

## RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 25/07/2019.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PARÂMETROS GENÉTICOS EM FAMÍLIAS DE  
CRUZAMENTOS RECÍPROCOS DE CANA-DE-AÇÚCAR**

**Ana Carolina Ribeiro Guimarães  
Engenheira Agrônoma**

**2017**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PARÂMETROS GENÉTICOS EM FAMÍLIAS DE  
CRUZAMENTOS RECÍPROCOS DE CANA-DE-AÇÚCAR**

**Ana Carolina Ribeiro Guimarães**

**Orientador: Prof. Dr. Dilermando Perecin**

**Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de  
Jaboticabal, como parte das exigências para  
a obtenção do título de Doutor em  
Agronomia (Genética e Melhoramento de  
Plantas)**

**2017**

G963p Guimarães, Ana Carolina Ribeiro  
Parâmetros genéticos em famílias de cruzamentos recíprocos de cana-de-açúcar / Ana Carolina Ribeiro Guimarães. – – Jaboticabal, 2017  
xiv, 60 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017  
Orientador: Dilermando Perecin  
Banca examinadora: Luciana Rossini Pinto, Mauro Alexandre Xavier, Gabriela Aferrri, Maria Natália Guindalini Meloni.  
Bibliografia

1. Efeito recíproco. 2. Brix. 3. *Saccharum sp.* I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.52:633.61

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: PARÂMETROS GENÉTICOS EM FAMÍLIAS DE CRUZAMENTOS  
RECÍPROCOS DE CANA-DE-AÇÚCAR

AUTORA: ANA CAROLINA RIBEIRO GUIMARÃES

ORIENTADOR: DILERMANDO PERECIN

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA  
(GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. DILERMANDO PERECIN  
Departamento de Ciências Exatas / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Pesquisadora Dra. LUCIANA ROSSINI PINTO  
Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Cana / IAC - Ribeirão Preto/SP

Pesquisador Dr. MAURO ALEXANDRE XAVIER  
Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Cana / IAC - Ribeirão Preto/SP

Profa. Dra. GABRIELA AFERRI  
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / APTA / Jaú/SP

Pesquisadora Dra. MARIA NATÁLIA GUINDALINI MELLONI  
Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Cana / IAC / Ribeirão Preto/SP

Jaboticabal, 25 de julho de 2017

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

ANA CAROLINA RIBEIRO GUIMARÃES, nascida em 02 de dezembro de 1982 na cidade de Campinas – SP. Graduada engenheira agrônoma, no ano de 2007, pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). Possui título de mestrado Ciências – Irrigação e Drenagem pela mesma universidade no ano de 2011. Atuou profissionalmente no setor de pesquisa de desenvolvimento de 2007 a 2013. Ingressou no curso de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Genética e Melhoramento de Plantas da FCAV/UNESP em 2013. Desenvolveu sua tese com enfoque em melhoramento de cana-de-açúcar, sendo bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

“Somos o que pensamos.

Tudo o que somos surge com nossos pensamentos.

Com nossos pensamentos,

Fazemos o nosso mundo. ”

Budha

## DEDICO

Aos meus companheiros de vida,  
Arthur Guimarães e Michel Moraes.

E aos meus amados pais,  
Urbano e Neiva Guimarães.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal por ter me possibilitado a realização desse curso.

Ao Centro de Cana IAC, em especial ao Dr. Marcos Landell e ao Dr. Mauro A. Xavier, pela oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Professor Dr. Dilermando Perecin pela orientação, confiança, apoio e contribuições durante toda a etapa da realização deste trabalho.

À professora Luciana Rossini pelo auxílio e valiosas sugestões.

Aos docentes do curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas pelos conhecimentos compartilhados.

A todos os pesquisadores, técnicos e funcionários do Centro de Cana IAC pelo auxílio e dedicação em todas as atividades no campo experimental.

À minha médica Dra. Tânia Martinho pelo incentivo para a conclusão deste trabalho.

Às colegas Mariana Pelegrini e Isis Sebastião pelo companheirismo e amizade. E aos meus queridos amigos, Patrícia e Thiago Zacharias, Rafael e Rafaela Milani, Fernanda e Rogério Rossini, Hingrid e Diego Flório, Eduardo e Anelen Nunes pelo apoio e incentivo à conclusão deste trabalho.



