



Núcleo de Meio Ambiente  
 Universidade Federal do Pará  
 Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá  
 Belém, Pará, Brasil  
<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas>

**Juocerlee Tavares Guadalupe Pereira de Lima**

Universidade Federal de Rondônia  
 juocerlee@unir.br

**Rodrigo Barros Rocha**

Empresa Brasileira de Pesquisa  
 Agropecuária - EMBRAPA-Rondônia  
 rodrigo.rocha@embrapa.br

**Caio Marcio Vasconcellos Cordeiro de Almeida**

Comissão Executiva do Plano da  
 Lavoura Cacaueira – CEPLAC Rondônia  
 caio.almeida@agricultura.gov.br

## DESEMPENHO PRODUTIVO DE FAMÍLIAS DE MEIOS-IRMÃOS DE CACAUEIRO (*Theobroma cacao* L.) NO MUNICÍPIO DE OURO PRETO DO OESTE-RO, BRASIL

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho compreendeu a avaliação do comportamento agrônomo de 22 famílias de meios-irmãos de cacaueteiro, considerando componentes de produção e resistência a coleobroca-dos-frutos (Fbroc) e resistência à vassoura-de-bruxa (Fvass). As características foram interpretadas utilizando a análise de variância em modelo de parcela subdividida, com os efeitos de famílias na parcela e anos na subparcela. Para quantificar a adaptabilidade e estabilidade foram interpretadas as estimativas de parâmetros genéticos e o teste não paramétrico de Lin Binns. Os resultados indicam elevada variabilidade genética entre as progênies avaliadas. As progênies AM 1090, AM 1066, AM 1070, AM 1077 e AM 1085 apresentaram melhor adaptabilidade e estabilidade ao longo dos anos para a produtividade. As progênies AM 1068, AM 1081, AM 1091, AM 1095 e AM 1097 tiveram melhores desempenhos para resistência à vassoura-de-bruxa, enquanto AM 1077, AM 1081, AM 1085, AM 1088 e AM 1112, para a resistência à coleobroca-dos-frutos.

**Palavras-chave:** Melhoramento genético, *Moniliophthora perniciosa*, *Conotrachelus humeropictus*, Cacau.

## PRODUCTIVE PERFORMANCE OF COCOA TREE (*Theobroma cacao* L.) HALF-SIB FAMILIES IN THE MUNICIPALITY OF OURO PRETO DO OESTE-RO, BRAZIL

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the agronomic behavior of 22 cacao half-sib families over three years, considering the yield components and resistance to fruit borer (Fbroc) and resistance to witches' broom (Fvass). The characteristics were interpreted using the analysis of variance in split plot model, with the effects of families on the plot and years on the subplot. To

Recebido em: 2022-01-23  
 Avaliado em: 2022-04-22  
 Aceito em: 2022-06-20

quantify adaptability and stability, estimates of genetic parameters and the non-parametric Lin Binns test were interpreted. The results indicate high genetic variability among the progenies evaluated. The progenies AM 1090, AM 1066, AM 1070, AM 1077 and AM 1085 showed better adaptability and stability over the years for yield. The progenies AM 1068, AM 1081, AM 1091, AM 1095 and AM 1097 had better performances for witches' broom resistance, while AM 1077, AM 1081, AM 1085, AM 1088 and AM 1112 for fruit borer resistance.

**Keywords:** Genetic breeding, *Moniliophthora perniciosa*, *Conotrachelus humeropictus*, Cocoa.

## DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE FAMILIAS DE MEDIO HERMANOS DE CACAUEIRO (*Theobroma cacao* L.) EN EL MUNICIPIO DE OURO PRETO DO OESTE-RO, BRASIL

**RESUMEN:** El objetivo comprendió la evaluación del comportamiento agronómico de 22 familias de medios hermanos de cacao, considerando componentes de producción y resistencia a la broca del fruta (Fbroc) y resistencia a la escoba de bruja (Fvass). Las características se interpretaron utilizando el análisis de varianza en un modelo de parcela dividida, con los efectos de las familias en la parcela y los años en la subparcela. Para cuantificar la adaptabilidad y la estabilidad, se interpretaron estimaciones de parámetros genéticos y la prueba no paramétrica de Lin Binns. Los resultados indican una alta variabilidad genética entre las progenies evaluadas. Las progenies AM 1090, AM 1066, AM 1070, AM 1077 y AM 1085 mostraron una mejor adaptabilidad y estabilidad a lo largo de los años para la productividad. Las progenies AM 1068, AM 1081, AM 1091, AM 1095 y AM 1097 tuvieron mejores rendimientos para la resistencia a la escoba de bruja, mientras que AM 1077, AM 1081, AM 1085, AM 1088 y AM 1112, para la resistencia a la broca del fruta.

**PALABRAS CLAVES:** Mejora genética, *Moniliophthora perniciosa*, *Conotrachelus humeropictus*, Cacao.

### INTRODUÇÃO

Atualmente, o cultivo do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) é explorado comercialmente em 6 (seis) estados brasileiros (Bahia, Pará, Rondônia,

Espírito Santo, Amazonas e Mato Grosso), totalizando uma produção de 274 mil toneladas no ano de 2017 (SILVA NETO et al., 2001; IBGE, 2017; MENDONÇA; PEDROZA FILHO, 2019).

Entre as décadas de 1970 e 1980 a produção brasileira de cacau chegou a ultrapassar a marca de 470 mil toneladas por ano, alcançando mais de 66 mil propriedades, sendo a maior parte de agricultura familiar (SILVA NETO et al., 2001; IBGE, 2017). Entretanto, a segunda metade da década de 1980 foi marcada pela queda brusca da produção do cacau no Brasil, causada pelo aparecimento e a propagação da doença da vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) na Bahia (EVANS; BARRETO, 1996; PAIM et al., 2006).

A vassoura-de-bruxa é a principal doença do cacau no Brasil, podendo causar perdas de até 90% na produção, atacando principalmente os tecidos meristemáticos, o que provoca sintomas característicos de desequilíbrio hormonal na interação patógeno-hospedeiro. Os tecidos infectados perdem a dominância apical e sofrem hipertrofia, resultando na formação de vassouras (EVANS; BARRETO, 1996; RESENDE et al., 2007).

Além de vassoura-de-bruxa, existem outras pragas que afetam a produção

de cacau na Amazônia brasileira, como o caso de coleóbroca-dos-frutos, causada pela infestação de *Conotrachelus humeropictus*, embora menos severas podem causar danos de até 50% da produção. *C. humeropictus* é um inseto, cujas larvas formam galerias nos frutos do cacau, causando estragos que depreciam o produto e perdas na produção (TREVISAN, 1989).

