

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA PARA RECURSOS AMAZÔNICOS**

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM CLONES SUPERIORES DE
Coffea canephora Pierre ex Froenher EM RONDÔNIA**

LEILANE NICOLINO LAMARÃO DE OLIVEIRA

**ITACOATIARA
2017**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PARA RECURSOS AMAZONICOS

LEILANE NICOLINO LAMARÃO DE OLIVEIRA

DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM CLONES SUPERIORES DE *Coffea*
canephora Pierre ex Froenher EM RONDÔNIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos da Universidade Federal do Amazonas para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, área de concentração Agrobioenergia, análise e manejo de recursos amazônicos.

Orientador: Professor Dr. Rodrigo Barros Rocha.

ITACOATIARA
2017

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

O48d Oliveira, Leilane Nicolino Lamarão de
Divergência genética em clones superiores de Coffea canephora
Pierre ex Froenher em Rondônia / Leilane Nicolino Lamarão de
Oliveira. 2017
40 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Rodrigo Barros Rocha
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos
Amazônicos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. coffea canephora. 2. divergência genética. 3. heterose. 4.
variabilidade genética. I. Rocha, Rodrigo Barros II. Universidade
Federal do Amazonas III. Título

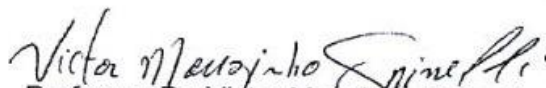
LEILANE NICOLINO LAMARÃO DE OLIVEIRA

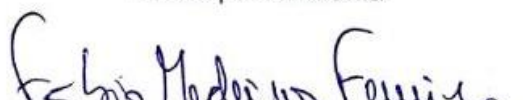
DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM CLONES SUPERIORES DE *Coffea canephora* Pierre ex Froenher EM RONDÔNIA


Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia para recursos Amazônicos da Universidade Federal do Amazonas para a obtenção parcial do título de Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, área de concentração Agrobioenergia, análise e manejo de recursos amazônicos.

Aprovado em 27 de julho de 2017.

BANCA EXAMINADORA


Professor Dr. Victor Mouzinho Spinelli
Embrapa Rondônia


Professor Dr. Fábio Medeiros Ferreira
Univesidade Federal do Amazonas


Professor Dr. Santiago Linório Ramos
Universidade Federal do Amazonas

*Ao meu amado irmão Andrey
Lamarão (in memorian), meu maior
exemplo de perseverança, fé e
dedicação.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Criador e Senhor Jesus, por dar-me discernimento, paciência e sensatez ao longo destes anos de estudo;

A minha família, pelo incentivo e apoio, especialmente aos meus pais Fernando e Mirtes Lamarão e meu esposo Michael Oliveira que jamais deixaram de acreditar em meu potencial;

Ao Dr.^o Rodrigo Barros Rocha pela disponibilidade e toda a orientação neste decorrer deste trabalho ;

Ao professor Dr^o Fábio Medeiros Ferreira pelo acompanhamento constante e apoio a mim dispensados;

Aos professores Victor Mouzinho, Santiago Linório, e Fernanda Caniato pelas contribuições neste trabalho;

A Embrapa Rondônia pela disponibilidade em fornecer os dados para a realização desta pesquisa;

A Fundação de Amparo a Pesquisa da Amazônia por conceder a bolsa de estudos;

Aos colegas Dulcilene Oliveira, Israel Félix e Silvio Gonzaga, pelo companheirismo e incentivo;

*“Sou uma gota no meio do oceano,
mas sem ela o oceano seria
menor”.*

(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi predizer a divergência genética entre matrizes de *Coffea canephora* das variedades botânicas Conilon e Robusta visando desenvolver progênies que associem as melhores características à expressão do vigor do híbrido. Para isso, foram avaliados dez componentes de produção de 130 clones das variedades botânicas Conilon, Robusta e de híbridos intervarietais, ao longo de dois anos, em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições de quatro plantas por parcela. Para seleção de genitores foi utilizada a técnica de componentes principais associada a pontos referenciais obtidos a partir da média de cada variedade botânica. Os dois primeiros componentes principais permitiram a separação das variedades botânicas e dos híbridos intervarietais com uma representação da variabilidade contida nos dados originais de 76% no primeiro ano e 69% no segundo ano. Apesar da significância da interação genótipo x anos, observou-se pouca diferença no agrupamento ao longo do tempo, o que está associado às maiores estimativas de repetibilidade observadas nesse estudo. Observou-se que as matrizes 16-1-81I, 13-1-61I e 11-1-42I da variedade botânica Robusta e as matrizes 167I, 890P e 1048I da variedade botânica Conilon apresentaram maior potencial para a obtenção de ganhos com a seleção.

ABSTRACT

The objective of this work was to quantify the genetic divergence of potential *C. canephora* parents, aiming to develop progenies that associate the best traits of the Conilon and Robusta botanical varieties to the expression of the hybrid vigor. For this, ten morphological and productive characteristics of 130 clones of Conilon and Robusta botanical varieties and their intervarietal hybrids were evaluated over two years, considering an experiment in a randomized block design with four replicates of four plants per plot. For selection of parents, the main components technique was used associated with reference points obtained from the average of each botanical variety. The first two main components allowed the separation of the botanical varieties with a representation of the variability contained in the original data of 76% in the first year and 69% in the second year. Although the significance of the genotype x years interaction was significant, there was little difference in the grouping from one year to the next, which is associated with the higher repeatability estimates observed in this study. It was observed that crosses with the 16-1-81I, 13-1-61I and 11-1-42I parents of the botanical variety Robusta and with the 167I, 890P and 1048I parents of the Conilon botanical variety presented greater potential for obtaining selection gains.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Vegetação e frutificação do cafeeiro.....**21**
- Figura 2 – Variáveis climáticas de Ouro Preto do Oeste-RO, avaliadas no período de julho de 2013 a dezembro de 2015, representadas por déficit hídrico (mm), precipitação (mm) e temperaturas máxima, mínima e médias (°C).....**27**
- Figura 3 – Dispersão gráfica dos dois primeiros componentes principais de 130 clones das variedades botânicas Conilon e Robusta e híbridos intervarietais identificados respectivamente pelas letras C, R e H.....**36**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de variância das principais características produtivas e morfológicas de 130 clones de *Coffea canephora* das variedades botânicas conilon, robusta e híbridos intervarietais avaliados no campo experimental da Embrapa Rondônia localizada no município de Ouro Preto do Oeste – RO.....31

Tabela 2 – Parâmetros genéticos de 130 clones de *C. canephora* das variedades botânicas Conilon, Robusta e híbridos intervarietais avaliados no campo experimental da Embrapa Rondônia localizada no município de Ouro Preto do Oeste - RO.....32

Tabela 3 - Matrizes selecionadas para serem recombinadas em esquema de dialelo parcial de 10 x 10 com três cruzamentos por genitor separadamente para as variedades botânica.....38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Objetivos.....	15
1.1.1 Objetivo Geral.....	15
1.1.2 Objetivos Específicos.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 Características gerais da espécie.....	17
2.2 Caracterização morfológica.....	18
2.3 Fenologia do cafeeiro.....	19
2.4 Ciclo reprodutivo do cafeeiro.....	21
2.5 Reprodução assexuada.....	22
2.6 Diversidade genética.....	23
2.7 Método dos componentes principais.....	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
3.1 Experimento de campo.....	26
3.2 Quantificação da variabilidade genética.....	27
3.3 ANOVA e Predição dos valores genotípicos.....	28
3.4 Quantificação da diversidade genética entre os acessos.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5 CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS	

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a bebida do café é consumida por mais de 2 bilhões de pessoas, o que corresponde a 33% da população mundial. Na Amazônia Ocidental, a principal espécie cultivada é o café Conilon (*Coffea canephora*), que se caracteriza por apresentar plantas de duas variedades botânicas distintas, denominadas Conilon e Robusta (ROCHA et. al., 2013).

O nome Conilon originou-se da palavra *Kouillou* com as letras K e U substituídas por C e N, respectivamente (FERRÃO, 2011). Trata-se de uma espécie rústica, tolerante a várias doenças e adaptada a uma ampla faixa de condições edafoclimáticas tropicais, de baixas altitudes e temperaturas elevadas (FONSECA et al., 2015). No grupo denominado “Robusta” enquadram-se genótipos que se caracterizam por apresentar hábitos de crescimento ereto, caules de maior diâmetro, e pouco ramificados, folhas e frutos de maior tamanho, maior vigor da planta, maior produtividade e tolerância a doenças (FONSECA, 1999).