## PARÂMETROS GENÉTICOS EM FAMÍLIAS DE CRUZAMENTOS RECÍPROCOS DE CANA-DE-AÇÚCAR

**RESUMO** – O melhoramento genético tem contribuído com o setor sucroalcooleiro lançando cultivares mais produtivas, resistentes ou tolerantes às principais pragas e doenças da cultura, fazendo com que o Brasil consiga suprir sua demanda por açúcar e etanol. Poucos são os estudos acerca da importância relativa dos parentais na performance das progênies para os atributos de interesse econômico em cana-de-açúcar. Os objetivos deste trabalho foram verificar a influência de efeito recíproco para caracteres de importância agrônômica em cana-de-açúcar quanto ao número de colmos (InNC), brix e tonelada de biomassa por hectare (TBIOH) e avaliar 8 famílias de cana-de-açúcar pelo método de modelos mistos, destacando as famílias e progênies superiores para os atributos analisados. Quatro cruzamentos biparentais e seus recíprocos, gerando 8 famílias de irmãos completos e a testemunha IACSP95-5000, foram avaliados em delineamento de blocos casualizados, com 20 blocos. As predições das famílias mostraram variabilidade para número de colmos (InNC), brix e biomassa de touceira (BIO), o que permite seleção. Verificou-se a existência de efeitos maternos, paternos e interação entre eles para as características de brix e TBIOH. O parental feminino apresentou maior contribuição na determinação da performance do brix das progênies, porém, nem sempre o parental com alto teor de brix irá produzir progênie com performance superior. Entre os genótipos estudados, foi recomendada a utilização do parental feminino IACSP01-2419 e o parental masculino IACSP95-5000 para obtenção de progênies superiores quanto ao teor de sacarose (brix) e produtividade TBIOH. A cultivar RB966928 foi o parental masculino dos indivíduos com melhores valores de brix.

Palavras-chave: efeito recíproco, brix, biomassa, *Saccharum sp.*

## FAMILY GENETIC PARAMETERS OF FOUR RECIPROCAL CROSSES IN SUGARCANE

**ABSTRACT** – Sugarcane breeding has contributed to the sector, releasing varieties more productive, resistant or tolerant to major diseases and pests of the crop. The purpose of this study was to verify the influence of reciprocal effect to sugarcane agronomic traits: stalk number, brix and tonnes of biomass per hectare (TBIOH) and to evaluate eight sugarcane families by mixed model highlighting the superior families and progenies for the traits analyzed. Progenies from four biparental crosses and their reciprocal crosses were assessed in plant cane and first ratoon cane cycles. The experiment design used was completely randomized blocks, with 20 replications and 9 treatments (8 sugarcane families and a cultivated variety IACSP95-5000). Maternal, paternal and maternal x paternal interaction for the traits brix and TBIOH were observed. Significant reciprocal differences ( $P \leq 0.05$ ) were found for stalk number brix and TBIOH in both cane cycles. Half of the assessed reciprocal crosses showed favorable effects within the reciprocals ( $P \leq 0.10$ ) with a brix increase in the progeny means ranging from 0.9 to 1.7, using female parent IACSP98-2053. TBIOH showed significant effect within every reciprocal cross assessed in plant cane cycle. The predictions showed variability for stalk number, brix and biomass. The female parent IACSP01-2419 and the male parent IACSP95-5000 can be indicated as female parents to obtain individual progeny with higher brix content and TBIOH productivity. The commercial variety RB966928 was the male parent of 37% among the thirty best individuals for brix.

