



ALI ROMERO GURDIAN

**OCURRENCIA DE *Cercospora coffeicola* Y *Hemileia vastatrix* EN
PROGENIES DE BIG COFFEE VL (*Coffea arabica*)**

**LAVRAS-MG
2020**

ALI ROMERO GURDIAN

**OCURRENCIA DE *Cercospora coffeicola* Y *Hemileia vastatrix* EN PROGENIES DE
BIG COFFEE VL (*Coffea arabica*)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Samuel Pereira de Carvalho
Orientador

**LAVRAS-MG
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Romero Gurdian, Ali.

Ocurrencia de *Cercospora coffeicola* y *Hemileia vastatrix* en
progenies de Big Coffee VL (*Coffea arabica*) / Ali Romero
Gurdian. - 2020.

54 p.

Orientador(a): Samuel Pereira de Carvalho.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2020.

Bibliografia.

1. Progênies. 2. Ocorrência. 3. Hemileia vastatrix. I. Pereira de
Carvalho, Samuel. II. Título.

ALI ROMERO GURDIAN

**OCURRENCIA DE *Cercospora coffeicola* Y *Hemileia vastatrix* EN PROGENIES DE
BIG COFFEE VL (*Coffea arabica*)**

**OCCURRENCE OF *Cercospora coffeicola* AND *Hemileia vastatrix* IN PROGENIES OF
BIG COFFEE VL (*Coffea arabica*)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 12 novembro de 2020

Dr. Rubens José Guimarães	UFLA
Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes	UFLA
Dr. Paulo Eduardo Ribeiro Marchiori	UFLA
Dr. Gustavo Alvares Velasquez	UNAH

Prof. Dr. Samuel Pereira de Carvalho
Orientador

**LAVRAS-MG
2020**

A mi padre: Marcos Sergio Romero Hernández, (*in memoriam*), la nobleza personalizada en este ilustre señor que Diosito me puso por padre y que supo guiar mi camino en toda mi vida. ¡Sigue siendo mi referencia en todo lo que hago en ti me refugio en todo momento! A mi Madre Lilliam Gurdian, por acompañarme con sus llamadas por teléfono. Por el amor y la paciencia en esta etapa de mi vida ...

GRACIAS

AGRADECIMIENTOS

A Dios, fuente inagotable de sabiduría, inspiración y amor gracias señor por iluminar mi camino.

A la Universidad Federal de Lavras (UFLA), Decano de Postgrados y Departamento de Agricultura, quienes a través de sus profesores me brindaron una educación de calidad y la oportunidad de completar un grado académico más.

El presente estudio fue financiado con el apoyo de la Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior - Brasil (CAPES) - gracias por el otorgamiento de la beca.

Al profesor Samuel Pereira de Carvalho, por el apoyo y la amistad establecidos durante este tiempo de la orientación. Quien oriento en todo momento la investigación, no solo por la valiosa orientación, sino por la amistad y dedicación que presentó en esta etapa de mi vida.

A los profesores: Rubens José Guimarães, Antônio Nazareno Guimarães Mendes, Virgilio Anastácio Silva, Paulo Eduardo Ribeiro Marchiori, por su apoyo, enseñanzas y valiosos aportes.

Al investigador y estudiante de Doctorado: Cassio Pereira Honda Filho, eternamente gracias por su amistad y especialmente por la valiosa ayuda en la realización de este trabajo., mi más sincero agradecimiento, por su valiosa dedicación a este programa.

A la secretaria del Programa de Posgrado en Fitotecnia, Marli, por su paciencia, asistencia y sobre todo su amistad.

Al Departamento de Relaciones Internacionales de la UFLA, especialmente al Dr Chalfoun, Joyce y su equipo de trabajo. Gracias

A la Facultad de Medicina Humana de la UFLA; mis queridas y apreciadas amigas, Cintia Aparecida, Katia Poles muchísimas gracias por sus valiosas atenciones. GRACIAS.

Infinitamente mis agradecimientos al equipo de médicos y enfermeras de las Santa Casa de la Misericordia de Lavras. Especialmente a los Doctores, Loanna, Marcelo Canaán, Jeyci Ana, Taiz

A mis amigos; Marlon, Favio, Mónica, Betsy, Cristina, Higor, Leónidas, Anthony, el Guirro, Yoni, José Bonett, Remedios, Débora, Jeymi, Lermen, Carlos Sánchez, Leonel, al señor del Taxi Joel, son tantos que no me alcanzan las palabras para agradecerles, por su amistad y compañerismo. Perdón y disculpas por omitir algunos nombres que me falten. MIL GRACIAS.