Entre as medidas para controle de principais pragas do cacau, a utilização de variedades resistentes e de alta produtividade é uma das mais adequadas, uma vez que os controles culturais, químicos e biológicos se mostraram onerosos e ineficazes em alguns casos (PINTO; PIRES, 1998).

Além de resistência às pragas, outras características são consideradas para a seleção de plantas nos programas de melhoramento, principalmente componentes de produção de sementes secas, estimados por meio de total de frutos colhidos por planta e o peso das sementes úmidas dos frutos sadios da

planta. Em média, a produtividade de cacau no Brasil, em plantações comerciais não melhoradas geneticamente, é de cerca de 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Entretanto, com os avanços nos programas de melhoramento registram-se variedades clonais com produtividade que superam a marca de 2.200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (ALMEIDA, 2017).

A interação genótipos versus ambientes (G × A) é um dos maiores desafios no melhoramento do cacau, tanto para a seleção de plantas, quanto para a recomendação de cultivares, sendo que os melhoristas procuram por genótipos estáveis e de melhor desempenho produtivo (DIAS et al., 2003).

A existência de variabilidade genética na população é condição básica para a obtenção de ganhos com a seleção e a estruturação das populações de melhoramento em famílias de meios-irmãos. Esta permite manipular a fração aditiva da variância genotípica, subsidiando a obtenção de ganhos com a seleção para características de baixa herdabilidade.

O teste de progênies/famílias se fundamenta na seleção de plantas com base na média das famílias e no desvio do valor individual para identificação dos indivíduos de melhor desempenho. Para plantas perenes, com sobreposição de gerações e longo ciclo reprodutivo, como o caso de *Theobroma cacao*, deve-se considerar avaliações repetidas em cada indivíduo ao longo do tempo e manipulação da variância genotípica na seleção de plantas. Os programas de melhoramento genético do cacau conduzido pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) no Estado de Rondônia têm avaliado o desempenho produtivo das plantas durante vários anos na região (CARVALHO et al. 2001; ALMEIDA et al., 2009; GUIMARÃES, 2016; ALMEIDA et al., 2016).

Nesse contexto, por meio da autorização do SisGen sob o número A9C58F9, o objetivo deste trabalho foi quantificar o comportamento agrônomo de famílias de meios-irmãos de cacau ao longo de 3 (três) anos considerando os principais

componentes de produção de sementes e de resistência em campo à vassoura-de-bruxa (*M. perniciosa*) e à coleobroca-dos-frutos (*C. humeropictus*), visando subsidiar a seleção de plantas e desenvolvimento de novas variedades comerciais.

## MATERIAL E MÉTODOS

### EXPERIMENTO DE CAMPO

O experimento foi instalado no ano de 2007 na Estação Experimental da CEPLAC (10° 42' 30" S, 62° 13' 30" O), localizada no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia. De acordo com a classificação de Köppen o clima da região enquadra-se no tipo Am. A temperatura média anual é de 25,6°C, a média anual da umidade relativa do ar é de 89% e a precipitação anual total é superior a 2.200 mm (BARBOSA; NEVES, 1983). O solo da região é classificado como Cambissolo háplico eutroférico, conforme Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia.

O teste de progênies de meios-irmãos foi instalado em delineamento

de parcela subdividida com três repetições de oito plantas por parcela para avaliação do desempenho de 22 progênies em comparação com duas testemunhas, os híbridos IMC 67 X BE 8 e SCA 6 X ICS 1, identificados com as siglas T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>, respectivamente (Tabela 1).

Cada parcela foi constituída por 8 plantas distribuídas em duas linhas, no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m. Duas fileiras de cacauzeiros foram plantadas ao redor da área que compreendia o ensaio, servindo como bordadura. Foram providos sombreamentos provisórios com bananeiras, espaçadas de 3,0 m x 3,0 m.

O sombreamento definitivo constituiu-se de mescla de essências florestais e fruteiras, que já se encontravam na área, com espaçamento variável entre plantas. Adubação e demais tratamentos culturais, como: capina, roçagem, poda, desbrota, tutoramento das plantas e controle fitossanitário, foram efetuados de acordo com as recomendações da CEPLAC.

**Tabela 1.** Identificação das progênies e das testemunhas, híbridos comerciais de comportamento conhecido, avaliadas no campo experimental da CEPLAC, no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia, no período de 2012 a 2014.

Código das Progênies	Denominação das Progênies/Acessos	Código das Progênies	Denominação das Progênies/Acessos
1	AM 1066 (2)	13	AM 1088 (9)
2	AM 1067 (3)	14	AM 1090 (11)
3	AM 1068 (1)	15	AM 1091 (12)
4	AM 1069 (22)	16	AM 1092 (17)
5	AM 1070 (6)	17	AM 1093 (13)
6	AM 1071 (24)	18	AM 1095 (16)
7	AM 1072 (21)	19	AM 1097 (15)
8	AM 1073 (14)	20	AM 1101 (19)
9	AM 1077 (20)	21	AM 1112 (18)
10	AM 1079 (5)	22	AM 1114 (27)
11	AM 1081 (10)	23	IMC 67 X BE 8 (T <sub>1</sub> )
12	AM 1085 (7)	24	SCA 6 X ICS 1 (T <sub>2</sub> )

Fonte: Elaborada pelos autores.

#### DESEMPENHO AGRONÔMICO

Para avaliar o desempenho agronômico das progênies foram considerados quatro características: a) total de frutos colhidos da planta (TFC), em unidades (und.); b) o peso das sementes úmidas dos frutos sadios da planta (PSUFS), em gramas (g); c) total de frutos com coleóbroca-dos-frutos na planta (TFBR) em unidades (und.); d) total de frutos com vassoura-de-bruxa na planta (TFVB), em unidades (und.). Além dessas características, também foram avaliadas: e) Produtividade Potencial (ProdP), estimada por meio da

multiplicação entre o total de frutos colhidos da planta e o peso das sementes úmidas dos frutos sadios da planta ( $TFC \cdot PSUFS$ ), expresso em gramas (g); f) resistência a vassoura-de-bruxa ( $F_{vass}$ ), estimada por meio do percentual (%) de frutos com vassoura-de-bruxa ( $TFVB/TFC$ ); e resistência a coleóbroca-dos-frutos ( $F_{broc}$ ), estimada por meio do percentual (%) de frutos com coleóbroca-dos-frutos ( $TFBR/TFC$ ). Para se fazer inferência sobre a produtividade, expressa em peso de sementes secas, em  $kg\ ha^{-1}$ , característica essa de interesse do agricultor, utilizou-se a taxa de 38%,

como o fator de conversão médio de cacau úmido para cacau seco (PIRES et al., 2012). Os componentes de rendimento foram mensurados em intervalos de 30 a 60 dias, nos anos de 2012 a 2014, correspondentes ao período do 4º ao 6º ano de plantio.

### ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As características avaliadas foram submetidas à análise de variância em modelo de parcela subdividida, alocando-se blocos e famílias na parcela e anos de produção na subparcela, conforme o modelo (DIAS; BARROS, 2009):

$$Y_{ijk} = u + f_i + b_j + (fb)_{ij} + a_k + (fa)_{ik} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

$Y_{ijk}$  = valor observado na parcela da i-ésima família, no j-ésimo bloco e k-ésimo ano;

$u$  = média geral, considerada como efeito fixo;

$f_i$  = efeito da i-ésima família, considerado como efeito fixo;

$b_j$  = efeito do j-ésimo bloco, considerado como efeito fixo;

$(fb)_{ij}$  = representa o erro experimental a nível de parcelas, como efeito aleatório;

$a_k$  = representa o efeito de anos, considerado efeito fixo;

$(fa)_{ik}$  = efeito da interação entre famílias e anos, considerado como aleatório;

$\varepsilon_{ijk}$  = erro experimental a nível de subparcelas, considerado como aleatório;

As médias de produção foram agrupadas com o teste de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade. Todas as análises foram processadas no software Genes. Associado a esse modelo foram estimados os parâmetros genéticos para a herdabilidade e a repetibilidade e a partir das estimativas das variâncias genotípica e fenotípica com as decomposições para as respectivas estimativas (CRUZ, 2008).

A herdabilidade, definida como a razão entre o componente de variância de natureza genética e a variância fenotípica, é considerada baixa ao

apresentar estimativas inferiores a 0,30. Por sua vez, a repetibilidade corresponde à correlação entre medidas tomadas em um mesmo indivíduo, cujas avaliações foram repetidas ao longo do tempo. A amplitude do coeficiente de repetibilidade ( $p$ ) varia de 0 a 1, sendo que valores iguais ou menores que 0,30 são considerados de repetibilidade baixa (RESENDE, 2002).

A análise de adaptabilidade foi processada com as médias de produção das três repetições, considerando cada ano de produção como um ambiente. A estatística de estabilidade e adaptabilidade adotada foi  $P_i$  de Lin e Binns (1988), definida por:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (Y_{ij} - M_j)^2}{2n}$$

(2)

Em que:

$P_i$  = estimativa da estabilidade e da adaptabilidade da família  $i$ ;

$Y_{ij}$  = produtividade da família  $i$  no ano de produção  $j$ ;

$M_j$  = resposta máxima observada entre todas as famílias no ano de produção  $j$ ;

$n$  = número de anos de produção.

Atribuiu-se a ordem de número 1 a progênie com a menor estimativa do respectivo parâmetro, e assim por diante, até a ordem de número  $g$ , atribuída a progênie com a maior dessa estimativa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ANÁLISE DE COMPONENTES DE PRODUÇÃO

Os resultados da análise de variância indicam que os efeitos de progênies e de anos foram significativos a 1% de probabilidade para todas as características avaliadas, indicando a existência de variabilidade genética entre as progênies. Especificamente, o efeito da interação famílias x anos foi significativo a 5% de probabilidade apenas para a produtividade potencial, o que indica que as famílias apresentaram mudanças no seu desempenho relativo ao longo do tempo (Tabela 2).



**Tabela 2.** Estimativas do teste F da análise de variância dos componentes de produção e resistência em campo de 22 progênes de cacau e duas testemunhas avaliadas no campo experimental da CEPLAC localizado no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia, no período de 2012 a 2014.

FV	GL	TFC	ProdP	Fbroc	Fvass
Blocos	2				
Progênes	23	1,74*	1,72*	1,89*	1,73*
Erro A	46				
Anos	2	6,01**	7,78**	146,02**	58,23**
Interação PxA	46	1,38 <sup>NS</sup>	1,61*	1,32 <sup>NS</sup>	1,40 <sup>NS</sup>
Erro b	96				
TOTAL	215				
Média 12 meses		15,0	1567,9	9,7	3,1
Média 24 meses		12,7	1374,0	10,3	4,4
Média 36 meses		16,6	1848,6	34,5	13,3
<b>Média geral</b>		<b>14,80</b>	<b>1.596,84</b>	<b>18,17</b>	<b>6,95</b>

\*\* : significativo a 1% de probabilidade, \* : significativo a 5% de probabilidade, **NS**: não significativo, **TFC**: total de frutos colhidos, **ProdP**: produtividade potencial, **Fbroc**: Percentual de frutos brocados, **Fvass**: percentual de frutos com vassoura-de-bruxa.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Quanto ao desempenho das progênes, a produtividade potencial (ProdP) apresentou média geral de 1.596,84 gramas de sementes úmidas planta<sup>-1</sup>, o que equivale a uma produtividade de 674 kg de sementes secas hectare<sup>-1</sup>, se forem plantadas 1.111 plantas hectare<sup>-1</sup> (ALMEIDA et al., 2016). Esta estimativa de produção está acima da média das plantações comerciais no Brasil, no entanto produtividades superiores foram relatadas em plantios nos Estados da Bahia (PIRES, 2003) e

Rondônia (OKABE et al. 2004, ALMEIDA et al., 2009; GUIMARÃES, 2016; ALMEIDA et al., 2016). Pires (2003) observou uma média do peso de sementes secas por hectare de 893 kg, nas condições de Centro de Pesquisa de Cacau (CEPEC) em Ilhéus-BA. Okabe et al. (2004) avaliaram o desempenho de 48 clones de cacauero de diferentes origens genéticas e evidenciaram que a média geral do peso de sementes secas hectare<sup>-1</sup> foi de 1.195 kg.

Almeida et al. (2009), registraram 1.890 gramas de cacau úmido planta<sup>-1</sup>, ao avaliarem o comportamento agrônomo de 140 (cento e quarenta) acessos de cacau de diferentes origens. Guimarães (2016) evidenciou 798 kg de sementes secas hectare<sup>-1</sup>, como produtividade média, ao avaliar a diversidade genética no Banco Ativo de Germoplasma da Estação Experimental da CEPLAC em Ouro Preto do Oeste-RO. Por último, Almeida et al. (2016), ao avaliarem o comportamento agrônomo de clones de cacauzeiro, também em Ouro Preto do Oeste-RO, evidenciaram que a média geral para produtividade foi de 816 kg de sementes secas hectare<sup>-1</sup>.