Keywords: reciprocal effect, biomass, brix, *Saccharum spp*

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>01</b>
<b>Figura 1.</b> Diagrama mostrando os efeitos maternos e outras influências do fenótipo durante a geração da progênie. Linhas sólidas representam o efeito materno.....	07
<b>CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÕES FENOTÍPICAS EM FAMÍLIAS DE QUATRO PARES DE RECÍPROCOS EM CANA-DE-AÇÚCAR .....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 1.</b> Diferença recíproca nas médias fenotípicas de brix para os quatro pares de recíprocos.....	28
<b>Figura 2.</b> Diferença recíproca nas médias fenotípicas de TBIOH para os quatro pares de cruzamentos recíprocos.....	30
<b>Figura 3.</b> Médias fenotípicas do efeito relativo ao parental feminino e masculino para o atributo brix.....	32
<b>Figura 4.</b> Médias fenotípicas do efeito relativo ao parental feminino e masculino para o atributo biomassa de touceira.....	33
<b>CAPÍTULO 3 - MELHORES PROGÊNIES, COMPONENTES DA VARIÂNCIA E HERDABILIDADE EM FAMÍLIAS DE QUATRO PARES DE RECÍPROCOS DE CANA-DE-AÇÚCAR.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 1.</b> Diferença esperada predita (DEP) dos parentais para o atributo brix, com base na média dos anos.....	43
<b>Figura 2.</b> Diferença esperada predita (DEP) dos parentais para o atributo biomassa de touceira, com base na média dos anos.....	44
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>57</b>
<b>Apêndice 1.</b> Genealogia das cultivares de cana-de-açúcar utilizadas como parentais neste estudo.	58
<b>Apêndice 2.</b> Melhores indivíduos com base na DEP composta para os atributos brix e biomassa.....	59
<b>Apêndice 3.</b> Mapa de plantio e levantamentos.....	60

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÕES FENOTÍPICAS EM FAMÍLIAS DE QUATRO PARES DE RECÍPROCOS EM CANA-DE-AÇÚCAR .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabela 1.</b> Famílias avaliadas, descrição dos cruzamentos recíprocos e parentais utilizados neste estudo.....	24
<b>Tabela 2.</b> Caracterização dos parentais para os principais parâmetros utilizados nos programas de melhoramento de cana-de-açúcar.....	25
<b>Tabela 3.</b> Análise de variância e médias fenotípicas para os quatro pares de cruzamentos recíprocos dos atributos número de colmos brix e TBIOH.	27
<b>Tabela 4.</b> Análise de variância dos efeitos relativos aos parentais femininos, masculinos e suas interações.....	
 <b>CAPÍTULO 3 - MELHORES PROGÊNIES, COMPONENTES DA VARIÂNCIA E HERDABILIDADE EM FAMÍLIAS DE QUATRO PARES DE RECÍPROCOS DE CANA-DE-AÇÚCAR.....</b>	 <b>37</b>
<b>Tabela 1.</b> Famílias avaliadas, descrição dos cruzamentos recíprocos e parentais utilizados neste estudo.....	40
<b>Tabela 2.</b> Estimativa dos componentes de variância e herdabilidade para os atributos avaliados de 4 cruzamentos de irmãos completos e seus recíprocos.....	45
<b>Tabela 3.</b> Porcentagens das melhores progênies de cada cruzamento em relação às 30 melhores de todo experimento, em função da diferença predita esperada obtida por modelo misto.....	46
<b>Tabela 4.</b> Identificação das 10 melhores progênies de todo experimento, em função da diferença predita esperada de brix e biomassa de touceira.....	47
<b>Tabela 5.</b> Melhores indivíduos para o atributo brix em cana-planta por família e em todo o experimento.....	49
<b>Tabela 6.</b> Melhores indivíduos para o atributo brix, em cana-soca, por família e em todo o experimento.....	50
<b>Tabela 7.</b> Melhores indivíduos para o atributo biomassa de touceira, em cana-planta, por família e em todo o experimento.....	51
<b>Tabela 8.</b> Melhores indivíduos para o atributo biomassa de touceira, em cana-soca, por família e em todo o experimento.....	52
<b>Tabela 9.</b> Melhores indivíduos para o atributo número de colmos, em cana-planta, por família e em todo o experimento.....	53

## CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é a terceira cultura temporária em termos de ocupação de área no Brasil. A área cultivada está estimada, na safra 16/17, em 9,1 milhões de hectares, com aumento de 5,3% se comparada com a safra 15/16. A produção de cana-de-açúcar possui estimativa de 694,54 milhões de toneladas, nesta safra 16/17, com crescimento avaliado em 4,4% em relação à safra anterior. Estima-se que a Região Sudeste, maior produtora nacional, será responsável por 61,6% do açúcar produzido no país. São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Goiás deverão permanecer, nesta safra, como maiores produtores de açúcar (CONAB, 2016).