Ahora quiero hacer un especial reconocimiento a mi familia a mi querida y apreciada esposa Doña Leonor Olivas Valdivia, Te amo mi amor. A esa noble mujer que me acompaño

en momentos difíciles, sin tu apoyo hubiera sido traumático y difícil mi recuperación. A lo más lindo del mundo mis hijas; Tita linda, Dianita, Carlita preciosa mi Dra, a mi futura Ing, Alondra Esmeralda Lolita, Mis tesoros Aliana, al joven Joao, preciosos mis amores.

Un especial reconocimiento también a mis queridos hermanos y hermanas y a sus familias, Dios les Bendiga donde estén.

Me gustaría agradecer a todos los que de alguna manera contribuyeron directa o indirectamente a la culminación de este trabajo.

RESUMO

O estudo foi realizado em uma área do Departamento de Agricultura (21° 14'43 "S e 44° 59'59" W, a 919 metros acima do nível do mar, na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram avaliadas progênies da cultivar *Big Coffee* VL (*Coffea arabica* L.), de Piumhi-Minas Gerais-Brasil, (2019, 2020). As progênies são classificadas por tamanho de grão (Grande, Médio e Pequeno). Foram avaliadas a Idéiade *Cercospora coffeicola* e *Hemileia vastatrix*, das progênies *Big Coffee* VL. O modelo estatístico foi o de Blocos Casualizados (DBC) com parcelas subdivididas no tempo, com avaliações ao longo do tempo. A parcela principal foi constituída pelas 2300 plantas e as subparcelas os seis genótipos por progênie. A análise de variância foi realizada para a ocorrência de *Hemileia vastatrix* e *Cercospora coffeicola*, com transformação de dados: raiz ($x + 1$). Os genótipos tiveram uma variação significativa para o teste F. Isso significa que, dependendo das condições climáticas (temperaturas e chuvas), os genótipos tiveram um comportamento diferente, o que é interessante em um programa de melhoramento genético. Os coeficientes de variação são bons. Em geral, quando estão abaixo de 30%, é uma faixa aceitável. a menor incidência de *Hemileia vastatrix*, o teste estatístico de médias de Scot-Knott ($<0,05$) agrupou os resultados de Idéia em grupos: o grupo "a" (genótipo 9) apresenta o maior valor, grupo "b" (genótipos 4,6,7,8,12,16, 17 e 18), apresentou valores intermediários enquanto que o grupo "c" (genótipos 1, 2, 3 , 5, 10, 11, 13,14 e 15) agrupou valores de Idéia mais baixos de *Hemileia vastatrix*. As progênies P tendem a apresentar maiores valores médios para *Hemileia vastatrix*. Para *Cercospora coffeicola*, o grupo "a", (1, 2, 4, 8, 10 , 12 e 16), e o grupo "b"; (3, 5, 6, 7, 11, 13, 14, 15, 17 e 18), apresentaram valores intermediários. Os grupos, formados por genótipos seguidos da mesma letra, são homogêneos internamente, mas diferentes entre si. A partir das progênies avaliadas é possível selecionar plantas com tolerância a *Hemileia vastatrix* e *Cercospora coffeicola*. O genótipo 5 (M-20) foi encontrado entre os melhores para *Hemileia vastatrix* e *Cercospora coffeicola*. Os genótipos 5 (M-20) e 7 (G-12) apresentaram menor incidência de *Cercospora coffeicola* podendo ser considerado um bom material para melhoramento genético. Esses materiais podem ser interessantes na busca de tolerância múltipla a *Hemileia vastatrix* e *Cercospora coffeicola*.

Palavras-Chave: Progênies, *Hemileia vastatrix*, *Cercospora coffeicola*, Ocorrência.