O café Conilon é uma cultura de grande importância na agricultura brasileira e ocupa posição de destaque entre os produtos de exportação, além de contribuir para o emprego no campo. Só no estado do Espírito Santo é cultivado em cerca de 40 mil propriedades, distribuídas em 64 dos 78 municípios do estado, sobretudo por cafeicultores que trabalham em regime familiar (CARVALHO et al., 1998; FERRÃO et al., 2012).

A partir do ano 2011, o estado de Rondônia se destacou como 2º maior produtor brasileiro de café Conilon, cultivado, em sua maioria, em pequenos cafezais de até 10 hectares e a estimativa para a safra 2017 é de aproximadamente 1.626,9 mil sacas de grãos beneficiados, o que corresponde a 18,56 sacas/hectare. A

cafeicultura no estado vem passando por um processo gradativo e constante de substituição das lavouras existentes por lavouras novas, utilizando-se cafés clonais. Naquelas regiões tradicionalmente produtoras, essa substituição alcançou em alguns municípios 30% da área plantada (CONAB, 2016).

A partir da década de 90, iniciou-se na Embrapa Rondônia atividades de introdução e seleção de material genético pela realização de expedições de avaliação e coleta de plantas, selecionadas visualmente, em lavouras comerciais do próprio estado (VENEZIANO e FAZUOLI, 2000).

No ano de 2011, o Banco Ativo de Germoplasma de *C. canephora* da Embrapa Rondônia foi renovado com a inclusão de 150 acessos que se destacaram por características agronômicas, como a arquitetura de planta, resistência a doenças, tamanho de grãos e produtividade, avaliados no período de 1998 a 2007.

No melhoramento a existência de variabilidade genética na população é condição básica para a obtenção de ganhos com a seleção, proporcionados pelo aumento da frequência de alelos favoráveis e de maior adaptação às condições edafoclimáticas regionais (CRUZ et al., 2014)

A seleção das plantas de maior potencial produtivo é considerada uma das principais alternativas para o aumento da produtividade no Estado de Rondônia. A conservação dos recursos genéticos visando à recombinação entre matrizes superiores e divergentes permitem manipular a variabilidade genética do gênero *Coffea* L. (FERRÃO et al., 2008). Características de alta herdabilidade, tais como peneira média e resistência a doenças permitem a seleção precoce, de plantas que devem reunir um conjunto de características agronômicas superiores (CRUZ et al., 2014).

O vigor híbrido, definido como o desempenho superior de progênies provenientes do cruzamento de genitores divergentes, é característico dessa espécie. As combinações entre genitores divergentes expressam maior efeito heterótico, devendo a seleção de genitores considerar a divergência genética, associada ao mérito agrícola superior (RESENDE, 2002; ROCHA et al., 2005). Ivoglo et al. (2008) observaram que cruzamentos divergentes produziram progênies com produtividades de 20 a 50% acima da média das testemunhas. Ferrão et al., (2008) sugerem o cruzamento entre materiais genéticos divergentes e superiores para explorar o potencial heterótico das combinações divergentes.

Considerando a importância que a cultura do café possui no estado de Rondônia e no Brasil, no presente trabalho buscou-se quantificar a divergência genética de matrizes das variedades botânicas Conilon, Robusta e híbridos intervarietais de *Coffea canephora* e o potencial produtivo para hibridação.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo desse trabalho foi quantificar a divergência genética dos principais componentes da produção de café beneficiado entre matrizes de *Coffea canephora*, visando subsidiar uma nova variedade de café adaptada ao estado de Rondônia.

1.1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Selecionar matrizes de *Coffea canephora* com maior produção de café beneficiado;
- ✓ Predizer a diversidade genética e o ganho com a seleção direta para produtividade;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ESPÉCIE

O café conilon (*Coffea canephora*) se caracteriza por apresentar plantas de duas variedades botânicas distintas, denominadas Conilon e Robusta, que em conjunto com a espécie *Coffea arabica* é a segunda *commodities* agrícola com maior rendimento econômico (SUNARHARUM et al., 2014).

O *C.canephora* é originário de florestas tropicais úmidas, que se estendem desde a Costa Oeste até a região central do continente africano, especialmente a República de Guiné, Uganda e Angola (BERTHAUD; CHARRIER, 1988). Pertence à família Rubiaceae e ao gênero *Coffea*, do qual já se encontram descritas mais de 124 espécies. Destas, cerca de 25 são utilizadas comercialmente, sendo que apenas quatro têm importância econômica: *Coffea arabica*, conhecido como café arábica; em menor volume: *Coffea liberica* e *Coffea dewevrei*, que produzem o café libérica e o café excelsa respectivamente e o *Coffea canephora*, também conhecido como café robusta (DAVIS et al. 2011).

Há controvérsias a respeito da época de ingresso da cultura de café no Brasil, mas é certo que isso ocorreu no século XVIII e se tornou uma das *commodities* agrícolas mais importantes do país (FONSECA et al., 2015). Colonos assentados, provenientes de regiões produtoras de café, trouxeram para a Amazônia esse cultivo. Este movimento se iniciou em Rondônia, que se tornou responsável pela produção de aproximadamente 90% do café na Amazônia (MARCOLAN e ESPÍNDOLA, 2015). Contudo, somente a partir de 1972 é que foram registradas as primeiras produções mais significativas da espécie, passando de 250 mil sacas

anuais para uma média atual de aproximadamente 12 milhões de sacas de 60 kg (CONAB, 2016).

Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador de café, e o segundo maior consumidor de café no mundo, sendo cerca de 75% da produção de *C. arabica* e 25% de *C.canephora* (LIVRAMENTO et al., 2017). Entre os estados brasileiros produtores, o Espírito Santo se destaca como o principal Estado produtor, seguido Rondônia, Minas Gerais, Mato Grosso, Bahia e Rio de Janeiro (BELAN et al., 2011).

2.2 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA

O cafeeiro é uma espécie perene e apresenta-se como uma planta de porte arbustivo, com caule cilíndrico, lenho duro, branco e amarelado e dois tipos principais de ramos: ortotrópico (reto, normal) e plagiotrópico (oblíquo e transversal), raiz vigorosa e volumosa, atribuindo à planta eficiente na absorção de água e nutrientes, além de maior tolerância a deficiências hídricas e nutricionais (MELO, 2011). As folhas são pareadas e opostas, ovais, de coloração bronze quando novas e verde pouco intenso quando adultas, além de menores em comprimento e largura que as demais culturas da espécie (SOUZA et. al, 2004).

Apresentam flores brancas, variando de duas a vinte flores por axila foliar do ramo plagiotrópico, contendo 5 a 8 lobos na corola e igual número de estames, além de estilete longo e estigma bifido, pedicelo floral incluído no caulículo, cujos lobos prolongam em apêndices foliares. São hermafroditas, com estames aderentes ao tubo e a corola, à altura dos lobos estigmáticos (SOUZA et. al.; FONSECA, 2015; MELO, 2011; MENDES et al., 1996).

As sementes do cafeeiro são do tipo recalcitrante, com tamanho, casca e peso inferior ao do café arábica. Possuem duas lojas no ovário, que podem ou não ser fertilizados. Se apenas um óvulo é fertilizado, ocupará todo o volume do fruto, formando as sementes classificadas como moca (arredondada). O endosperma da semente do café é córneo (duro), esverdeado claro, encoberto com um envoltório delicado, conhecido como película prateada (CARVALHO e MONACO, 1965).

No que diz respeito aos frutos, apresentam coloração verde quando imaturos e podem ser vermelhos ou amarelos quando amadurecidos (BELAN et al., 2011). São derivados de um ovário e caracterizados como uma drupa elipsóide, carnoso, com duas lojas e duas sementes, apresentando epicarpo, que é a casca propriamente dita, mesocarpo carnoso e rico em mucilagem (pectinas e açúcares) e endocarpo (ou pergaminho) fibroso e lignificado no final de sua formação, na fase de expansão durante o crescimento do fruto (MELO, 2011). O embrião pequeno de 2 mm, localiza-se na base do endosperma, sendo constituído por duas folhas cotiledonares cordiformes justapostas, ligadas por um hixo hipocotiledonar curto a radícula (CARVALHO e MONACO, 1965).

2.3 FENOLOGIA DO CAFEIEIRO

No *Coffea canephora*, o ciclo fenológico de aproximadamente 24 meses, começa com a iniciação floral e termina com o amadurecimento dos frutos, proporciona informações das fases vegetativas e reprodutivas diante das condições edafoclimáticas, além de auxiliar na definição do calendário anual de execução das operações agrícolas da lavoura cafeeira, previsão da época de maturação dos frutos e o controle fitossanitário (MARCOLAN et al., 2009; MORAIS et al., 2008).