Em relação à resistência em campo, observou-se um aumento na infestação de pragas e doenças com o passar dos anos, com média geral de 18,17% para frutos brocados (Fbroc) e 6,95% para frutos com vassoura-de-bruxa. Esses resultados indicam infestação superior em relação ao observado por Pires (2003) na Bahia e Almeida et al. (2009) em Rondônia, entretanto, inferiores a

infestação relatada por Okabe et al. (2004). Pires (2003) observou que aproximadamente 59% dos frutos apresentaram vassoura-de-bruxa, para os 50 melhores clones avaliados em seu trabalho. Já Almeida et al. (2009) evidenciaram 43,74% de frutos com vassoura-de-bruxa e 30,06% para a frutos brocados, como média geral para todos os acessos avaliados. Okabe et al. (2004) obtiveram valores médios para percentual de frutos brocados e percentual de frutos com vassoura-de-bruxa de 5,34% e 7,71%, respectivamente.

Apesar do aumento de infestação ao longo dos anos, tanto da vassoura-de-bruxa como da broca, observa-se que não houve diferença significativa na interação Progênes x Anos (PxA). Esse resultado indica que as progênes resistentes apresentaram uma tendência de manter seu comportamento ao longo dos anos. Embora esse resultado não seja comum na avaliação ao longo do tempo do cacauzeiro (CARVALHO et al. 2001), outros trabalhos já registraram ausência da interação P x A tanto para

incidência de vassoura-de-bruxa, quanto para o ataque da broca dos frutos (DIAS; KAGEYAMA, 1998).

A existência de variabilidade genética entre as progênes indica a possibilidade de obtenção de ganhos com a seleção. O sucesso do melhoramento genético depende da acurácia de seleção, que se fundamenta na estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos, definidas como variáveis aleatórias desconhecidas que são estimadas utilizando modelos biométricos adequados para avaliação genética dos candidatos à seleção (FRANCISCO NETO, 2008). Nessa modelagem, o progresso genético a ser obtido depende do diferencial de seleção e das estimativas dos componentes genéticos.

Entre os parâmetros genéticos mais importantes para a interpretação da eficiência de seleção destacam-se o coeficiente de variação, a herdabilidade, e a repetibilidade das características (RESENDE, 2002). O coeficiente de variação é uma relação entre a média e o quadrado médio do resíduo que

depende tanto das condições experimentais quanto da natureza da característica. As estimativas dos valores do coeficiente de variação experimental das características TFC (45,5%) e ProdP (44,5%) são comparáveis com as estimativas obtidas na Bahia (PIRES, 2003), em Rondônia (CARVALHO et al.; 2001; OKABE et al., 2004) e em Gana (OFORI et al., 2016), variando de 23% a 58% para TFC e de 25,3% a 78,56% para ProdP. Diferente das estimativas associadas às características Fbroc e Fvass, que indicam uma menor acurácia na avaliação dessas características.

Estimativas de  $h^2$  podem apresentar magnitudes variáveis conforme as condições experimentais, do ambiente e da característica estudada. Valores mais elevados são encontrados para caracteres de herança simples, já características quantitativas tendem a apresentar menores magnitudes (RESENDE, 2002). A característica que apresentou a maior estimativa de herdabilidade foi o TFC, seguida pela ProdP, Fbroc e Fvass (Tabela 3).

**Tabela 3.** Estimativas dos parâmetros genéticos dos componentes de produção e resistência em campo de 22 progênies de cacau e duas testemunhas avaliadas no campo experimental da CEPLAC localizado no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia, no período de 2012 a 2014.

Parâmetros genéticos	TFC	ProdP	Fbroc	Fvass
Componente variância da parcela	7,8	8.1715,4	9,7	2,4
Componente quadrático da subparcela	3,2	4.9619,6	198,9	30,3
Componente variância da interação	2,8	44.377,7	5,3	2,5
Herdabilidade média ( $h^2$ )	42,7	41,0	32,9	25,3
Repetibilidade ( $p$ )	49,0	53,1	37,1	29,1
Coeficiente de variação da parcela	45,5	44,5	73,4	114,8
Coeficiente de variação da subparcela	38,9	35,8	47,6	74,9

TFC: total de frutos colhidos, **ProdP**: produtividade potencial, **Fbroc**: Percentual de frutos brocados, **Fvass**: percentual de frutos com vassoura-de-bruxa.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A estimativa de herdabilidade para o caráter TFC foi de 0,43, o que significa que aproximadamente 43% da variação desse caráter é explicada pela variância de natureza genética entre as progênies. Resultados similares foram encontrados por Mustiga et al. (2018), que observaram estimativas de herdabilidade de 0,42 para TFC na avaliação de 34 progênies de cacau na Costa Rica.

Francisco Neto (2008), Ofori et al. (2016) e Wuriandani et al. (2018), que obtiveram menores estimativas para este caráter. Francisco Neto (2008) ao quantificar o progresso genético com a seleção de cacau híbridos na Amazônia brasileira observou estimativa de herdabilidade de

0,20, para o caráter TFC. Ofori et al. (2016) observaram estimativa de herdabilidade de 0,14 para TFC, ao avaliar o desempenho de 116 clones de cacau introduzidos em Gana durante diferentes períodos de tempo. Wuriandani et al. (2018) relataram estimativas de coeficiente de herdabilidade para TFC, inferiores a 1%, ao analisarem a diversidade genética e a influência das estações do ano, na qualidade de amêndoas de cacau na Indonésia.

Quanto ao caráter ProdP a estimativa de herdabilidade observada foi de 0,41. Resultados aproximados foram relatados por DuVal et al. (2017) e Mustiga et al. (2018). DuVal et al. (2017) ao avaliarem parâmetros genéticos em 4 (quatro)

progênies de cacau na Bahia encontraram o coeficiente de herdabilidade de 0,37 para esse caráter. Já Mustiga et al. (2018) relataram estimativa de 0,57. Por sua vez, Ofori et al. (2016) e Wuriandani et al. (2018) relataram coeficientes de herdabilidade de 0,18 e de 0,24, respectivamente.