ABSTRACT

The study was carried out in an area of the Agriculture Department (21°14'43 "S and 44 ° 59'59" W, 919 meters above sea level, at the Federal University of Lavras (UFLA). progenies were evaluated of the *Big Coffee* VL variety (*Coffea arabica* L.), from Piumhi-Minas Gerais-Brazil, (2019, 2020). The progenies are classified by grain size (Large, Medium and Small). The Idea of *Cercospora coffeicola* and *Hemileia vastatrix*, from the *Big Coffee* VL progenies, were evaluated. The statistical model was the Randomized Blocks (DBC) with split-plots on time, with assessments over time. The main plot was the 108 plants and the subplots the six genotypes per progeny. The analysis of variance was performed for the Idea of, *Hemileia vastatrix* and *Cercospora coffeicola*, with data transformation: root ($x + 1$). The genotypes had a significant variation for the F test. This means that, depending on climatic conditions (temperatures and rainfall), the genotypes behaved differently, which is interesting in a breeding program. The variation coefficients are good. In general, when they are below 30 %, it is an acceptable range. For *Hemileia vastatrix*, the Scott-Knott mean test (<0.05) grouped the Idea results into groups: group "a" (genotype 9) has the highest value, group "b" (genotypes 4,6 , 7,8,12,16, 17 and 18), presented intermediate values while group "c" (genotypes 1, 2, 3, 5, 10, 11, 13,14 and 15) show lower Idea values of *Hemileia vastatrix*. "P" progenies tend to have higher mean values for *Hemileia vastatrix*. For *Cercospora coffeicola*, group "a", (1, 2, 4, 8, 10, 12 and 16), and group "b"; (3, 5, 6, 7, 11, 13, 14, 15, 17 and 18), presented intermediate values. The groups were formed by genotypes followed by the same letter, so that each group is the same, but different from the others. From the evaluated progenies it is possible to select *Hemileia vastatrix* and *Cercospora coffeicola* tolerant plants. Genotype 5 (M-20) was found among the best for *Hemileia vastatrix* and *Cercospora coffeicola* resistance. Genotypes 5 (M-20) and 7 (G-12) showed lower Idea of *Cercospora coffeicola* and can be considered a good material for genetic improvement. These materials may be interesting in the search for multiple tolerances to *Hemileia vastatrix* and *Cercospora coffeicola*.

Keywords: Progenies. *Coffee leaf rust*. *Cercospora*. *Ocurrency*.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 - Presenta la descripción de las progenies evaluadas de <i>Big Coffee</i> VL.....	27
Tabla 2 - Análisis de varianza en la Ocurrencia de (<i>Hemileia vastatrix</i> , Berk & Broom y <i>Cercospora coffeicola</i> en progenies de <i>Big Coffee</i> VL (Datos transformados: (raíz x + 1).....	32
Tabla 3 - Comparación de pruebas de media (Scott-Knott < 0.05%), en la Ocurrencia de <i>Hemileia. vastatrix</i> y <i>Cercospora coffeicola</i> en progenies de <i>Big Coffee</i> VL.....	33
Tabla 4 - Prueba de promedios – Evaluaciones en la Ocurrencia en el tiempo de <i>Hemileia vastatrix</i> y <i>Cercospora coffeicola</i> en progenies de <i>Big Coffee</i> VL abril 2019 a abril 2020.....	34
Tabla 5 - Evaluación en la ocurrencia de <i>Hemileia vastatrix</i> , Berk & Br en progenies de <i>Big Coffee</i> V. L de abril 2019 - abril 2020. Médias seguidas por las mismas letras mayúsculas en la horizontal y minúscula en la vertical constituyen un grupo estadísticamente homogéneo según la prueba de Scott-Knott (p <0.05).....	36
Tabla 6 - Evaluación en la ocurrencia de <i>Cercospora coffeicola</i> en las progenies de <i>Big Coffee</i> VL evaluación, temporada. De abril. 2019 -2020. Medias seguidas por las mismas letras mayúsculas en la horizontal y las minúsculas en la vertical constituyen un grupo estadísticamente homogéneo según la prueba de Scott-Knott (p <0.05).....	38
Tabla 7 - Clasificación de los genotipos en la Ocurrencia a: <i>Hemileia vastatrix</i> y <i>Cercospora coffeicola</i> . Para ambas enfermedades simultáneamente considerando la suma del índice de selección en progenies de <i>Big Coffee</i> VL.....	46

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Datos de temperatura máxima (TMAX), promedio (TMED), mínimo (TMIN) (°C), luz solar (horas. día-1) (A), humedad relativa (%) y precipitación mensual (mm) (B) área climatológica de Lavras desde diciembre / 2018 hasta marzo / 2020. Lavras-MG, 2020.....15
- Figura 2 - Escala diagramática, para la evaluación en la Ocurrencia de (*Hemileia vastatrix*), (*Coffea arabica* L. 2018 en progenies de *Big Coffee* VL.....28
- Figura 3 - Escala Diagramática, para la evaluación en la Ocurrencia de: (*Cercospora coffeicola*), (*Coffea arabica* L. 2018 en progenies de *Big Coffee* VL.....30
- Figura 4 - Progreso en la ocurrencia de *Hemileia vastatrix* en progenies de *Big Coffee*, periodo (abril 2019 a abril 2020).....40
- Figura 5 - Progreso, en la ocurrencia de *Hemileia vastatrix*. de manera general en progenies *Big Coffee* de (abril 2019 a abril 2020).....42
- Figura 6 - Progreso en la ocurrencia de *Cercospora coffeicola* en progenies de *Big Coffee* de (abril 2019 a abril 2020).....44