No primeiro ano fenológico, formam-se os ramos vegetativos com gemas axilares nos nós. O segundo ano inicia-se com a florada, formação de “chumbinhos” que precede a expansão de grãos até atingir o tamanho normal (CAMARGO e CAMARGO, 2001). Estes autores esquematizaram a sequência dos estágios fenológicos do cafeeiro para as condições tropicais do Brasil, que estão relacionadas com as condições agrometeorológicas de cada ano. Nesse modelo, o primeiro e segundo ano fenológico é composto por uma fase vegetativa e outra reprodutiva, respectivamente.

De acordo com Meireles (2009), o ciclo fenológico para as condições tropicais do Brasil foi subdividido em seis fases bem distintas, sendo duas vegetativas e quatro reprodutivas, a saber: 1ª) vegetação e formação de gemas foliares; 2ª) indução e maturação de gemas florais; 3ª) florada; 4ª) granação dos frutos; 5ª) maturação dos frutos e finalmente 6ª) repouso e senescência dos ramos terciários (Figura 1).

Pezzopane et al. (2003) descreveram uma escala das fases fenológicas reprodutivas do cafeeiro com base em números: 0 (gema dormente); 1 (gema intumescida); 2 (abotoado); 3 (florada); 4 (pós-florada); 5 (chumbinho); 6 (expansão dos frutos); 7 (grão verde); 8 (verde-cana); 9 (cereja); 10 (passa); 11 (seco).

Ano 1											
Período vegetativo											
Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.
Vegetação e formação das gemas florais						Indução e maturação das gemas florais					
											Repouso
Ano 2											
Período reprodutivo											
Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.
Florada, chumbinho e expansão dos frutos				Granação dos frutos			Maturação dos frutos			Repouso, senescência dos ramos 3° e 4°	
Período reprodutivo (novo período vegetativo)										Autopoda	

Figura 1 – Vegetação e frutificação do cafeeiro.

Fonte: Adaptado de Camargo (2001).

A espécie *C. canephora* apresenta dois grupos botânicos com características morfofisiológicas distintas (BERTHAUD, 1986; DAVIS et al., 2011). A variedade botânica Robusta se caracteriza por apresentar maior vigor, crescimento ereto, folhas e frutos de maior tamanho, maturação tardia, menor tolerância ao déficit hídrico e maior tolerância a pragas e doenças. Por sua vez, a variedade botânica Conilon se caracteriza por apresentar plantas de crescimento arbustivo, maturação precoce, caules ramificados, folhas alongadas, resistência a seca e maior suscetibilidade a doenças (FONSECA et al., 2015; MONTAGNON et al., 2012). Ambas as variedades botânicas apresentam plantas de ciclo de maturação precoce (240 dias), média ou intermediárias (270 dias), tardias (300 dias) e extremamente tardias (330 dias) (BRAGANÇA et al., 2001; FERRÃO et al., 2008).

2.4 CICLO REPRODUTIVO DO CAFEIEIRO

O *Coffea canephora* é uma espécie alógama, diploide ($2n=2x=22$ cromossomos), incapaz de se autofecundar naturalmente por apresentar mecanismo de autoincompatibilidade gametofítica (BERTHAUD, 1980). O fenômeno da autoincompatibilidade está relacionado a uma interrupção no desenvolvimento do tubo polínico ao longo do estilete, que apresenta o mesmo alelo do pólen. A paralisação no crescimento do tubo polínico deve-se a ação de ribonucleases que degradam o RNA ribossômico impedindo o crescimento do tubo polínico (CASTRIC e VEKEMANS, 2004; FONSECA et al., 2015).

Em função dessa forma natural de fecundação cruzada, as populações naturais existentes, bem como aquelas formadas a partir de sementes, mesmo que coletadas em uma única planta matriz caracterizam-se pelo elevado nível de heterozigose, e tal variabilidade dificulta os tratos culturais além de reduzir a produtividade e a qualidade do café (BRAGANÇA, 2001). Portanto, a produção de plantas por métodos de propagação vegetativa, a exemplo da estaquia seria uma alternativa para a produção de plantas com as mesmas características genéticas da planta-matriz, garantindo maior uniformidade da lavoura (FERRÃO et al., 2012).

2.5 REPRODUÇÃO ASSEXUADA

Na cafeicultura moderna a propagação vegetativa por estaquia de ramos ortotrópicos é a técnica mais comumente utilizada (MARCOLAN e ESPÍNDULA, 2015). Dentre as vantagens da seleção clonal no *C. canephora* está identificação de genótipos de maior produtividade de grãos que reúnam características favoráveis, tais como: maturação uniforme, grãos graúdos, tolerância a estresses bióticos (ferrugem alaranjada, nematoses, broca do café) e abióticos como baixa altitude ou

temperaturas elevadas com déficit hídrico anual acima de 150 a 200 m (RAMALHO, et al., 2016).

2.6 DIVERSIDADE GENÉTICA

Em um programa de melhoramento, o conhecimento sobre a diversidade genética entre populações das espécies auxilia na conservação e nas estratégias de uso dos recursos genéticos. Segundo estes mesmo autores, a diversidade genética entre um grupo de progenitores tem por objetivo de identificar as combinações híbridas de maior efeito heterótico e maior heterozigose (CRUZ et al. 2014). Borém e Miranda (2009) definem a heterose ou vigor híbrido, como o aumento do vigor decorrentes do cruzamento entre genótipos contrastantes, com a possibilidade de reunir na mesma planta as melhores características de cada um dos genitores.

Embora comercialmente os dois grupos botânicos sejam conhecidos apenas como “café Robusta”, a separação das variedades botânicas permite a produção sistemática de progênes híbridas, explorando o vigor híbrido que se manifesta no cruzamento interespecífico, com a possibilidade de reunir na mesma planta as melhores características de cada uma das variedades botânicas. Híbridos naturais que apresentam a arquitetura de copa, precocidade e resistência à seca do Conilon, com o vigor, tamanho de grãos e resistência a pragas e doenças do Robusta tem se destacado nas avaliações de campo (SOUZA et al., 2013, LEROY et al., 1997). MONTAGNON et al. (2008) observaram que em média os indivíduos híbridos apresentaram produtividade 15% superior em comparação com seus genitores.

Nos programas de melhoramento de *C. canephora*, os estudos de diversidade genética podem orientar a escolha de genitores para a composição de variedades

clonais (MARCOLAN e ESPÍNDULA., 2015). Segundo, IVOGLO et al. (2008) bons genitores são aqueles que apresentam possuem bom comportamento “*per se*” e que apresentem médias elevadas das características avaliadas, como alta adaptabilidade e estabilidade de comportamentos.

2.7 MÉTODO DOS COMPONENTES PRINCIPAIS E CENTRÓIDE

A técnica de componentes principais originalmente descrita por Pearson (1901) e posteriormente aplicada por Hotelling (1933) consiste em transformar um conjunto original de variáveis (por exemplo, altura, produção etc.) em outro conjunto de dimensão equivalente, mas com propriedades importantes que são de grande interesse em certos estudos de melhoramento. (CRUZ, et al. 2014).

Um dos objetivos do uso desta técnica em estudo sobre divergência genética é avaliar a dissimilaridade dos cultivares em gráficos de dispersão que tem os primeiros componentes como eixos de referência, e a indicação de progenitores para combinações híbridas que é feita com base no potencial *per se* dos progenitores e na magnitude de suas dissimilaridades (CRUZ, et al. 2014).

Em programas de melhoramento, tanto na fase de seleção como na de recomendação de genótipos para plantio, a interação genótipo x ambiente constitui um grande problema para os melhoristas. Para contornar este problema, realizam-se análises de adaptabilidade e estabilidade. Dentro dessa abordagem se destaca o método centroide que tem como objetivo facilitar a recomendação de genótipos, pois permite o direcionamento dos genótipos em relação à variação ambiental, dispensa a análise de vários parâmetros, como a que ocorre nos métodos baseados em regressão (NASCIMENTO, et al. 2015).