A adoção de novas cultivares por parte dos produtores tem sido apontada como grande responsável pela crescente expansão da cultura de cana-de-açúcar, visando sempre o incremento da produtividade (açúcar e álcool). No entanto, nos programas de melhoramento genético, as diferenças fenotípicas entre os melhores genótipos em avaliação têm sido cada vez mais difíceis de serem detectadas e por isso, novas metodologias vêm sendo desenvolvidas a fim de minimizar a interferência de fatores ambientais nos resultados da seleção.

A escolha dos genitores é a etapa inicial dos programas de melhoramento de cana-de-açúcar e o desenvolvimento de métodos que auxiliem nessa escolha podem aumentar a chance de produzir genótipos superiores em uma dada progênie (WU et al., 1980). No programa de melhoramento genético de cana-de-açúcar, a fase de seleção 1 (FS1: população segregante), em que os indivíduos são originários de “sementes” sexuadas – seedlings, apresenta a menor eficiência quando comparada com as demais etapas (BRESSIANI, 2001). A utilização de modelos mistos nesta fase de seleção pode contribuir para o aumento da eficiência ao predizer os valores genéticos ao invés dos fenotípicos.

Poucos estudos têm sido realizados no sentido de elucidar a importância dos parentais na determinação da performance das progênies para os principais atributos de interesse econômico em cana-de-açúcar. Dadas as implicações dos

efeitos genéticos dos cruzamentos (NATAJARAN, 1967) e também na melhor escolha dos genitores, estudos sobre o tema são de grande relevância aos programas de melhoramento genético da cultura.

A cana-de-açúcar possui ploidia complexa, dificuldades no processo de hibridação e falta de sincronismo de florescimento entre os genitores e, por isso, a avaliação de cruzamentos recíprocos tem sido utilizada para avaliar o papel dos genitores masculinos e femininos. Os pares de recíprocos têm contribuições genéticas nucleares semelhantes e qualquer diferença no desempenho entre os recíprocos pode ser atribuída ao efeito materno ou até mesmo paterno (HAYMAN, 1954; COCKERHAM e WEIR, 1977).

Os primeiros estudos concentram-se nas décadas de 50 e 60 nos países de Taiwan, Havaí e Índia. Esses estudos sugeriram a presença de efeito materno, baseada na interação dos genes nucleares com o citoplasma materno, para alguns atributos biométricos (vigor, número de colmos, altura e diâmetro dos perfilhos), morfológicos (comprimento e largura das folhas) e qualidade da matéria-prima (conteúdo de sacarose) (LOH e TSENG, 1950; RAGHAVAN e GOVINDASWAMY, 1956; NATAJARAN et al., 1967).

O parental feminino exerce um papel muito importante na herança de maturidade e conteúdo de sacarose, em termos de brix (HSU et al., 1995). Além disso, foi recomendada a utilização de parentais femininos com alto teor de sacarose para obtenção de progênes de alta qualidade (SHANTI et al. 2005).

Diante do exposto, podemos estabelecer a hipótese de que existem diferenças em pares de cruzamentos recíprocos de cana-de-açúcar em relação às médias fenotípicas dos caracteres de interesse agrônomo em cultivares brasileiras.

Sendo assim, os objetivos do presente trabalho foram:

- a) Verificar a influência de efeito recíproco para caracteres de importância agrônoma em cana-de-açúcar de número de colmos, brix e tonelada de biomassa por hectare nos cruzamentos entre alguns parentais utilizados no programa de melhoramento Cana IAC;
- b) Avaliar 8 famílias de cana-de-açúcar, oriundas de 4 cruzamentos biparentais e seus recíprocos, pelo método de modelos mistos e destacar as famílias e

progênies superiores para os atributos de número de colmos, toneladas de biomassa por hectare e brix.

## REFERÊNCIAS

BAFFA, D.C.F.; De A. COSTA, P. M.; Da SILVEIRA, G.; LOPES, F.J.F.; BARBOSA, M.H. P.; LOUREIRO, M. E.; CRUZ, C. D.; PETERNELLI, L. A. Path Analysis for Selection of Saccharification-Efficient Sugarcane Genotypes through Agronomic Traits. **Agronomy Journal**, v. 106, n. 5, p.1643-1650, 2014

BRASILEIRO, B.P.; PETERNELLI, L. A.; BARBOSA, M.H.P. Consistency of the results of path analysis among sugarcane experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.13, p.113-119, 2013.