SUMÁRIO

1	INTRODUCCIÓN	13
2	MARCO TEORICO.....	14
2.1	ASPECTOS GENERALES DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CAFÉ	17
2.2	PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LA CAFICULTURA	18
2.3	LA ROYA ANARANJADA DEL CAFÉ (<i>Hemileia vastatrix</i>).....	18
2.5	LA MANCHA DE HIERRO DEL CAFÉ (<i>Cercospora coffeicola</i> BERK & COOKE).....	21
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1	UNIDAD DE MUESTREO ROYA DEL CAFÉ (<i>Hemileia vastatrix</i>).....	27
3.2	UNIDAD DE MUESTREO PARA LA CERCOSPORIOSE (<i>Cercospora coffeicola</i>).....	29
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	31
5	CONCLUSIONES	47
	REFERENCIAS	48

1 INTRODUCCIÓN

Brasil es el primer país productor de café del mundo de (*Coffea arabica* L.) y el segundo productor de Robusta (*Coffea Canephora* Pierre). La roya del cafeto es causada por el Hongo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. Es considerada como la principal enfermedad del café a nivel mundial, (SOUZA, 2015). En Brasil, la roya del café fue descubierta por primera vez en 1970, en la actualidad está presente en todas las regiones productoras de café del país, causando daños que van en promedio del 35 al 50% en la productividad. A partir del año 2008, los brotes de la roya comenzaron a causar graves pérdidas en Colombia, y condujo una caída (temporal) del 31%, aunque la productividad se ha comenzado a recuperarse, (AVELINO et al., 2015).

Baker (2014), ha proporcionado excelentes descripciones de la roya, vincula el desarrollo histórico de la roya del café, con la evolución histórica de la industria mundial del café. De acuerdo el mismo autor, las principales condiciones climáticas que favorecen el desarrollo de la enfermedad son: alta humedad relativa, temperatura moderada entre los 18 ° C y 25 °C. Se Puede presentar con gran intensidad después de períodos lluviosos seguidos de verano, causando defoliación en plantas en producción y plántulas en viveros y en producción.

En 1989, en un área de café de la variedad Mundo Novo (Acaíá IAC - 474 - 19), en el Medio Oeste de Minas Gerais- Brasil, en la ciudad de Capitolio-MG, se encontró un cafeto que se destacó de los demás, posiblemente debido a una mutación, presentando hojas y frutos grandes en comparación con los cafetos convencionales, se recolectaron semillas en esta plantación de café y plantada en Piumhí, MG. En esta plantación se observó que había segregación entre plantas, principalmente por tamaño de fruto, tamaño de hoja y plantas.

Basado en estas características, se propuso una clasificación llamada "*Pequeña*", "*Mediana*" y "*Grande*". Las progenies denominadas "Grandes" eran idénticas a la planta original, presentando frutos y hojas más grandes, además de ser más altos. Las progenies llamadas "pequeños" eran más bajos con frutos y hojas más pequeños, pero los frutos en la progenie de esta clasificación fueron más altas que las encontradas en cafetos convencionales. Las progenies llamadas "medianas" presentan características intermedias, además de segregarse en "Grande" y "Pequeño" en dos generaciones de selección empírica.

El cafeto original fue nombrado "*Big Coffee VL*" para enfatizar la principal característica en la presencia de frutos grandes, y el "*VL*" proviene del nombre Larga Vista que es una granja

administrado por el descubridor de esta planta, el ingeniero agrónomo Florêncio Feio de Freitas Filho.

En el año 2011 se recolectaron semillas de las progenies "*Big Coffee VL*" y se inició un programa de mejoramiento de café de grano grande en la Universidad Federal de Lavras (UFLA). En febrero de 2012 se instaló un experimento en el Departamento de Café del Departamento de Agricultura de esta universidad, con 100 progenies del Café Big Coffee VL de Piumhí, MG. Siendo 32 progenies clasificadas como "Grande", 36 progenies como "Mediano" y 32 progenies como "Pequeño". Las progenies más importantes son evaluadas anualmente: en rendimiento, número de ramas, altura de planta, vigor vegetativo y la incidencia a *H. vastatrix*, *Cercospora coffeicola*.