O método centroide consiste da comparação de valores de distância cartesiana entre os genótipos e quatro genótipos-referência, designados como ideótipos, estabelecidos com base nos dados experimentais com intuito de representarem os genótipos de máxima adaptabilidade geral e específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis e também os de mínima adaptabilidade (ROCHA et al., 2005).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 EXPERIMENTO DE CAMPO

No mês de dezembro de 2011 foi instalado no campo experimental da Embrapa no município de Ouro Preto do Oeste - RO ($10^{\circ}37'03''\text{S}$ e $62^{\circ}51'50''\text{W}$), experimento em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, quatro plantas por parcela no espaçamento de 3 x 2 m, para avaliação da diversidade genética de 130 clones da variedade botânica Conilon, Robusta e de híbridos entre essas variedades.

Segundo a classificação Köppen, o clima predominante no estado é do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso, com média climatológica da temperatura do ar, durante o mês mais frio, superior a 18 °C e um período seco bem definido durante a estação de inverno, quando ocorre no estado um moderado déficit hídrico com índices pluviométricos inferiores a 50 mm/mês e a média anual da precipitação pluvial varia entre 1.400 a 2.600 mm/ano, com precipitação inferior a 20 mm nos meses de junho, julho e agosto, enquanto a média anual da temperatura do ar varia entre 24 a 26 °C (SEDAM, 2016).

Os tratos culturais foram realizados de acordo com Marcolan et al., (2009). Dados climáticos foram coletados durante o período de julho de 2013 a dezembro de 2015 por meio de estação automática ($10^{\circ}43'37.01''\text{S}$ e $62^{\circ}13'44.94''\text{W}$) da marca METOS pertencente à CEPLAC (Comissão Executiva de Planejamento da Lavoura Cacaueira). As variáveis meteorológicas analisadas foram a precipitação (mm), o déficit hídrico (mm), a temperatura máxima (°C), a temperatura mínima (°C) e a temperatura média (°C) (Figura 2).

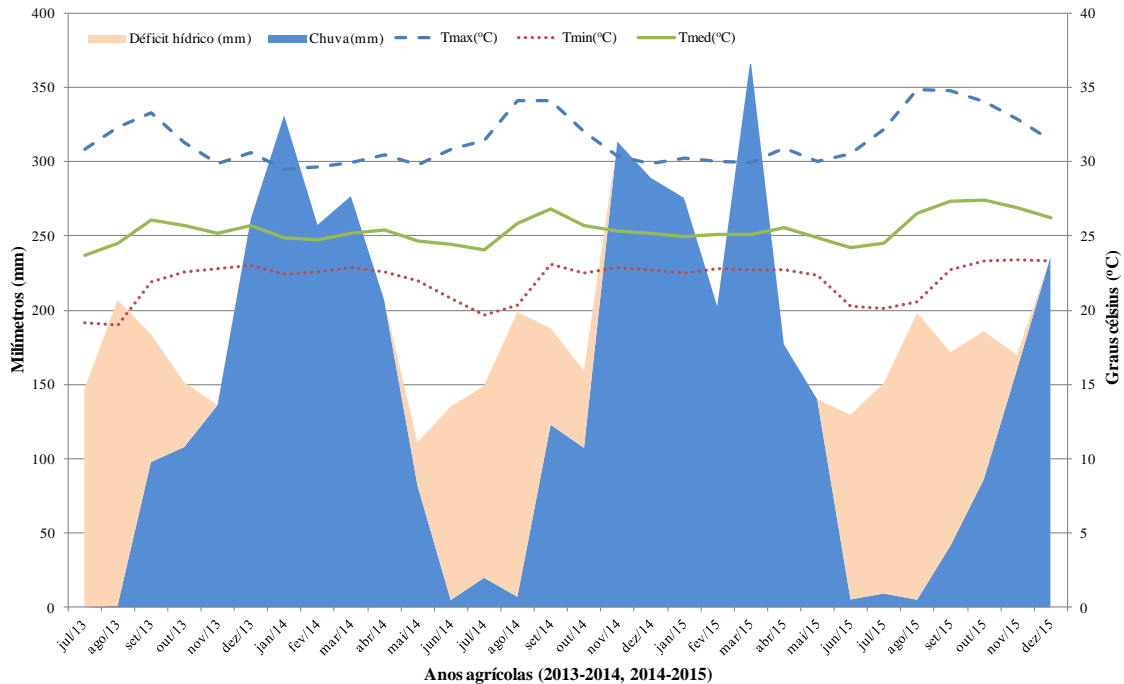


Figura 2. Variáveis climáticas de Ouro Presto do Oeste – RO, avaliadas no período de julho de 2013 a dezembro de 2015, representadas por déficit hídrico (mm), precipitação (mm) e temperaturas máxima, mínima e médias (°C). Fonte: CEPLAC

3.2 QUANTIFICAÇÃO DA VARIABILIDADE GENÉTICA

A produção de grãos de café beneficiado é uma característica complexa, que depende de várias outras características vegetativas e produtivas da planta. Para quantificação da variabilidade genética as seguintes características foram avaliadas nos anos agrícolas de 2013-2014 e 2014-2015: altura de plantas (ALT), número de ramos plagiotrópicos produtivos (NPLAG); distância entre rosetas da parte intermediária do ramo plagiotrópico (DROS), número de frutos por roseta da parte intermediária do ramo plagiotrópico (NFROS); número de rosetas por ramo plagiotrópico (NROS), comprimento do ramo plagiotrópico (CPLAG). A época de maturação foi determinada considerando como critério a planta com 80% de frutos no estágio cereja, com o registro da data de colheita (NDIAS).

Os valores genotípicos da produção por parcela (VGProd) foram estimados com base no peso de grãos beneficiados, obtida a partir da avaliação do rendimento café da roça/café beneficiado (Renda). Por sua vez, o tamanho de grãos foi avaliado individualmente utilizando conjunto de 12 peneiras diferentes a partir de amostras de 250 g de café beneficiado (PEN).

O comprimento e a largura das folhas (CFOL, LFOL) foram estimados a partir da avaliação de 10 folhas por planta utilizando paquímetro digital.

3.3 ANOVA E PREDIÇÃO DOS VALORES GENOTÍPICOS

A análise de variância (ANOVA) foi realizada de acordo com o modelo estatístico $Y_{ijk} = m + B_k + G_i + A_j + GA_{ij} + e_{ijk}$, sendo: Y_{ijk} , observação no k-ésimo bloco, avaliado no i-ésimo genótipo e j-ésimo ano; m , média geral do ensaio; B_k , efeito do bloco k ; G_i , efeito do genótipo i ; A_j , efeito do ano j ; GA_{ij} , efeito da interação entre genótipo i e o ano j ; e_{ijk} , erro aleatório associado a observação ijk . Na estimativa dos parâmetros genéticos os efeitos de ambiente foram considerados como fixos e os de genótipos como efeitos aleatórios.

A significância dos efeitos foi verificada pelo teste F a 5% e 1% de probabilidade. O coeficiente de repetibilidade, que mensura a manutenção da superioridade genética ao longo do tempo, foi estimado para avaliar a precisão de se selecionar os clones com medidas repetidas (CRUZ e REGAZZI, 2001).

3.4 QUANTIFICAÇÃO DA DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE OS ACESSOS

Para quantificação da divergência genética foi utilizado o método de componentes principais associado à pontos referências denominados de centroides obtidos a partir do comportamento médio de cada variedade botânica (ROCHA et al., 2005). O método estatístico multivariado de componentes principais permitiu a obtenção de um número reduzido de variáveis abstratas e independentes para representar em ordem de estimação o máximo da variação total contida nas variáveis originais (CRUZ e REGAZZI, 2001)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta indicou que as fontes de variação: clones, safras (anos) e interação clones x safras foram significativas pelo teste F, a 5% e a 1% de probabilidade (Tabela 1). O efeito significativo da interação clones x safras indica que os genótipos apresentaram desempenho não consistente ao longo do tempo. Bragança et. al (2001), obtiveram efeito significativo na interação clones x anos ao selecionar clones de café Conilon em Marilândia (ES).

Da mesma forma, Rodrigues et. al (2012) observaram efeito significativo para esta interação ao avaliar seis características agronômicas em 20 genótipos com diferentes ciclos de maturação de *C. canephora* no estado do Espírito Santo. Moura et. al (2014), avaliando a produtividade de 30 genótipos de café orgânico na região de Minas Gerais também observaram comportamento inconsistente dos clones ao longo dos anos de avaliação.

A interação clones x safras é importante para melhoristas que procuram desenvolver cultivares que mantenham sua estabilidade produtiva ao longo dos anos. Essa interação dificulta o melhoramento de espécies perenes, por resultar em uma diminuição dos ganhos de seleção da produção acumulada de plantas, resultado de mudanças nas diferenças absolutas da produtividade entre clones de um ano para outro (ROCHA, et al., 2015).