Em relação às características Fbroc e Fvass, que quantificam a resistência em campo, as estimativas de herdabilidade foram de 0,33 e de 0,25, respectivamente. Esses parâmetros genéticos indicam que há possibilidade de seleção de progênies de maior resistência, uma vez que uma parte da variabilidade fenotípica é explicada pela variação genotípica. Esses resultados são superiores aos encontrados por DuVal et al. (2017) e Mustiga et al. (2018), para resistência em campo à vassoura-de-bruxa, uma vez que relataram coeficientes de herdabilidade de 0,16 e 0,15, respectivamente.

Em plantas perenes, como o cacau, apesar da predominância do componente genético na expressão dessas características, um mesmo

genótipo pode apresentar diferenças no seu desempenho de um ano para o outro devido à ação do ambiente (PETEK et al., 2009). O coeficiente de repetibilidade para as características TFC (0,49) e ProdP (0,53) pode ser considerado mediano e indica uma tendência das progênies em manter seu comportamento ao longo do tempo (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados por Almeida et al. (2001), ao registrarem a amplitude entre 0,46 e 0,80 para o total de frutos colhidos. No entanto, as estimativas de repetibilidade das características Fbroc e Fvass podem ser consideradas baixas (Tabela 3).

De acordo com Cruz (2008) a metodologia não paramétrica de Lin e Binns se diferencia por sua facilidade de interpretação e por possibilitar a classificação do desempenho dos genótipos nos ambientes (Tabela 4).

A testemunha SCA 6 X ICS 1 (T2) apresentou bom desempenho nos ensaios tendo apresentado o segundo maior Pi para o TFC (21,6 frutos planta<sup>-1</sup>) e o maior para a ProdP (2.448 g de semente úmida planta<sup>-1</sup>) (Tabela 4), o

que corresponde a uma produtividade média de 1.033 kg de sementes secas hectare<sup>-1</sup>. Resultados semelhantes sobre o alto desempenho do híbrido SCA 6 X ICS 1 (T2) foram encontrados por Carvalho et al. (2001), Fonseca et al. (2008). Carvalho et al. (2001) encontraram 49,40 para TFC e 1590 g para ProdP, correspondente a produtividade de 671,27 kg ha<sup>-1</sup>. Fonseca et al. (2008) trouxeram resultados que indicam a produtividade de 1.702 kg ha<sup>-1</sup>.

Por sua vez o híbrido IMC 67 X BE 8 (T1) apresentou um desempenho produtivo inferior, superado pelas progênies em avaliação tendo sido ordenado na 19<sup>o</sup> para o total de frutos colhidos e na 16<sup>o</sup> posição para a produção de sementes, tendo registrado em média 1.359 g de sementes úmidas por planta, correspondente a uma produtividade de 574 kg de sementes secas por hectare<sup>-1</sup>. A baixa produtividade deste híbrido também foi registrada por Carvalho et al. (2001), ao encontraram 342 kg ha<sup>-1</sup>. Diferente do presente

resultado, Fonseca et al. (2008) encontraram produtividade maior para o híbrido IMC 67 X BE 8 (T1), registrando cerca de 1.836 kg ha<sup>-1</sup>.

Expressiva variabilidade genética foi observada no desempenho produtivo das progênies que se agruparam em 5 grupos diferentes de acordo com o teste de agrupamento de médias de Scott Knott a 5% de probabilidade (Tabela 4).

As progênies AM 1090 e AM 1066 apresentaram menores índices de Pi tendo sido ranqueados como mais estáveis para produtividade de sementes, tendo sido ordenadas na 1<sup>a</sup> (20,8 frutos planta<sup>-1</sup>) e na 3<sup>a</sup> posição (21,2 frutos planta<sup>-1</sup>) de maior produção de frutos e na 3<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> posição de maior produtividade respectivamente. As progênies AM 1070, AM 1077 e AM 1085 também se destacaram pelo seu bom ordenamento de acordo com o critério de Lin e Binns (Tabela 4), com amplitude entre 18,8 e 21,2 para TFC e de 1.885 g e 2.368 g ProdP. Esses resultados indicam uma amplitude de produtividade média entre 796 kg ha<sup>-1</sup> e 1.000 kg ha<sup>-1</sup>, de sementes secas.

**Tabela 4.** Desempenho produtivo de 22 progênies de cacau e duas testemunhas avaliadas no campo experimental da CEPLAC, localizado no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia, no período de 2012 a 2014.