BRASILEIRO, B.P.; De PAULA MENDES, T.O.; PETERNELLI, L. A.; Da SILVEIRA, L.C.I.; De RESENDE, M.D.V.; BARBOSA, M. H. P. Simulated Individual Best Linear Unbiased Prediction versus Mass Selection in Sugarcane Families. **Crop Science**, v. 56, p. 1-6, 2016.

BRESSIANI, J.A. **Seleção Sequencial em cana-de-açúcar**. Piracicaba: 2001. 159f. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirox, Universidade de São Paulo.

BYERS, D.L.; PLATENKAMP, G.A.J.; SHAW, R.G. Variation in seed characters in *Nemophila menziesii*: evidence of a genetic basis for maternal effect. **Evolution**, v. 5, n. 5, p.1445-1456, 1997.

CANDIDO, L. S. **Modelos mistos na avaliação e ordenação de genótipos de cana-de-açúcar, com e sem efeitos de competição com parcelas vizinhas**. 2009, 76p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

CHANG, Y.S.; MILLIGAN, S.B. Estimating the potencial of sugarcane families to produce elite genotypes using bivariate methods. **Theoretical and Applied Genetics**, v.84, p. 662-671, 1992.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A.; DE ABREU, H. M. C.; ARRUDA, P.; et al. Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): A reference study for the regulation of genetically modified cultivars in Brazil. **Tropical Plant Biology**, v.4, n.1, p.62-89, 2011.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de-açúcar**, v. 3, n. 3. Brasília: CONAB, 2016. 74p.

D'HONT, A.; ISON, D.; ALIX, K.; ROUX, C.; GLASZMANN, J.C. Determination of basic chromosome numbers in the genus *Saccharum* by physical mapping of ribosomal RNA genes. **Genome**, v. 41, p. 221–225, 1998.

DANIELS, J.; ROACH, BT. Taxonomy and evolution. *In*: HEINZ, D.J.(ed) **Sugarcane improvement through breeding**. Amsterdam: Elsevier, v.11, p. 7–84, 1987.

DUARTE, J. B.; VENCOVSKY, R.; DIAS, C. T. S. Estimadores de componentes de variância em delineamento de blocos aumentados com tratamentos novos de uma ou mais populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 9, P. 1155-1167, 2001.

ELLIS, R. N.; BASFORD, K. E.; COOPER, M.; LESLIE, J. K.; BYTH, D. E. A methodology for analysis of sugarcane productivity trends. I. Analysis across districts. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 52, n.10, p. 1001 – 1009, 2001.

HARVEY, B.M.R.; OACKS, A. The hydrolysis of endosperm protein in *Zea Mays*. **Plant Physiology**, v.53, n.3, p. 453-457, 1974. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.53.3.453>

HAYMAN, B. I. The Analysis of Variance of Diallel Tables. **Biometrics**, v.10, n.2, p.235-244, 1954.

HENDERSON, C. R. Estimation of changes in herd environment. **Journal of Dairy Science**, v. 32, p. 709, 1949.

HSU, S.Y.; HOUR, A.L.; WANG, T. H. Heritability and modes of inheritance of brix in sugarcane seedlings. **Proceedings ISSCT**, n. 22, p. 286-291, 1995.

KIMBENG, C.A.; COX, M.C. Early generation selection of sugarcane families and clones in Austrailia: A review. **Journal American Society of Sugarcane Technologists**, v. 23, p. 20-39, 2003.

LANDELL, M.G.A.; BRESSIANI, J.A. Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal. *In*: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2008, p.99-159.

LOH, C. S.; TSENG, P. M. Notes on sugarcane nobilization. **Proceedings ISSCT**, n. 7, p. 254-256, 1950.

LUCIUS, A.S. F.; De OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C.; BESPALHOK FILHO, J. C.; M. VERISSIMO, A. A.O. Desempenho de famílias de cana-de-açúcar em diferentes fases no melhoramento genético via REML/BLUP. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 101-112, 2014

MATSUOKA, S.; GARCIA, A.A.F.; ARIZONO, H. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. p.255-274.