Todas as características estudadas apresentaram diferenças significativas entre os genótipos, indicando a existência de variabilidade genética na população de melhoramento. Ramalho et. al (2016) verificaram diferenças significativas na produção de café beneficiado de 153 clones de *C. canephora* da variedade botânica Conilon em 4 safras avaliados no período de 2000 a 2004 no Estado de Rondônia.

Ivoglo et al (2008) observaram diferenças de natureza genotípica para as características CFOL, LFOL, PROD, e ALT entre 21 progênes de meio - irmãos de *C. canephora*.

F.V.	ALT		NPLAG		NROS		CPLAG		NDIAS	
	GL	F	GL	F	GL	F	GL	F	GL	F
Blocos	3		3		3		3		3	
Clones	129	5,52**	129	5,92**	129	1,79**	129	4,94**	129	6,78**
Anos	1	1387,98**	1	169,47**	1	68,43**	1	14,96**	1	2,10**
Clones x Anos	129	4,43**	129	2,29**	129	3,11**	129	2,70**	129	2,94**
Resíduo	777		777		777		777		777	
Média	1,54		81,33		10,32		0,78		17,00	
C.V.	6,65		26,91		19,09		9,43		14,03	
F.V.	DROS		NFROS		CFOL		LFOL		PROD	
	GL	F	GL	F	GL	F	GL	F	GL	F
Blocos	3		3		3		3		3	
Clones	129	2,72**	129	1,51*	129	19,77**	129	73,25**	129	21,26**
Anos	1	24,67**	1	26,33**	1	2,74 ^{NS}	1	6,06*	1	146,87**
Clones x Anos	129	7,84**	129	8,12**	129	3,13**	129	4,19**	129	6,03**
Resíduo	777		777		777		777		777	
Média	4,91		17,00		12,76		5,41		43,05	
C.V.	7,25		14,03		5,14		6,38		29,42	

Tabela 1 - Análise de variância das principais características produtivas e morfológicas de 130 clones de *Coffea canephora* das variedades botânicas conilon, robusta e híbridos intervarietais avaliados no campo experimental da Embrapa Rondônia localizada no município de Ouro Preto do Oeste – RO. CV: Coeficiente de Variação.

Ao avaliar clones de café arábica em Minas Gerais, Severino et al. (2002) verificaram variabilidade genética para as características produtividade de café beneficiado e época de maturação. A fonte de variação safras (anos) apresentou efeito significativo a 1% de probabilidade para todas as características, exceto para CFOL que não apresentou diferença significativa de um ano para outro. Ferrão et al. (2008) não observaram diferenças para 16 características de produção de 38 clones de café Conilon de 1996 a 2002 na região do Espírito Santo.

O coeficiente de variação experimental (CV %) está associado à magnitude do componente de variância genotípica e a precisão em que cada uma das características foi avaliada. A característica, produção de café da roça com 29,42% apresentou a maior CV% (Tabela 1). Segundo Ferrão (2004) este CV (%) está associado a uma boa condução experimental. Nascimento et al. (2010) obtiveram coeficiente com magnitude de 22,34% e Severino et al. (2002) observaram estimativas do coeficientes de variação próximo de 20%.

Parâmetros genéticos	ALT	NPLAG	NROS	CPLAG	DROS
σ_g^2	0,03	676,93	1,21	0,07	0,21
σ_{gxa}^2	0,01	154,88	2,06	0,02	0,22
σ_e^2	0,01	479,40	3,89	0,05	0,13
r	81,88	83,13	44,39	79,83	63,24
$\hat{\rho}$	57,42	51,63	16,89	48,41	38,36
CV _g	10,53	31,99	10,64	10,92	9,43
CV _g /CV _e	1,58	1,18	1,21	1,16	1,30
Parâmetros genéticos	NFROS	CFOL	LFOL	PROD	NDIAS
σ_g^2	2,94	3,17	1,03	203,57	205,30
σ_{gxa}^2	10,14	0,23	0,09	134,80	46,93
σ_e^2	5,70	0,43	0,11	160,47	96,34
r	33,69	94,94	94,27	71,60	85,25
$\hat{\rho}$	15,65	82,75	82,83	40,80	58,89
CV _g	10,08	13,96	19,17	33,13	4,75
CV _g /CV _e	0,71	2,71	3,00	1,12	1,46

Tabela 2 – Parâmetros genéticos de 130 clones de *Coffea canephora* das variedades botânicas conilon, robusta e híbridos intervarietais avaliados no campo experimental da Embrapa Rondônia localizada no município de Ouro Preto do Oeste – RO. σ_g^2 : variância genotípica, σ_e^2 : variância ambiental, σ_p^2 : variância fenotípica, r: coeficiente de repetibilidade, $\hat{\rho}$: correlação intraclasse, CV_g:

coeficiente de variação genotípico, CV_g : coeficiente de variação ambiental, CV_g/CV_e : razão entre os coeficientes de variação genotípico e ambiental.

As estimativas de parâmetros genéticos são importantes por permitir ao melhorista conhecer a variabilidade e a estrutura genética de sua população de melhoramento (FERRÃO, 2004).

As variâncias genotípicas de todas as características avaliadas neste trabalho foram superiores as estimativas de variância da interação genótipo x anos e da ambiental, exceto para as características NROS e NFROS (Tabela 2). A maior magnitude da variância genotípica em relação à variância ambiental indica predominância do efeito de genótipo (clones) na expressão desta característica, resultado da expressão genética diferenciada entre plantas. Essa condição é fundamental para a obtenção de progresso genético com a prática da seleção (RAMALHO et al., 2016).

O conhecimento acerca da repetibilidade das características estudadas é de primordial importância nos trabalhos de melhoramento genético, pois determina o número de medições necessárias em cada indivíduo para que a seleção fenotípica entre os genótipos seja realizada de modo a se obter um nível de acurácia adequado, visando a redução de tempo, mão de obra e custo no desenvolvimento do trabalho (RESENDE e DUARTE, 2007).

Esta estimativa é considerada baixa quando os valores estão abaixo de 0,30; média quando estão na faixa entre 0,30 e 0,60 e alta quando atingem magnitudes a partir de 0,60 (RESENDE, 2002). Neste trabalho, as estimativas de repetibilidade apresentaram valores que podem ser considerados como médio para as variáveis NROS, DROS e NFROS: (44,39%), (38,36%) e (33,69%) respectivamente. Estes resultados indicam que estas características sofreram

influência ambiental, e demonstram a baixa regularidade entre as medidas repetidas para estas variáveis (Tabela 2).

Foram observadas altas magnitudes neste parâmetro para as características ALT (81,88%), NPLAG (83,13%), CPLAG (79,83%), DROS (63,24%), PROD (71,60%) e NDIAS (85,25%) com destaque para as variáveis: CFOL (94,94%) e LFOL (94,27%), indicando que há uma baixa influência do ambiente sobre estas características ao longo dos anos.

Mistro (2013) avaliando características como produção de frutos, vigor vegetativo, maturação e tamanho dos frutos, porte da planta e incidência de doenças em 21 plantas de uma população de progênies de meio-irmãos de *Coffea canephora* obtiveram valores acima de 0,60 para este parâmetro, indicando que estas características devem ser consideradas no processo de seleção de genótipos superiores. Ramalho et al. (2016) obtiveram estimativa de coeficiente de repetibilidade de 0,43 avaliando um teste de seleção clonal de *C. canephora*, no período de 2008 a 2011 no estado de Rondônia.

As relações entre CV_g / C_{ve} apresentaram resultados que oscilaram de 0,71 para NFROS a 3,0 para CFOL, indicando que a segunda característica sofreu menos influência ambiental do que a primeira, favorecendo o sucesso da seleção para esta característica. Estes resultados assemelham-se aos de Ferrão et al. (2008) que encontraram valores elevados dessa relação para a maioria das características avaliadas em café Conilon que variaram de 0,86 a 1,99. Em contrapartida, Freitas et al. (2007) encontraram valores da relação CV_g / C_{ve} inferiores a 1,0% evidenciando uma condição desfavorável para a característica altura da planta (0,70), e desfavorável para comprimento dos ramos plagiotrópicos (0,49).

O coeficiente de variação genético (CVg) foi superior ao coeficiente de variação ambiental (CVe) para a maioria dos caracteres, reforçando, uma vez mais, a variabilidade genética na população e condições ambientais favoráveis à seleção (FERRÃO, 2004). Este parâmetro possui especial importância, pois quanto maior o seu valor, mais heterogêneos são os genótipos avaliados (RODRIGUES et. al., 2012).