Mediante el presente trabajo de investigación se podrá conocer el comportamiento de las variables en evaluación, para contribuir al proceso de validación en el manejo del material genético del café, *Big Coffee VL (Coffea arabica L.)*. Los resultados obtenidos en el presente estudio podrán utilizarse como insumo para diseñar una estrategia de manejo de la roya (*Hemileia vastatrix*), mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), en el cultivar *Big Coffee VL (Coffea arabica L.)*,

2 MARCO TEORICO

De acuerdo con Fischer, Worring y Robkamp (2001), para el cultivo de (*Coffea arabica L.*), se consideran un rango altitudinal de 400 a 2000 msnm. Sin embargo, para obtener la mejor calidad este requiere de altitudes entre los 1200 a 2000 msnm, dependiendo de la latitud (trópico o subtropical). Condiciones climáticas adecuadas de temperatura anual deben estar entre los 17 y 23 °C, la precipitación entre 1600 y 2800 mm, con una distribución anual mínima entre 145 y 245 días, dependiendo de la latitud, con semi sombra y suficiente humedad, propiciada por especies arbóreas. Se necesitan, en preferencia, suelos con buen drenaje, profundos, ricos en nutrientes (especialmente potasio y materia orgánica), con textura franca, con el fin de obtener producciones de mejor calidad, (FNC, 2008).

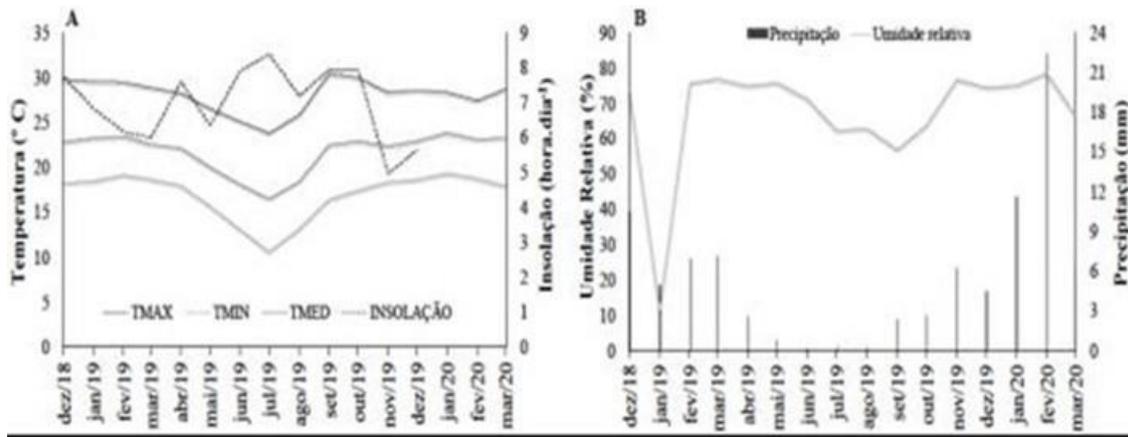


Figura 1 - Datos de temperatura máxima (TMAX), promedio (TMED), mínimo (TMIN) (°C), luz solar (horas. día⁻¹) (A), humedad relativa (%) y precipitación mensual (mm) (B) área climatológica de Lavras desde diciembre / 2018 hasta marzo / 2020. Lavras-MG, 2020.

En Brasil, el cultivo de café tiene una gran relevancia, para su economía ya que el país es el mayor productor y exportador de café (USDA, 2019). Se estima una producción de 62.02 millones de sacos de 60 kg de café para el año 2020, en un área de 2.16 millones de hectáreas, siendo el estado de Minas Gerais la principal región productora, con 1.22 millones de hectáreas ocupadas con *café arabica*. Aproximadamente el 72% del área nacional es cultivada con la especie *Coffea arabica*, (CONAB, 2020).

El desarrollo del café en la economía brasileña hace más sostenible la rentabilidad del productor. Así como su permanencia en la actividad, depende de los sistemas y de las condiciones de cultivo ya que son estables y proporcionan mayor perennidad al cultivo. Variedades con características productivas y con condiciones de adaptabilidad a cada sistema y con tolerancia al complejo patogénico entre los principales componentes de la sostenibilidad de la cultura cafetalera.

Las condiciones bajo las cuales se cultiva *Coffea arabica* L. en Brasil son de temperaturas anuales promedios inferiores a 21°C o 22°C, con cultivares de *Coffea canephora* Pierre cultivados en regiones más cálidas con una temperatura anual promedio de 23 °C a 24.5 °C. Sin embargo, la forestación y el riego pueden ayudar a adaptarse a condiciones ambientales. En cuanto a las precipitaciones, el cultivo de la especie *Coffea arabica* L. debe realizarse en lugares con déficit hídricos inferiores a 100-150 mm, ya que se recomienda el riego por encima de estos valores. La especie *Coffea canephora* Pierre, tolera déficits de agua de hasta 200–300 mm, (MATIELLO, 2007).

