana do Matos-RN, 2011

FONTE: Autores

Os componentes de média BLUP Individual para altura de plantas e diâmetro de copas na localidade Jardim de Angicos encontram-se na Tabela 1 e 2, respectivamente. 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 a média dos vetores dos efeitos genéticos preditos para os clones selecionados. A média geral somada ao ganho genético resulta na média da população melhorada. A análise dos dados revelou que os Clones 13; 3; 20; 6; e 2 foram os cinco primeiro 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.

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.

**TABELA 1** - Componentes de Média (BLUP Individual) da Altura de 23 clones de cajueiro anão precoce após dois anos do plantio, do programa de melhoramento genético vegetal da EMBRAPA, instalados em área de produtor no município de Jardim de Angicos-RN, 2011.

Ordem	Clone	g	u + g	Ganho	Nova Média
1	13	0,1236	0,7738	0,1236	0,7738
2	3	0,0770	0,7271	0,1003	0,7505
3	20	0,0770	0,7271	0,0925	0,7427
4	6	0,0723	0,7224	0,0875	0,7376
5	12	0,0489	0,6991	0,0798	0,7299
6	10	0,0443	0,6944	0,0738	0,7240
7	14	0,0443	0,6944	0,0696	0,7198
8	19	0,0396	0,6898	0,0659	0,7160
9	18	0,0303	0,6804	0,0619	0,7121
10	2	0,0279	0,6781	0,0585	0,7087
11	17	0,0069	0,6571	0,0538	0,7040
12	11	-0,0071	0,6431	0,0488	0,6989
13	23	-0,0071	0,6431	0,0445	0,6946
14	8	-0,0164	0,6338	0,0401	0,6903
15	16	-0,0164	0,6338	0,0363	0,6865
16	22	-0,0211	0,6291	0,0328	0,6829
17	1	-0,0242	0,6260	0,0294	0,6796
18	4	-0,0491	0,6011	0,0250	0,6752
19	21	-0,0537	0,5964	0,0209	0,6711
20	7	-0,0771	0,5731	0,0160	0,6662
21	15	-0,1004	0,5497	0,0105	0,6606
22	5	-0,1004	0,5497	0,0054	0,6556
23	9	-0,1191	0,5311	0	0,6502

FONTE: Autores

**TABELA 2** - Componentes de Média (BLUP Individual) do Diâmetro de copas de 23 clones de cajueiro anão precoce após dois anos do plantio, do programa de melhoramento genético vegetal da EMBRAPA, instalados em área de produtor no município de Jardim de Angicos-RN, 2011.

<b>Ordem</b>	<b>Clone</b>	<b>G</b>	<b>u + g</b>	<b>Ganho</b>	<b>Nova Média</b>
1	6	0,0441	0,7906	0,0441	0,7906
2	13	0,0441	0,7906	0,0441	0,7906
3	20	0,0305	0,7771	0,0396	0,7861
4	2	0,0247	0,7713	0,0359	0,7824
5	12	0,0247	0,7713	0,0336	0,7802
6	18	0,0228	0,7693	0,0318	0,7784
7	19	0,0209	0,7674	0,0303	0,7768
8	3	0,0170	0,7635	0,0286	0,7751
9	14	0,0170	0,7635	0,0273	0,7738
10	17	0,0132	0,7597	0,0259	0,7724
11	11	0,0112	0,7577	0,0246	0,7711
12	10	0,0054	0,7520	0,0230	0,7695
13	16	0,0035	0,7500	0,0215	0,7680
14	23	-0,0004	0,7462	0,0199	0,7664
15	4	-0,0062	0,7404	0,0182	0,7647
16	7	-0,0197	0,7268	0,0158	0,7623
17	1	-0,021	0,7255	0,0136	0,7602
18	21	-0,0274	0,7191	0,0114	0,7579
19	15	-0,0332	0,7133	0,0090	0,7555
20	22	-0,0332	0,7133	0,0069	0,7534
21	8	-0,0371	0,7095	0,0048	0,7513
22	5	-0,0486	0,6979	0,0024	0,7489
23	9	-0,0525	0,6940	0	0,7465

FONTE: Autores

Os componentes de média BLUP Individual para altura de plantas e diâmetro de copas na localidade Santana do Matos encontram-se na Tabela 3 e 4, respectivamente.

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.

**TABELA 3** - Componentes de Média (BLUP Individual) do Diâmetro de copas de 23 clones de cajueiro anão precoce após dois anos do plantio, do programa de melhoramento genético vegetal da EMBRAPA, instalados em área de produtor no município de Santana do Matos-RN, 2011.