Diferentes métodos de estatística multivariada podem ser utilizados para quantificar a divergência genética. A análise de componentes principais permite quantificar a divergência entre os genótipos em uma dispersão no plano. Quanto maior a proximidade de dois pontos no gráfico maior a similaridade entre eles em relação às variáveis estudadas (CRUZ e REGAZZI, 2001).

Os dois primeiros componentes principais permitiram a separação das variedades botânicas Robusta e Conilon, e dos híbridos intervarietais com uma representação da variabilidade contidas nos dados originais de 76% no primeiro ano e 69% no segundo ano. Também se observou que os indivíduos híbridos apresentaram maior similaridade com a variedade botânica Conilon, e que alguns genótipos da variedade Robusta se agruparam distantes do ponto centroide do seu grupo, indicando ou um evento raro de segregação ou mais provavelmente uma mistura entre os materiais que não devem ser selecionados como matrizes para hibridação (Figura 3).

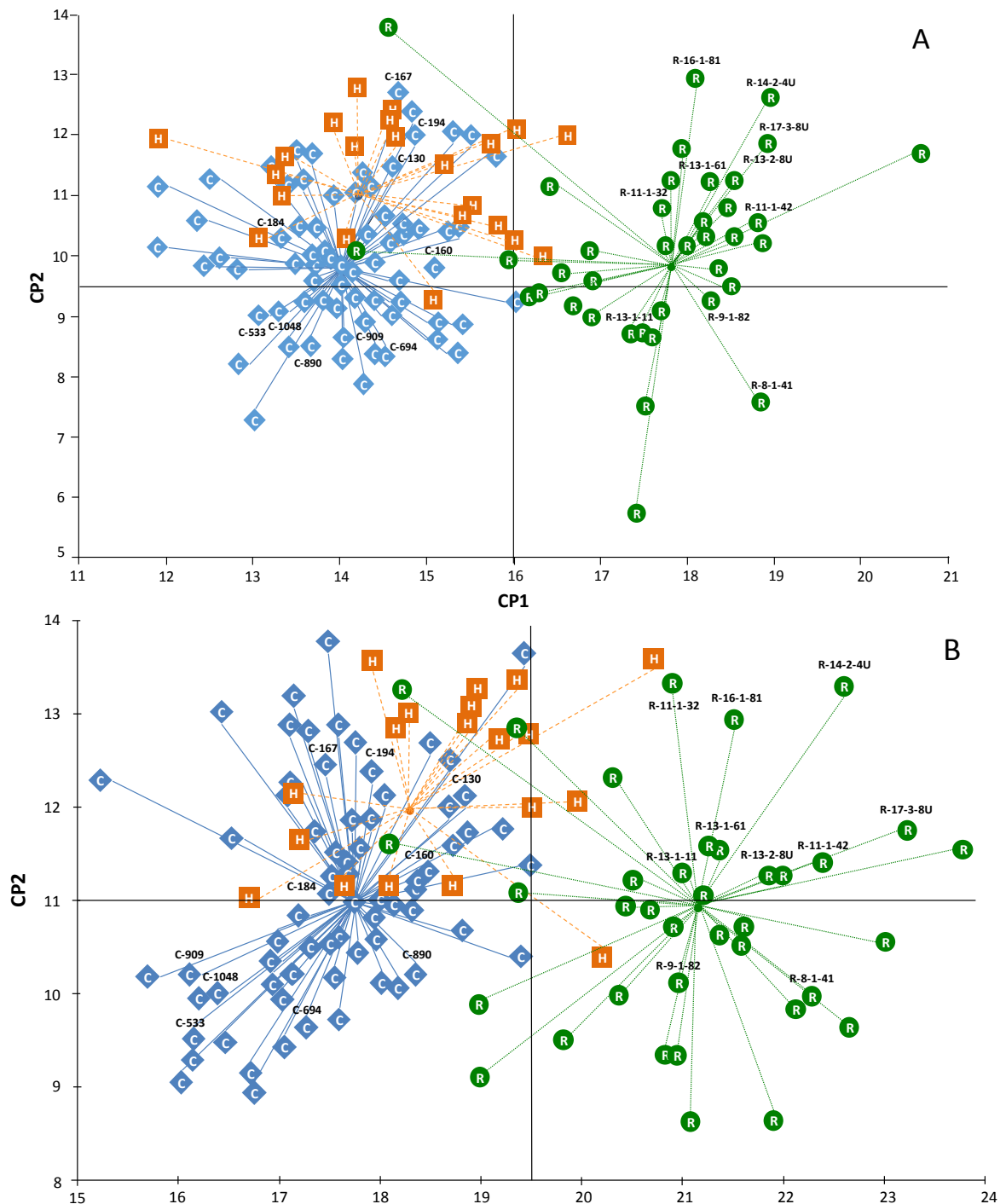


Figura 3. Dispersão gráfica dos dois $CP1$ primeiros componentes principais de 130 clones das variedades botânicas Conilon e Robusta e híbridos intervarietais identificados respectivamente pelas letras C, R e H. As letras A e B identificam respectivamente as avaliações realizadas nos anos agrícolas de 2013-2014 e 2014-2015. Os genótipos selecionados para serem utilizados como matrizes foram identificadas na figura.

Apesar da interação genótipo x anos ter sido significativa, observou-se pouca diferença no agrupamento de um ano para o outro, o que está associado às maiores estimativas de repetibilidade observadas nesse estudo (Tabela 2). Segundo Resende e Duarte (2007) a interação do tipo simples caracteriza-se por alterações menores na classificação de desempenho dos genótipos, em comparação com a interação do tipo complexa.

Além de possibilitar o estudo da diversidade genética de um grupo de progenitores, a técnica de componentes principais tem a vantagem de possibilitar a avaliação da importância de cada caráter estudado sobre a variação total disponível entre os genótipos (CRUZ et al., 2014).

Contudo, a escolha de genitores apenas com base em caracteres desejados (desempenho por si só) é insuficiente para assegurar a obtenção de progênes com elevada frequência de segregantes transgressivos (JUNG et al., 2007). Desta forma, é necessário que os genótipos utilizados nos cruzamentos evidenciem capacidade combinatória em nível expressivo para produzirem em alta frequência recombinações favoráveis (ALLARD, 1999).

A capacidade combinatória pode ser definida como o desempenho de uma cultivar e/ ou linhagem em combinação com outra cultivar e/ou linhagem. Onde capacidade geral de combinação (CGC) refere-se ao comportamento médio de uma cultivar em uma sequência de combinações híbridas, enquanto a capacidade específica de combinação (CEC) representa os desvios para melhor ou pior de determinadas combinações híbridas em relação ao desempenho médio dos cruzamentos envolvidos (ARASHIDA, 2014).

Genitor Robusta	Genitor Conilon	Distância	Distancia	GS	GS%	GS	GS%
8-1-41 ^P	694 ^P	8,28	10,65	3,8	11,5	27,6	52,48
	890 ^P	9,98	8,36	7,1	21,3	34,5	65,69
	909 ^P	8,87	13,91	8,0	24,3	19,8	37,62
11-1-42 ^I	890 ^P	10,15	8,88	12,3	37,2	39,5	75,2
	909 ^P	8,89	14,35	13,3	40,1	24,8	47,1
	130 ^I	7,38	7,38	14,5	43,8	35,0	66,5
11-1-32 ^I	909 ^P	6,98	11,91	10,7	32,5	13,8	26,25
	130 ^I	6,01	5,11	12,0	36,2	24,0	45,62
	160 ^I	5,12	6,52	6,5	19,6	19,4	36,98
13-1-61 ^I	130 ^I	6,98	5,48	9,3	28,1	41,5	78,9
	160 ^I	6,39	6,15	3,8	11,6	36,9	70,2
	167 ^I	7,08	8,14	7,0	21,2	49,5	94,1
13-2-8U ^I	160 ^I	6,97	7,16	5,0	15,0	26,8	50,98
	167 ^I	7,71	9,62	8,1	24,6	39,3	74,82
	184 ^I	10,48	9,26	4,8	14,5	20,2	38,46
16-1-81 ^I	167 ^I	6,52	8,68	20,7	62,7	55,9	106,3
	184 ^I	10,24	9,28	17,4	52,6	36,8	69,9
	194 ^I	6,25	7,69	20,9	63,2	49,5	94,2
14-2-4U ^T	184 ^I	11,63	11,62	3,6	10,9	27,1	51,58
	194 ^I	7,82	10,02	7,1	21,5	39,9	75,78
	1048 ^I	11,89	14,72	2,2	6,6	43,7	83,10
13-1-11 ^T	194 ^I	6,87	6,73	7,1	21,5	27,4	52,2
	1048 ^I	7,22	10,14	2,2	6,6	31,3	59,5
	533 ^T	8,18	10,87	9,6	29,1	17,5	33,2
17-3-8U ^T	1048 ^I	11,38	14,89	5,0	15,0	40,9	77,85
	533 ^T	11,77	15,73	12,4	37,4	27,1	51,61
	694 ^P	9,59	13,25	6,6	19,9	33,1	62,98
9-1-82 ^T	533 ^T	9,98	10,38	0,0	0,0	39,6	75,2
	694 ^P	7,39	7,89	0,0	0,0	45,5	86,6
	890 ^P	8,88	5,52	0,0	0,0	52,5	99,8

Tabela 3. Matrizes selecionadas para serem recombinadas em esquema de dialelo parcial de 10 x 10 com três cruzamentos por genitor separadamente para as variedades botânicas. P: ciclo de maturação precoce; I: ciclo de maturação intermediária; T: ciclo de maturação tardia.