Los cultivares que se cultivan en Brasil, como Catuaí y Mundo Novo, todavía representa la mayor parte de café de la especie *Coffea arabica* L, (CARVALHO et al., 2006, 2009). Ya que poseen un alto potencial productivo, alto vigor vegetativo y excelente calidad de la bebida, estos cultivares tienen amplia adaptabilidad y estabilidad fenotípico en varias regiones cafeteras del país (ANDRADE et al., 2013; BOTELHO et al., 2010). Sin embargo, estos materiales genéticos son susceptibles a la roya del café causada por el hongo *Hemileia vastatrix* Berk. Br. Actualmente este patógeno es el principal problema fitosanitario del cafeto, causando graves daños económicos al café, (BARBOSA; SOUZA; BRITO et al., 2010; REZENDE et al., 2013; SILVA et al., 2006).

El desarrollo de cultivares resistentes, y/o tolerantes a las plagas y enfermedades tiene un papel importante para aumentar la productividad y en la disminución de los costos de producción. Aunque hay fungicidas para el control de la roya del café, la aplicación puede no ser eficiente en el uso de cultivares tolerantes ya que es el método de control más eficiente y de menor costo, además de evitar la contaminación ambiental y proteger la salud de los trabajadores, (CORREA; MENDES; BARTHOLO, 2006).

Aunque ya hay cultivares con tolerancia, se requiere de trabajo continuo para seleccionar mejores progenies, la durabilidad de la resistencia del cultivar es difícil de predecir, con algunos ya superados por nuevas razas del hongo, (ZAMBOLIM; VALE; 2005).

En este contexto, además de la roya del café se hace necesario el estudio y la importancia de comprobar la incidencia de otras enfermedades, como la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), en diferentes cafetales con tolerancia a la roya del café, con el objetivo de conciliar cultivares con buena productividad, y resistencia a la roya del café y menor incidencia de *Cercospora coffeicola*.

La Cercosporiose, es una enfermedad que ha aumentado su incidencia en el café en los últimos años. Además de los cambios climáticos previstos, el cultivo de café en zonas altas y con variedades más productivas, ha favorecido la ocurrencia de esta enfermedad que está estrechamente relacionada con la nutrición vegetal. La enfermedad es causada por hongo *Cercospora coffeicola* (BERK. & Cooke) y está muy extendida en todas las regiones cafetaleras en el mundo. La *Cercospora coffeicola*, llamada mancha de hierro, esta enfermedad tiene una amplia distribución geográfica, y actualmente, muestra agresividad en las zonas cafetaleras, (ZAMBOLIM, 2007).

De esta manera, programas de mejoramiento deben de encaminar a una mejora más dinámica y continua para poner a disposición de los productores nuevos cultivares con genes de tolerancia, que constituyen barreras, para las principales enfermedades que atacan a los

cafetos. Tener ventajas adicionales el cultivo reúne una serie de fenotipos favorables para el interés del mercado y de los productores, (CUCOLOTTO et al., 2007).

2.1 ASPECTOS GENERALES DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CAFÉ

En los programas de Mejoramiento genético del café se busca resistencia y/o tolerancia a las plagas y enfermedades, así como la productividad y la calidad de la taza. FERREIRA et al., 2005). Sugiere que una de estas cualidades puede ser el tamaño de los granos, orientado a los cafés especiales para su uso en cafés expéress. La obtención de granos grandes de café permite un mayor valor agregado al producto, por la preferencia de algunos países importadores, además de la calidad en la bebida, un café de exportación estándar se debe clasificar por tamaño de grano (OLIVEIRA, 1997; FERREIRA et al. 2013).

Cafés con estas características tienen una gran similitud con la variedad *Maragogipe* (MÓNACO, 1960), pero presentan menor rendimiento productivo con relación a otras variedades. Por lo tanto, una alternativa para aumentar el tamaño de grano es a través de un proceso de mejoramiento de *Big Coffee VL* (*Coffea arabica L.*).

Estudios indican que la selección de progenie agrónomicamente iguales podría destacarse en la mejora de la calidad de un cultivar. Por lo tanto, es importante resaltar que estas progenies tienen gran potencial para la continuación de este y otros programas de mejoramiento por el tamaño de grano

El objetivo del Departamento de Agricultura de la UFLA con *Big Coffee VL*, es crear un cultivar de café de grano grande de mayor productividad, y otras características de interés agrónómico, aún se encuentra en la fase de evaluaciones, con una primera cosecha en el año 2014.

Las evaluaciones preliminares dan una tendencia a la existencia de variabilidad genética entre progenies del cultivar *Big Coffee VL*, que se pueden explorar en otros estudios de mejoramiento genético. Las progenies de *Big Coffee VL* tienen un comportamiento agrónómico diferenciado la identificación temprana y la selección de aquellas progenies prometedoras son los objetivos del programa de mejoramiento.