MONTEBELO, M. I. L. **Modelos lineares de efeitos mistos: formulação geral e utilização de alguns sistemas computacionais estatísticos**. 1997. 173 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

NATARAJAN, B. V.; KRISHNAMURTHY, T. N.; THULJARAM RAO, J. Relative effects of parents on some economic characters in sugarcane. **Euphytica**. v.16, n. 1, p. 104-108, 1967.

OLIVEIRA, R.A.; DAROS, E.; BESPALHOK-FILHO, J.C.; ZAMBON, J.L.C.; IDO, O.T.; WEBER, H.; RESENDE, M.D.V.; ZENI-NETO, H. Seleção de famílias de cana-de-açúcar via modelos mistos. **Scientia Agraria**, v. 9, p.269-274, 2008.

PINTO, A. de S.; BOTELHO, P. S. M.; OLIVEIRA, H. N. de. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2009.

RAGHAVAN, T. S.; GOVINDASWAMY, S. Sugarcane as material for genetic studies. **Proceedings ISSCT**, n. 9, p. 667-694, 1956.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.A.B.P. **Genética na agropecuária**. 2 ed. revista e ampliada. Lavras: UFLA, 2000. 472p.

REINHOLD, K. Maternal Effects and the Evolution of Behavioral and Morphological Characters: A Literature Review Indicates the Importance of Extended Maternal Care. **The Journal of Heredity**, v. 93, n.6, p. 400-405, 2002.

RESENDE, M. D. V. de. **Predição de valores genéticos, componentes de variância, delineamentos de cruzamento e estrutura de populações no melhoramento florestal**. 1999. 434 f. Tese (Doutorado em Genética) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

RESENDE, M. D. V. de. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 65 f. (Documentos, 100).

RESENDE, M. D. V. de. Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo no melhoramento de plantas. In: **SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADO À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA**, n.11, 2005, Londrina.

RESENDE, M. D. V., BARBOSA, M. H. P. Selection via simulated individual BLUP based on Family genotypic effects in sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p.421-429, 2006.

ROACH, D. A.; WULFF, R. D. Maternal effects in plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 18, p. 209-235, 1987. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.18.110187.001233>

SCORTECCI, K.C; CRESTE, S.; CALSA JR, T.; XAVIER, M.A.; LANDELL, M.G.A; FIGUEIRA, A.F.; BENEDITO, V.A. Challenges, Opportunities and Recent Advances in Sugarcane Breeding. In: ABDURAKHMONOV, I.(ed.) **Plant Breeding**. InTech, Rijeka, Croatia, pp 267–296, 2012.

SHANTI, R. M.; ALARMELU, S.; BALAKRISHNAN, R. Role of female parent in the inheritance of brix in early selection stages of sugarcane. **Sugar Tech**, v. 7, n. 2-3, p. 39-43, 2005.

VAN VLECK, L. D. Selection for direct, maternal and grandmaternal genetic components of economics traits. **Biometrics**, v. 32, p. 173-181, 1976.

WEINER, J.; MARTINEZ, S.; MÜLLER-SCHÄRER, H.; STOLL, P.; SCHIMID, B. How important are environmental maternal effects in plants? A study with *Centaurea maculosa*. **Journal of Ecology**, v. 85, p. 133-142, 1999.

XAVIER, M. A. **Ponto de mérito de família, parâmetros genéticos e Identificação de genitores masculinos em policruzamentos de cana-de-açúcar.** 2011, 80p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

XAVIER, M. A.; PERECIN, D.; ALVIM, K. R. T.; LANDELL, M. G. A.; ARANTES, F. C. Seleção de famílias e progênes de irmãos completos de cana-de-açúcar para atributos tecnológicos e de produção pelo método de REML/BLUP. **Bragantia**, v. 73, n.3, p. 253-262, 2014.

WHITE, T. L.; HODGE, G. R. **Predicting breeding values with applications in forest tree improvement.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1989, 363p.

WU, K.K.; HEINZ, D. J.; MEYER, H. K.; LADD, S. L. Combining ability and Genitor Evaluation in Five Selected Clones of Sugarcane (*Saccharum* sp. Hybrids). **Theoretical and Applied Genetics (TAG)**, v. 56, n. 6, p.241-244, 1980.