De acordo com Cruz et al. (2014), a análise dialélica é uma das metodologias mais utilizadas na seleção de genitores em programas de melhoramento, pois informa a respeito do potencial dos genitores quando em combinações híbridas, da ação gênica que controla caracteres e existência de heterose, proporcionando avanços para a seleção. No entanto, quando o número de genitores utilizado em um dialelo é elevado, muitas vezes a obtenção de todas as combinações híbridas é inviável.

Considerando os critérios de maior produção de café beneficiado e maior diversidade genética, foram selecionados 10 genótipos pertencentes à variedade Conilon e 10 pertencentes à variedade Robusta para serem utilizadas como matrizes no desenvolvimento de progênies híbridas (Tabela 3).

5 CONCLUSÕES

A técnica de componentes principais mostrou-se adequada para caracterizar a variabilidade genética dos acessos de *C. canephora* das variedades botânicas Conilon e Robusta, destacando-se pela análise simultânea de um número relativamente alto de genótipos.

Os ganhos preditos devem ser interpretados de modo a identificar as matrizes com maior potencial para o desenvolvimento de progênes híbridas, que reúnam as melhores características das variedades botânicas Conilon e Robusta associadas à expressão do vigor do híbrido.

Os genitores selecionados apresentaram alta divergência genética juntamente com uma tendência de agrupamento entre as variedades botânicas Conilon e Robusta.

Os híbridos tendem a agrupar-se com o grupo formado pela variedade Conilon.

REFERÊNCIAS

ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. 2ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1999. 254 p.

ARASHIDA, F.M. Capacidade geral e específica de combinação em couve-flor (*Brassica Oleraceae* var. botrytes) de inverno. (Dissertação de mestrado). Lavras: UFLA, 2014. 49 p.

BERTHAUD J.; **Les ressources génétiques pour l'amélioration des caféiers africains diploïdes. Evaluation de la recherche génétique des populations sylvestres et des mécanismes organisateurs .Consequences pour l'application**, Montpellier: Orstom, 1986, 379 p.

BELAN, L. L.; SILVA, K. G.; TOMAZ, M.A.; JESUS JUNIOR, W.C.; AMARAL, J.A.T. do; AMARAL, J.F.T. do. Aspectos fisiológicos do cafeeiro conilon: uma abordagem sistemática. **Nucleus**, Ituverava, vol.8, n.1, 2011.

BERGO, C.L.; PEREIRA, R.C.A.; SALES, F.de. Avaliação de genótipos de cafeeiros arábica e robusta no Estado do Acre. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 11-16, 2008.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 5.ed. Viçosa: UFV, 2009. 529p.

BRAGANÇA, S.M.; CARVALHO, C.H.S. de; FONSECA, A.F.A da; FERRÃO, R.G. Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, vol. 36, n. 5, p. 765-770, 2001.

BRAGANÇA, S.M.; SILVA, E.B.; MARTINS, A.G.; SANTOS, L.P.; LANI, J.A.; VOLPI, Paulo Sérgio. Resposta do cafeeiro conilon à adubação de npk em sistema de plantio adensado. **Coffee Science**, Lavras, vol. 4, n. 1, p. 67-75, 2009.

BRAUN, H.; ZONTA, J.H.; LIMA, J.S.S.; REIS, E.F. dos. Conilon coffee seedling production at different shading levels. **IDESIA**, Chile, vol. 25, n. 3, p. 85-8951, 2007.

BRUNA, D. E. ; MORETO, A.L.; DALBÓ, M.A. Uso do coeficiente de repetibilidade na seleção de clones de pessegueiro para o litoral sul de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 34. p. 206-215, 2012.

CAMARGO A.P. DE; CAMARGO, M.B.P DE; **Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil**. *Bragantia*. Campinas, 60 (1), p. 65-68, 2001.

CARVALHO, A.D.F. de; SOUZA, J.C. de; RAMALHO, M.A.P.. Capacidade de combinação de progênies parcialmente endogâmicas obtidas de híbridos comerciais de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.3, p.429-437, 2004.

CARVALHO, E. A. M. DE; POZZA, E. A.; JULIATTI, F. C.; MOREIRA, J. C.; PEIXOTO, A. S.; SANTOS, C. M. DOS. Impacto dos diferentes sistemas de irrigação

e lâminas d'água na evolução da ferrugem do cafeeiro. In: Simposio Brasileiro de pesquisa em Cafeicultura Irrigada, Araguari-MG 1. 1998.

CARVALHO, A; MONACO L.C. **Natural cross polination in Coffea arábica. In: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS, 26, BRUSSELS.** Proceedings. Toronto: International Horticultural Congress Society, v. 20, p. 787-804, 1961.

CARVALHO A., MEDINA FILHO, H.P., FAZOULI L.C., GUERREIRO FILHO,O., LIMA,M.M. Aspectos genéticos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Genética.** Ribeirão Preto, v.14, n.1, p.135-183, 1991.

CASTRO, L.A.S.; SILVEIRA, C. A. P. Propagação vegetativa do pessegueiro por alporquia. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, vol. 25, n. 2, p 368-370, 2003.

CASTRIC, V.; VEKEMANS, X. Invited Review: Plant self-incompatibility in natural populations: a critical assessment of recent theoretical and empirical advances. **Molecular Ecology**, v.13, n.10, p.2873-2889, 2004.

CHARRIER A. BERTHAUD J. Botanical Classification of Coffee. In: Clifford MNE, Willson KC **Coffee: botany, biochemistry, and production of beans and beverage.** New York, 1985, p.13-47.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Café, Safra 2013 segunda estimativa, maio/2013.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br> > Acesso em: 15 de jul. de 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de café**. vol. 3, n. 3, Brasília: CONAB, 2016.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 390p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. v.1, 480p.

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

Cruz C.D.; Regazzi AJ; Carneiro P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3ed, Viçosa: Editora UFV, Viçosa, 2014, 560p.

DAVIS, A.P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M.F. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data; implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 167, n. 4, p. 357-377, 2011

FAVARIN, J. L.; NETO, D. D. GARCIA, A.; VILLA NOVA, N. A.; FAVARIN, M. G. G. V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 769-773, 2002.

FERRÃO, R. G.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, A.; CECON, P. R.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; CARNEIRO, P. C. D.; SILVA, M. F. Genetic parameters in Conilon coffee. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 61-69, 2008.

FERRÃO, M.A.G.; FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A. da; VOLPI, P.S.; VERDIN FILHO, A.C.; MIGUEL, G.S. **Caracterização morfoagronômica de café conilon.** VII SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, , ARAXÁ-MG, 2011.

FERRAO, M. A. G; FONSECA, A. F. A. da ; FERRÃO; R. G; VERDIN FILHO,A. C. ; VOLPI, P. S. ORIGEM, DISPERSÃO GEOGRÁFICA, TAXONOMIA E DIVERSIDADE GENETICA DE COFFEA CANEPHORA. In: Ferrão et al (Ed). **Café Conilon.** : **INCAPER**, Vitória. Cap 3. 2007.

FONSECA, A. F.A da; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C.D.; SAKAIYAMA, N.S.; FERRÃO, M.A.G.; FERRÃO, R.G; BRAGANÇA, S.M. Divergência genética em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, vol. 41, n. 4, p.599-605, 2006.

FONSECA, A. F. A. da (Org.); SAKIYAMA, N. S. (Org.); BORÉM, A (Org.). **Café Conilon: do plantio à colheita.** Ed. Viçosa, MG: UFV, 2015.