2.2 PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LA CAFICULTURA

La presencia y severidad de una enfermedad es el producto de las interacciones entre un ambiente favorable, un hospedero susceptible, un parásito agresivo y la intervención del productor (Manejo), (ZADOKS y SCHEIN, 1979). Dentro del ambiente, está el físico el ambiente biológico, como la flora y fauna benéficas (ALTIERI et al., 1982). Entre las prácticas del productor, el manejo de la sombra es especialmente importante, en el tipo de manejo.

El efecto de la radiación solar puede manifestarse aún dentro de la misma planta; la roya (*Hemileia vastatrix*) prospera mejor en las ramas inferiores, donde hay menos luz, así como más inóculo residual (AVELINO et al 2006.). Al contrario, la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) se desarrolla mejor en bandolas del estrato alto que reciben mayor cantidad de radiación solar. El hongo *Lecanicillium lecanii*, que regula de forma natural a los inóculos de roya en café, crece mejor bajo condiciones de alta humedad y sombra, pero no tiene respuesta específica a la cantidad de luz (GUHARAY et al. 2001).

Samayoa y Sánchez (2000) evaluaron importantes efectos de la sombra en la incidencia de enfermedades, encontrando menores niveles de incidencia de mancha de hierro (*C. coffeicola*), en cafetales bajo manejo orgánico; sin embargo, el ojo de gallo (*M. citricolor*), fue ligeramente mayor (aunque no limitante) bajo manejo orgánico que bajo manejo convencional. Roya (*H. vastatrix*), y otras enfermedades fueron menos incidentes y no presentaron diferencias entre manejos.

Ellos concluyeron que la sombra debe mantenerse en un nivel que reduzca el daño de mancha de hierro pero que no incremente los daños causados por ojo de gallo, (*M. citricolor*). La roya (*H. vastatrix*), y mancha de hierro, (*M. citricolor*), no cuentan con hospederos alternos, mientras que los hongos que causan antracnosis, (*Colletotrichum spp*), mal de hilachas (*Corticium koleroga*), tienen muchos hospederos alternos y dispersos dentro de los cafetales y sus alrededores (SCHROTH et al., 2000).

2.3 LA ROYA ANARANJADA DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix*)

La roya anaranjada del café fue reportada formalmente por primera vez en el año de 1869 en una plantación de la isla asiática de Ceilán (*hoy Sri Lanka*).” Sin embargo, el hongo posiblemente se originó en África Central, donde el *Coffea arabica* se diversificó. La roya fue probablemente introducida accidentalmente a Ceilán desde África Central (BUTLER 1978). A Brasil la roya anaranjada del café llegó en 1970 al estado de Bahía, llevada por los vientos

alios de África del Oeste (BOWDEN et al. 1971). “Posteriormente, en menos de 20 años la roya se hizo presente en todos los países latinoamericanos productores de café”.

La roya es un hongo de la clase *Basidiomycetes*, del género *Hemileia* (que significa mitad liso por la característica de las uredosporas), presenta ocasionalmente teliosporas y basiodiosporas, siendo la principal forma de reproducción uredosporas. “La roya es un parásito obligatorio que afecta hojas vivas de las especies de género *Coffea*. De las especies cultivadas la *C. arabica* es la más afectada. Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen en el envés de la hoja, donde penetra el hongo, consistentes en pequeñas lesiones amarillentas que con el tiempo se vuelven coalescentes y producen uredosporas con un color anaranjado característico” (AVELINO et al. 2004).

En la actualidad no se ha reportado ningún hospedero alternativo de la roya, sin embargo, el hecho que las basiodiosporas sí germinen sobre el cafeto, pero no logren infectarlo, indica que el hongo probablemente necesite otro hospedero para completar su ciclo, por lo cual se considera a la roya como heteroica (AVELINO et al. 2016).

Básicamente, el ciclo de vida de un hongo Fito patógeno puede dividirse en las etapas siguientes: diseminación, germinación, penetración, colonización y esporulación. La diseminación se divide en liberación (la propágula se desprende), dispersión y deposición sobre los órganos por infectar. La germinación constituye el inicio del proceso infeccioso. Cuando se da la penetración del hongo, empiezan a establecerse relaciones tróficas entre el hongo y el hospedero. La colonización del órgano infectado lleva a la formación de los primeros síntomas visuales. El periodo comprendido entre el inicio de la germinación y la expresión de los primeros síntomas, constituye el periodo de incubación (no se ha producido ninguna entidad infecciosa nueva) (AVELINO et al. 2016).

La emergencia posterior de nuevas propágulas infecciosas, constituye la etapa de la esporulación. El tiempo transcurrido entre el inicio de la germinación y la esporulación (periodo de latencia), representa la variable más importante. “*Cuanto más corto sea este, más rápido podrá repetirse el ciclo y más grave será la epidemia*” (AVELINO et al. 2004).