Progênies	Total de frutos colhidos (TFC) planta <sup>-1</sup>					Produtividade (TFS*PSUFS) planta <sup>-1</sup>				
	2012	2013	2014	Média	Pi	2012	2013	2014	Média	Pi
AM 1066 (2)	15,5Bb	18,3Ba	29,8Aa	21,2	3	1.657Bb	2132Ba	3.313Aa	2.368	2
AM 1067 (3)	18,5Ab	8,4Bd	14,8Ac	13,9	17	1.508Ab	724Ac	1.541Ac	1.258	19
AM 1068 (1)	11,6Ac	8,1Ad	11,6Ad	10,4	20	1.247Ac	852Ac	1.227Ad	1.109	21
AM 1069 (22)	7,5Ad	7,9Ad	7,3Ae	7,6	23	848Ac	918Ac	713Ae	826	23
AM 1070 (6)	18,8Ab	20,4Aa	19Ab	19,4	6	1.935Aa	2092Aa	2.105Ac	2.044	5
AM 1071 (24)	9,1Bd	10,5Bc	23Ab	14,2	14	853Bc	986Bc	2.055Ac	1.298	15
AM 1072 (21)	22,4Aa	15,5Bb	13,9Bc	17,3	8	2.446Aa	1.643Ab	1.567Ac	1.885	10
AM 1073 (14)	12,1Ac	12,2Ac	12Ad	12,1	18	1.294Ac	1.177Ac	1.376Ad	1.282	18
AM 1077 (20)	18Ab	20,7Aa	20Ab	19,6	4	1.655Ab	1.988Aa	2.012Ac	1.885	6
AM 1079 (5)	9,9Bd	10,3Bc	20,5Ab	13,6	15	983Bc	1.147Bc	2.380Ab	1.503	14
AM 1081 (10)	21,1Aa	14,8Bb	11,9Bd	15,9	16	1.677Ab	1.376Ac	1.197Ad	1.417	17
AM 1085 (7)	21,5Aa	13,2Bc	21,7Ab	18,8	5	2.414Aa	1.400Bc	2.369Ab	2.061	4
AM 1088 (9)	21,3Aa	14,7Bb	14,8Bc	16,9	7	2.058Aa	1.510Ab	1.631Ac	1.733	11
AM 1090 (11)	19,6Bb	16,5Bb	26,2Aa	20,8	1	2.062Ba	1.621Bb	2.785Ab	2.156	3
AM 1091 (12)	3,9Ae	7Ad	6,4Ae	5,8	24	495Ac	976Ac	886Ae	786	24
AM 1092 (17)	8,5Ad	7,3Ad	13,5Ac	9,8	21	1.011Ac	877Ac	1.670Ac	1.186	20
AM 1093 (13)	8,8Bd	12Bc	22,5Ab	14,4	11	999Bc	1.555Bb	2.714Ab	1.756	8
AM 1095 (16)	19,1Ab	9,6Bd	16,2Ac	15	12	2.077Aa	989Bc	1.748Ac	1.605	13
AM 1097 (15)	13,9Ac	16,7Ab	14,5Ac	15	13	1.721Ab	1.919Aa	1.877Ac	1.839	7
AM 1101 (19)	18,3Ab	11,6Ac	16,2Ac	15,4	9	1.933Aa	1.310Ac	1.722Ac	1.655	12
AM 1112 (18)	18,9Ab	12,3Ac	15,4Ac	15,5	10	1.887Aa	1.404Ac	1.839Ac	1.710	9
AM 1114 (27)	12,9Ac	8Ad	8,8Ae	9,9	22	1.488Ab	1.024Ac	953Ae	1.155	22
IMC 67 X BE 8 (T1)	13,2Ac	8,8Ad	11,7Ad	11,2	19	1.575Ab	1.160Ac	1.341Ad	1.359	16
SCA 6 X ICS 1 (T2)	16,6Bb	20,6Ba	27,5Aa	21,6	2	1.807Bb	2.195Ba	3.343Aa	2.448	1
<b>Média</b>	<b>15</b>	<b>12,7</b>	<b>16,6</b>	<b>14,8</b>		<b>1.567,9</b>	<b>1.374</b>	<b>1.848,6</b>	<b>1.596,8</b>	
<b>Máximo</b>	<b>22,4</b>	<b>20,7</b>	<b>29,8</b>	<b>21,6</b>		<b>2.446,1</b>	<b>2.194,9</b>	<b>3.342,9</b>	<b>2.448,4</b>	
<b>Mínimo</b>	<b>3,9</b>	<b>7</b>	<b>6,4</b>	<b>5,8</b>		<b>494,6</b>	<b>724,3</b>	<b>712,9</b>	<b>785,5</b>	

**Nota:** As letras maiúsculas representam as diferenças entre os anos, enquanto as minúsculas as diferenças entre as progênies. **TFC:** Total de frutos colhidos; **PSUFS:** peso das sementes úmidas dos frutos sadios da planta.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Carvalho et al. (2001) ao avaliarem nas condições edafoclimáticas do híbridos de cacauero de maior Estado de Rondônia evidenciaram rendimento e qualidade de sementes amplitude de variação de 21,07 a 49,40

para TFC e de 350 g e 1.590 g para ProdP. Okabe et al. (2004) apresentaram amplitude de 16,3 a 111 para TFC e de 872,2 g a 5.320,4 g para ProdP. Almeida et al. (2009) evidenciaram amplitudes de 70,6 a 108,1 para TFC e de 250 g a 4.510 g para a ProdP. Ofori et al. (2016) avaliaram a variação genética de 116 clones de cacau introduzidos em Gana e evidenciaram amplitude de 19 a 57 para TFC e de 183 kg ha<sup>-1</sup> a 952 kg ha<sup>-1</sup> para a produtividade (sementes secas). Almeida et al. (2016) destacaram amplitude de 4,89 a 45,53, para TFC e de 493,8 g a 3.234,8 g para a ProdP.

#### ANÁLISE DE COMPONENTES DE RESISTÊNCIA EM CAMPO

Os resultados para a resistência à coleóbroca-dos-frutos, calculados por meio da média do percentual de frutos planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, infestados por *C. humeropictus*, apresentam diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ), de acordo com o teste de Scott-Knott, destacando 4 grupos (Tabela 5). A amplitude para esse caráter variou de

11% a 36% de frutos brocados planta<sup>-1</sup>. As progênies com menos propensão à infestação foram AM 1081, AM 1088, AM 1112, AM 1077, AM 1085 e AM 1097, com média entre 11% e 15% de frutos brocados planta<sup>-1</sup> e bom ordenamento de acordo com o critério de Lin e Binns. As menores estimativas de repetibilidade para essas características indicaram a impossibilidade de se selecionar progênies de comportamento estável ao longo do tempo.

Também foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Scott-Knott da incidência à vassoura-de-bruxa, havendo a formação de 4 grupos distintos (Tabela 5).

As amplitudes variaram de 1,9% a 16,8% de frutos infestados planta<sup>-1</sup>, sendo os melhores desempenhos apresentados pelas progênies AM 1068, AM 1091, AM 1081, AM 1095, AM 1097, AM 1066, AM 1067, AM 1069, AM 1070, AM 1073, AM 1077, AM 1079, AM 1085, AM 1088, AM 1090, AM 1092, AM 1093, AM 1101, AM 1112 e AM 1114, com amplitude de 1,9% a 9,9% de frutos



infestados planta<sup>-1</sup>, considerando um limite inferior a 10% de infestação, como ideal para programas de melhoramento (OKABE et al., 2004).

**Tabela 5.** Ocorrência em campo de broca de cacauero (*Conotrachelus humeropictus*) e da vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) em 22 progênies de cacau e duas testemunhas avaliadas no campo experimental da CEPLAC, localizado no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia, no período de 2012 a 2014.