GUEDES, J.M.; VILELA, D.J.M.; REZENDE, J.C.; SILVA, F.L.; BOTELHO, C.E.; CARVALHO, S. P. Divergência genética entre cafeeiros do germoplasma Maragogipe. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p.127-132, 2013.

IVOGLO, M. G.; FAZUOLI, L. L. C.; OLIVEIRA, A. C. B.; GALLO, P. B.; MISTRO, J. C.; SILVAROLLA, M. B.; BRAGHINI, M.T. **Divergência genética entre progênies de café robusta.** *Bragantia*, v. 67, n. 4, p. 823-831, 2008.

LEROY, T.; MONTAGNON, C.; CILLAS, C.; YAPO.A; CHARMETANT, P.; ESKES, A. B. Reciprocal recorrente selection applied to Coffea canephora Pierre. Genetic gains

of first cycle intergroup crosses. **Euphytica**, Wageningen, v. 95, n 3, p. 347-354, , 1997.

LIVRAMENTO, K. G. Proteomic analysis of coffee grains exposed to different drying process. **Food Chemistry**, v. 221, p. 1874-1882, 2017.

MARCOLAN, A. L. (Org); ESPINDULA, M. (Org); **Café na Amazônia**. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 474.

MARCOLAN, A.L.; et al. **Cultivo dos Cafeeiros Conilon e Robusta para Rondônia**. 3 ed. Porto Velho: Embrapa Rondônia informação tecnológica, 2009, 61 p.

MEIRELES, E. J. L.; CAMARGO, M. B. P. de; PEZZOPANE, J. R. M.; THOMAZIELLO, R. A.; FAHL, J. I.; BARDIN, L.; SANTOS, J. C. F.; JAPIASSÚ, L. B.; GARCIA, A. W. R.; MIGUEL, A. E.; FERREIRA, R. A., **Fenologia do cafeeiro, condições agrometeorológicas e o balanço hídrico do ano agrícola 2004-2005**. Brasília-DF, Embrapa informação tecnológica, 2009.

MELO, B.; SOUSA; L.B. de . Biologia da reprodução de Coffea arábica L. e Coffea canéfora Pierre. **Revista Verde**, Natal. v.6, n.2, p.01-07, 2011.

MENDES, A.N.G. GUIMARAES, P.T.G.; MELLES, C.C.A.; BARTHOLO, G.F. **Estudo do espaçamento entre e dentro de fileiras para as cultivares Catuaí e Mundo Novo**. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrin. Anais..Londrina: IAPAR, p. 300-301,1996.

MONTAGNON C., CUBRY P. ; LEROY T. Amélioration génétique du caféier *Coffea canephora* Pierre: connaissances acquises, stratégies et perspectives. **Cahiers Agricultures n 21**: 2012, p.2-3.

MORAIS, H.; CARAMORI P.H.; KOGUSHI M.S.; RIBEIRO, A.M.A. Escala fenológica detalhada da fase reprodutiva de *Coffea arábica*. **Bragantia**, Campinas, vol. 67 n.1, 2008.

MOURA, W. M. de; LIMA, P. C. de; LOPES, V. S. CARVALHO, C. F. M.; CRUZ, C.D.; OLIVEIRA, A.M. C e; Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de café no cultivo orgânico em Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n 11, p. 1936-1942, 2014.

NASCIMENTO, M.; CRUZ, C.D.; CAMPANA, A.C.M. ; TOMAZ, R.S.ões . Alteração no método centroide de avaliação da adaptabilidade genotípica. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.44, n.3, p.263-269, 2009.

NASCIMENTO, N.; FERREIRA, A. NASCIMENTO A. C. C.; SILVA F. F.; FERREIRA R.D.P; CRUZ C. D. Multiple centroid method to evaluate the adaptability of alfalfa genotypes. **Ceres**, Viçosa, 2015, v. 62, n.1, p. 030-036,

PEZZOPANE, J.R.M.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; THOMAZIELLO, R.A.; CAMARGO, M.B.P. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.499-505, 2003.

RAMALHO, A. R.; ROCHA, R.B.; SOUZA, F.F., VENEZIANO, W. ; TEIXEIRA, A.L..
Progresso genético da produtividade de café beneficiado com a seleção de clones
de cafeeiro 'Conilon'. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v. 47, n. 3, p. 516-
523, jul-set, 2016.

RESENDE, M.D.V. de. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no
melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 561p.

RESENDE M.D.V.; DUARTE J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos
de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical n 37**: 2007.182-194p.

RICCI, M. D. S. F.; COSTA, J. R.; OLIVEIRA, N. G. D. Utilização de componentes
principais para analisar o comportamento do cafeeiro a pleno sol e sombreado.
Coffee Science, Lavras, v. 6, n. 1, p. 44- 54, jan. 2011.

RICCI, M.S.F.; JUNIOR, D.G.C.; ALMEIDA, F.F.D. de. Condições microclimáticas
fenologia e morfologia externa de cafeeiros em sistemas arborizados e a pleno sol.
Coffee Science, Lavras, vol. 8, n. 3, p. 379-388, 2013.

ROCHA, R. B.; MURO-ABAD, J. I.; ARAÚJO, E. F.; CRUZ, C. D. Utilização do
método centróide para estudo da estabilidade e adaptabilidade ao ambiente.
Ciência Florestal, v. 15, p. 255-266, 2005.

ROCHA R.B., VIEIRA D. S., RAMALHO A.R., TEIXEIRA A.L, Caracterização e uso da variabilidade genética de germoplasma de *coffea canephora* pierre ex froehner . **Science**, Lavras, v. 8, n. 4, p. 478-485 out./dez. 2013.

ROCHA, R.B.; RAMALHO, A.R.; TEIXEIRA, A.L.; SOUZA, F.F.; CRUZ, C.D. Adaptabilidade e estabilidade da produção de café beneficiado em *Coffea canéfora*. **Ciência Rural**, Santa Maria, vol. 45, n. 9, p. 1531-1536, 2015.

RODRIGUES, W.N., TOMAZ M.A., FERRÃO R.G., FERRÃO M.A.G., FONSECA A. F. A., MIRANDA F. D. Estimativa de parâmetros genéticos de grupos de clones de café conilon. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 177-186, maio/ago. 2012.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL DE RONDÔNIA – SEDAM; MONITORAMENTO DE ENCHENTES DA EQUIPE GESTORADA SEDAM – RONDÔNIA. Porto Velho: 2016.

SEVERINO, L.S.; SAKIYAMA, N.S.; PEREIRA, A.A., MIRANDA, G.V., ZAMBOLIN, L.V.; BARROS, U.V.. Associações da produtividade com outras características agronômicas de café (*Coffea arabica* L. “Catimor”). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1467-1471, 2002

SILVA, F.L. da; BAFFA, D.C.F.; REZENDE, J.C. de; OLIVEIRA, A.C.B.; PEREIRA, Antonio Alves; CRUZ, C.D.. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 20 – 27, 2015.

SOUZA, F.F.; SANTOS J. C. F; COSTA, J. N. M. ; SANTOS M. M.; . **Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia informação tecnológica, 2004, 21 p.

SOUZA, J. C.; SILVA, R. A.; REIS, P. R.; MARTINS, C. P.; TOLEDO, M. A.; MARAFELLI, P. P.; ALVES, J. P. **Broca-do-café e controle químico**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2013. 5 p..

SUNARHARUM, W.B.; WILLIAMS, D.J.; SMYTH, H.E. Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. **Food Research International**, v. 62, p. 315-325, 2014.

TEIXEIRA, A.L.; GONÇALVES, F.M.A.; REZENDE, J.C. de; ROCHA, R.B.; PEREIRA, A.A. Principais caracteres morfológicos de café arábica em estágio juvenil. **Coffee Science**, Lavras, vol. 8, n. 2, p. 205-210, 2013.

VENEZIANO, W. **Avaliação de progênies de cafeeiros (*Coffea canephora* Pierre ex. Froehiner) em Rondônia**. 1993. 73f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1993.

VENEZIANO, W. **Recomendação técnica de adubação e calagem para cafeeiros conilon (*Coffea canephora*) em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2000. 7p. (Embrapa Rondônia. Circular Técnica, 62).

VENEZIANO, W.; FAZUOLI, L. C. **Avaliação de cultivares de cafeeiros robusta (*Coffea canephora*) em Rondônia**. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO

BRASIL, 1, Poços de Caldas, 2000. Anais. Brasília: Embrapa Café/ Minasplan, 2000.
p.459-461.