<b>Ordem</b>	<b>Clone</b>	<b>G</b>	<b>u + g</b>	<b>Ganho</b>	<b>Nova Média</b>
1	8	0,0041	1,0107	0,0041	1,0107
2	11	0,0022	1,0088	0,0031	1,0097
3	10	0,0019	1,0085	0,0027	1,0093
4	15	0,0018	1,0084	0,0025	1,0091
5	4	0,0016	1,0082	0,0023	1,0089
6	9	0,0015	1,0081	0,0022	1,0088
7	13	0,0011	1,0077	0,0020	1,0086
8	14	0,0011	1,0077	0,0019	1,0085
9	20	0,0006	1,0072	0,0018	1,0084
10	23	0,0006	1,0072	0,0016	1,0082
11	22	0,0001	1,0067	0,0015	1,0081
12	1	0	1,0066	0,0014	1,0080
13	12	-0,0001	1,0065	0,0013	1,0079
14	19	-0,0003	1,0063	0,0012	1,0077
15	21	-0,0003	1,0063	0,0011	1,0077
16	5	-0,0006	1,0060	0,0010	1,0075
17	6	-0,0006	1,0060	0,0009	1,0075
18	16	-0,0010	1,0056	0,0008	1,0073
19	18	-0,0015	1,0051	0,0006	1,0072
20	3	-0,0017	1,0049	0,0005	1,0071
21	7	-0,0025	1,0040	0,0004	1,0070
22	2	-0,0037	1,0029	0,0002	1,0068
23	17	-0,0043	1,0023	0	1,0066

FONTE: Autores

**TABELA 4** - Componentes de Média (BLUP Individual ) do Diâmetro de copas de 23 clones de cajueiro anão precoce após dois anos do plantio, do programa de melhoramento genético vegetal da EMBRAPA, instalados em área de produtor no município de Santana do Matos-RN, 2011.

<b>Ordem</b>	<b>Clone</b>	<b>G</b>	<b>u + g</b>	<b>Ganho</b>	<b>Nova Média</b>
1	11	0,0070	1,4541	0,0070	1,4541
2	8	0,0063	1,4534	0,0064	1,4537
3	15	0,0061	1,4532	0,0064	1,4535
4	21	0,0034	1,4505	0,0057	1,4528
5	5	0,0030	1,4501	0,0051	1,4522
6	9	0,0030	1,4501	0,0048	1,4519
7	12	0,0028	1,4499	0,0045	1,4516
8	4	0,0016	1,4487	0,0041	1,4512
9	19	0,0001	1,4472	0,0037	1,4508
10	20	-0,0008	1,4463	0,0032	1,4504
11	18	-0,0011	1,4460	0,0029	1,4500
12	13	-0,0011	1,4460	0,0025	1,4496
13	7	-0,0013	1,4458	0,0022	1,4493
14	23	-0,0015	1,4456	0,0020	1,4491
15	16	-0,0017	1,4454	0,0017	1,4488
16	22	-0,0017	1,4454	0,0015	1,4486
17	14	-0,0017	1,4454	0,0013	1,4484
18	6	-0,0022	1,4449	0,0011	1,4482
19	1	-0,0030	1,4441	0,0009	1,4480
20	10	-0,0033	1,4438	0,0007	1,4478
21	17	-0,0044	1,4427	0,0005	1,4476
22	3	-0,0047	1,4424	0,0002	1,4473
23	2	-0,0049	1,4422	0	1,4471

FONTE: Autores

## **CONCLUSÕES**

O processamento de dados pelo software SELEGEM - REML/BLUP na herdabilidade individual dos clones selecionados pela média geral somada ao ganho genético demonstrou uma população melhorada, comprovando a variabilidade genética significativa para caracteres de crescimento em clones de cajueiro anão precoce ainda na fase juvenil, confirmando a importância do programa de melhoramento.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

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.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 394 p.

GARCIA, C. H.; NOGUEIRA, M. C. S. Utilização da metodologia REML/BLUP na seleção de clones de eucalipto. **SCIENTIA FORESTALIS**. n. 68, p.107-112, ago. 2005

MAIA, M. C. C. et al. Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genotípicas em clones de cajueiro, via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n.1, p. 43-50, 2009.

OLIVEIRA, V.H. et al. **CAJUCULTURA. Produção, Processamento e Certificação**. Embrapa Agroindústria Tropical/Instituto Frutal, 2005. 77p.– Disponível em: <[www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Dc\\_129.pdf](http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Dc_129.pdf)>. Acesso em: 19 junho. 2012.

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. de; FERNANDES, J. S. C.; SIMEÃO, R. M. BLUP individual multivariado em presença de interação genótipo x ambiente para delineamentos experimentais repetidos em vários ambientes. **Revista de Matemática e Estatística**, São Paulo, v. 17, p. 209-228, 1999.

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

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

TAVARES, T. M.; SIEBENEICHLER, S. C.; CAVALCANTI, J. J. V.; AFÉRRRI, F. S.; SOUZA, C. M. DE; NUNES, T. V. Desempenho fenológico de progênes de meio-irmãos de cajueiro anão precoce na região central do Tocantins no primeiro ano de plantio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 6, n.1, p. 98-104, 2011.