Progênies	Frutos brocados % (TFB)					Frutos com vassoura-de-bruxa % (TFVB)				
	2012	2013	2014	Média	Pi	2012	2013	2014	Média	Pi
AM 1066 (2)	12Bb	16Ba	38Ab	22	21	3,7Ba	3Bc	17,1Ab	7,9	19
AM 1067 (3)	15Bb	10Bb	32Ac	19	18	1,7Ba	1,5Bc	15Ab	6,1	10
AM 1068 (1)	5Bc	4Bb	34Ac	15	8	4,2Aa	0,3Ac	1,2Ad	1,9	1
AM 1069 (22)	14Bb	4Bb	28Ad	15	12	0,9Ba	0,6Bc	17,4Ab	6,3	11
AM 1070 (6)	10Bb	12Ba	52Aa	24	20	4,1Aa	6,3Ac	12,3Ac	7,6	14
AM 1071 (24)	17Bb	10Bb	41Ab	23	23	5,8Ca	15,3Ba	29,4Aa	16,8	24
AM 1072 (21)	7Bc	14Ba	37Ab	19	14	10,2Aa	8,3Ab	14,8Ab	11,1	21
AM 1073 (14)	13Bb	5Bb	35Ac	18	17	1,5Ba	5,6Bc	14Ab	7	15
AM 1077 (20)	4Bc	9Bb	27Ad	14	4	3,4Aa	2,8Ac	8,8Ac	5	7
AM 1079 (5)	7Bc	15Ba	35Ac	19	13	1,8Ba	4Bc	16,5Ab	7,4	16
AM 1081 (10)	3Bc	6Bb	26Ad	12	1	1,7Ba	0,6Bc	8,9Ac	3,7	4
AM 1085 (7)	2Bc	9Bb	32Ac	14	5	2,3Ba	4,5Bc	13,4Ab	6,7	12
AM 1088 (9)	1Bc	5Bb	31Ac	12	2	1,5Ba	3,9Bc	11,7Ac	5,7	8
AM 1090 (11)	6Bc	15Ba	33Ac	18	11	3,9Ba	3,3Bc	17,6Ab	8,3	20
AM 1091 (12)	12Bb	6Bb	36Ac	18	16	0Aa	3,9Ac	6,1Ad	3,4	3
AM 1092 (17)	14Bb	16Ba	42Ab	24	22	3,8Ba	3,3Bc	20,9Ab	9,3	22
AM 1093 (13)	42Aa	17Ba	49Aa	36	24	1Ca	9,2Bb	19,6Ab	9,9	23
AM 1095 (16)	3Cc	15Ba	31Ac	16	9	1,9Aa	2,7Ac	8,1Ac	4,2	5
AM 1097 (15)	1Bc	11Bb	33Ac	15	6	3Aa	5,6Ac	6,5Ad	5	6
AM 1101 (19)	5Cc	22Ba	40Ab	23	15	2,2Ba	4,9Bc	11,9Ac	6,3	9
AM 1112 (18)	6Bc	4Bb	24Ad	11	3	2,5Ba	2,3Bc	18,4Ab	7,7	18
AM 1114 (27)	6Bc	7Bb	28Ad	14	7	6,6Aa	9,2Ab	11,6Ac	9,1	17
IMC 67 X BE 8 (T1)	15Ab	11Ab	20Ad	15	10	3,2Ba	2Bc	15,1Ab	6,8	13
SCA 6 X ICS 1 (T2)	12Bb	5Bb	45Aa	21	19	3,4Aa	3,6Ac	3,3Ad	3,4	2
<b>Média</b>	<b>9,7</b>	<b>10,3</b>	<b>34,5</b>	<b>18,2</b>		<b>3,1</b>	<b>4,4</b>	<b>13,3</b>	<b>6,9</b>	
<b>Máximo</b>	<b>41,9</b>	<b>22,1</b>	<b>51,5</b>	<b>36</b>		<b>10,2</b>	<b>15,3</b>	<b>29,4</b>	<b>16,8</b>	
<b>Mínimo</b>	<b>1,1</b>	<b>3,9</b>	<b>19,8</b>	<b>11,5</b>		<b>0</b>	<b>0,3</b>	<b>1,2</b>	<b>1,9</b>	

**Nota:** As letras maiúsculas representam as diferenças entre os anos, enquanto as minúsculas as diferenças entre as progênies. **Legendas:** TFB: total de frutos brocados; TFVB: total de frutos com vassoura-de-bruxa

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados de resistência em campo à *C. humeropictus* são inferiores aos encontrados por Okabe et al. (2004), entretanto superiores aos encontrados por Almeida et al. (2009) e Almeida et al. (2016). Okabe et al. (2004) evidenciaram amplitude de incidência por *C. humeropictus* de 1,18% a 14,97% dos frutos colhidos, sendo que nos 10 melhores clones variou de 1,18% a 5,18%. Almeida et al. (2009) destacaram a amplitude de infestação de coleóbroca-dos-frutos de 2,9% a 27,6% do total de frutos colhidos planta<sup>-1</sup>, sendo que nos 10 melhores desempenhos variou de 2,9% a 5,2%. Já Almeida et al. (2016) observaram amplitude de 21,57% a 48,95% de frutos brocados planta<sup>-1</sup>.

Destaca-se também com esses resultados a susceptibilidade à coleóbroca-dos-frutos dos híbridos IMC 67 X BE 8 e SCA 6 X ICS 1, com média de 15% e 21% dos frutos brocados, respectivamente, embora não signifique a perda total das sementes. Esses desempenhos são superiores aos encontrados por Carvalho et al. (2001) e Almeida et al. (2009) e relativamente próximos aos encontrados por Okabe et

al. (2004). Carvalho et al. (2001) destacaram a amplitude de infestação por vassoura-de-bruxa de 45,68% a 69,71% de total de frutos colhidos planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, incluindo os híbridos IMC 67 X BE 8 (55,63%) e SCA 6 X ICS 1 (45,68%).

Almeida et al. (2009), destacaram a amplitude de infestação por vassoura-de-bruxa de 4,1% a 40,7% do total de frutos colhidos planta<sup>-1</sup>, sendo os melhores desempenhos os que apresentaram amplitude de 4,1% a 9,9%. Já Okabe et al. (2004) encontraram amplitude que variou de 3,21% a 27,06%, portanto mais próximos ao desempenho encontrado neste trabalho.

## CONCLUSÃO

As progênies de meios-irmãos apresentam elevada variabilidade genética associada a uma acurácia de seleção que subsidia a obtenção de ganhos com a seleção de plantas. As progênies AM 1090, AM 1066, AM 1070, AM 1077 e AM 1085 se destacaram quanto à produtividade, enquanto as progênies AM 1077, AM 1081, AM 1085, AM 1088 e AM 1112 apresentaram maior resistência à infestação de *C.*

humeropictus. Já as progênes AM 1068, AM 1081, AM 1091, AM 1095 e AM 1097, apresentaram melhor desempenho quanto à infecção por *M. pernicioso*.

## AGRADECIMENTOS

À Estação Experimental da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) de Ouro Preto do Oeste-RO, à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) de Rondônia, ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Universidade Federal de Rondônia (PGDRA/UNIR) e ao Programa de Doutorado em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC).

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. M. V. C. Avanços no melhoramento genético do cacauero na Amazônia brasileira. In MENDES, F. A. T. (Org.). **A cacauicultura na amazônia: história, genética, pragas e economia**. Belém: MAPA, 2017, p. 55-99.
- ALMEIDA, C. M. V. C.; DIAS, L. A. S.; SILVA, A. P. Caracterização agronômica de acessos de cacau. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 4, p. 368-373, 2009.
- ALMEIDA, C. M. V. C.; PIRES, J. L.; SILVA, A. P.; GOMES, L. P. Desempenho agrônomo de variedades clonais de cacaueros em Ouro Preto do Oeste, Rondônia. **Agrotropica**, v. 28, n. 3, p. 221-232, 2016.
- BARBOSA, R. C. M.; NEVES, A. D. S. Levantamento semidetalhado dos solos da Estação Experimental de Ouro Preto do Oeste, RO. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC. **Boletim Técnico** n.105, 1983, 24p.
- CARVALHO, C. G. P.; ALMEIDA, C. M. V. C.; CRUZ, C. D.; MACHADO, P. F. R. Avaliação e seleção de híbridos de cacauero em Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 8, p. 1043-1051, 2001.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: diversidade genética**. Viçosa: Editora UFV, 2008.
- DIAS, L. A. S.; BARRIGA, J. P.; KAGEYAMA, P. Y.; ALMEIDA, C. M. V. C. Variation and its distribution in wild cacao populations from the Brazilian Amazon. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, n.4, p.507-514, 2003.
- DIAS, L. A. S.; BARROS, W. S. **Biometria experimental**. Viçosa: Suprema, 2009.
- DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y. Repeatability and minimum harvest period of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Southern Bahia. **Euphytica**, v. 102, n. 1, p. 29-35, 1998.
- DUVAL, A.; GEZAN, S. A.; MUSTIGA, G. M.; STACK, C.; MARELLI, J. P.; CHAPARRO, J.; LIVINGSTONE 3rd, D.; ROYAERT, S.; MOTAMAYOR, J. C. Genetic parameters and the impact of off-types for

*Theobroma cacao* L. in a breeding program in Brazil. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. 2059, p. 1-12, 2017.

EVANS, H. C.; BARRETO, R. W. *Crinipellis pernicioso*: a much investigated but little understood fungus. **Mycologist**, v. 10, n. 2, p. 58-61, 1996.

FONSECA, S. E. A.; SILVA NETO, P. J.; KOBAYASHI, R. S. **Relatório de definição da composição genética dos novos campos de produção de sementes híbridas de cacau no estado do Pará**. Belém: CEPLAC/SUPOR, 2008.

FRANCISCO NETO, E. **Parâmetros genéticos e seleção genotípica de cacau na Amazônia brasileira**. Uberlândia, 2008. 121 f. Tese (Doutorado em Genética e Bioquímica) – Instituto de Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia, 2008.

GUIMARÃES, M. E. S. **Avaliação genética de acessos de cacau**. 2016. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2016.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo agropecuário 2017**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/CA/A/Q>. Acesso em: 12 jan. 2019.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 68, p. 193-198, 1988.

MENDONÇA, M. V.; PEDROZA FILHO, M. X. Análise do cacau orgânico de São

Félix do Xingu (PA) através da cadeia global de valor. **Agroecossistemas**, v. 11, n. 1, p. 20 – 42, 2019.

MUSTIGA, G. M.; GEZAN, S. A.; PHILLIPS-MORA, W.; ARCINIEGAS-LEAL, A.; MATA-QUIRÓS, A.; MOTAMAYOR, J. C. 2018. Phenotypic description of *Theobroma cacao* L. for yield and vigor traits from 34 hybrid families in Costa Rica based on the genetic basis of the parental population. **Frontiers in Plant Science**, v. 9 n. 808, p. 1-17, 2018.

OFORI, A.; PADI, F. K.; ANSAH, F. O.; AKPERTEY, A.; ANIN-KWAPONG, G. Genetic variation for vigour and yield of cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones in Ghana. **Scientia Horticulturae**, v. 213, n. 1, p. 287-293, 2016.

OKABE, E. T.; ALMEIDA, C. M. V. C.; ALMEIDA, L. C.; DIAS, L. A. S. Desempenho de clones de cacau em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 3, p. 133-143, 2004.

PAIM, V. R. L. M.; LUZ, E. D. M. N.; PIRES, J. L.; SILVA, S. D. V. M.; SOUZA, J. T.; ALBUQUERQUE, P. S. B.; SANTOS FILHO, L. P. Sources of resistance to *Crinipellis pernicioso* in progenies of cacao accessions collected in the Brazilian Amazon. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 6, p. 572-578, 2006.

PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B. Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de *Coffea arabica*. **Bragantia**, v. 68, n. 1, p. 169-181, 2009.

PINTO, L. R. M.; PIRES, J.L. 1998. Seleção de plantas de cacau resistentes à vassoura-de-bruxa. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. **Boletim Técnico** n.181, 1998, 35p.

PIRES, J. L. **Avaliação quantitativa e molecular de germoplasma para o melhoramento do cacauero com ênfase na produtividade, qualidade de frutos e resistência a doenças**. Viçosa, 2003. 328 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

PIRES, J. L.; ROSA, E. S.; MACEDO, M. M. Avaliação de clones de cacauero na Bahia, Brasil. **Agrotropica**, v. 24, n. 2, p. 79-84, 2012.

RESENDE, M. D. V. **Software SELENGEN – REML/BLUP**. Colombo: EMBRAPA Florestal, 2002. 67p. (Série Documentos, 77).

RESENDE, M. L. V.; COSTA, J. C. B.; CAVALCANTI, F. R.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; CAMILO, F. R. Seleção de extratos vegetais para indução de resistência e ativação de respostas de defesa em cacauero contra a vassoura-de-bruxa. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 213-221, 2007.

SILVA NETO, P.J. da; MATOS, P.G.G. de; MARTINS, A.C. de S.; SILVA, A. de P. (Ed.). **Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira**. Belém: Ceplac, 2001. 125p.

TREVISAN, O. **Comportamento da broca dos frutos do**

**cacau *Conotrachelus humeripictus* Fiedler, 1940 (Col.: Curculionidae), em Rondônia**. 1989. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba 1989. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/1/11146/tde-20190821-122144/publico/TrevisanOlzeno.pdf>. Acesso em: 12 de set. 2018.

WURIANDANI, A.; SUSILO, A. W; MITROWIARDJO, S.; SETYAWAN, B.; SARI, I. A. Diversity of pods and beans of twelve cocoa clones (*Theobroma cacao* L.) in rainy and dry seasons. **Pelita Perkebunan**, v. 34, n. 1, p. 1-10, 2018.