Es admitido generalmente que la liberación de uredosporas solamente es posible en presencia de agua líquida (NUTMAN et al. 1960). Una vez desprendidas, estas pueden viajar de diferentes formas: a pequeñas distancias a través de las salpicaduras provocadas por la lluvia (NUTMAN et al. 1960; RAYNER 1961; BOCK 1962; NUTMAN y ROBERTS 1963), a pequeñas y medianas distancias por los insectos (CROWE 1963; AMANTE et al. 1971).

Cuando en el haz de la hoja es normalmente alcanzada por las lluvias, transportan las esporas hacia el envés de las hojas (RAYNER 1961; BOCK 1962; NUTMAN y ROBERTS

1963), aunque si las lluvias son muy violentas, estas pueden eliminar las esporas por lavado (KUSHALAPPA 1989 b).

Durante el transporte por el viento, la viabilidad de las uredosporas puede verse afectada por el secamiento y las bajas temperaturas (KUSHALAPPA 1989 b), después de la deposición por una mojadura insuficiente para completar la germinación (BOCK 1962; NUTMAN y ROBERTS, 1963), o una exposición prolongada a los rayos del sol (KUSHALAPPA, 1989). La eficiencia contaminadora óptima es alcanzada cuando se tienen de 15 a 30 esporas por cm² de hoja (BOCK 1962). Las condiciones óptimas para la germinación son bien conocidas: temperatura de 22 °C (NUTMAN y ROBERTS, 1963) a 23 °C (AKUTSU, 1981), oscuridad (RAYNER 1961; NUTMAN Y ROBERTS, 1963), agua líquida durante todo el proceso hasta la penetración (RAYNER 1961, NUTMAN Y ROBERTS, 1963; KUSHALAPPA et al., 1984).

La germinación puede ocurrir en un tiempo de 5 horas y con mayor frecuencia por la noche (RAYNER, 1961), aunque también podría realizarse de día en cafetales cultivados bajo sombra y/o con una auto sombra miento importante (NUTMAN y ROBERTS, 1963). La formación de un apresorio sobre la estoma parece necesaria para que se realice la penetración (6 horas). Temperaturas frescas entre 14 °C y 16 °C son favorables a esta formación” (DE JONG et al., 1987).

La penetración del hongo se efectúa por una estoma bien formada. Lo anterior permite explicar que las hojas muy jóvenes cuya maduración de las estomas es incompleta son menos receptivas que las hojas adultas (KUSHALAPPA, 1989). Al contrario, algunos factores de estrés como una fuerte intensidad lumínica, antes de la depositación (acompañada de una fuerte temperatura) (ESKES, 1982), o una gran carga de frutos (ESKES Y SOUZA, 1981), aumentan la predisposición de las hojas a la infección por roya es siempre latente.

De acuerdo a Hoogstraten et al. (1983), después de la penetración se establecen las relaciones tróficas entre el hongo y la planta. Por otro lado, Ribeiro et al. (1978) dice que las resistencias genéticas, el potencial hídrico del suelo y la temperatura de la hoja la cual, al sol, puede superar en 10 °C o más la temperatura del aire (BUTLER, 1977), son factores que actúan sobre la colonización de la hoja por el hongo, (MCCAIN y HENNEN, 1984), han descrito con precisión las diferentes etapas que siguen la penetración. Se forman hifas intercelulares pioneras, posterior alimenticias y colonizadoras.

De las hifas nacen haustorios intracelulares, los cuales extraen de las células invadidas los elementos necesarios para el crecimiento del hongo. Lo anterior conduce a la aparición de los primeros síntomas (leve amarillamiento). Unas cuantas hifas invaden posteriormente una cámara sub estomática y producen un agregado de células esporógenas o protosoro. Algunas

de ellas emergen por la apertura de la estoma y producen un esporóforo, (RAYNER, 1972), evidenció que una lesión puede producir 400, 000 esporas en tres meses. La longevidad de una lesión puede alcanzar de 4 - 5 meses (periodo contagioso), en dependencia del ciclo de vida de las hojas.

La epidemia de la roya empieza con la formación del inóculo primario, el cual es el inóculo responsable del desarrollo inicial de la epidemia. De acuerdo a Mayne (1930), “La mayor fuente de inóculo primario es el inóculo residual, inóculo constituido por las lesiones necrosadas y/o latentes llevadas por las hojas del cafeto que sobrevivieron después de la época seca (MUTHAPPA, 1980). La cantidad de inóculo residual depende de la intensidad de defoliación. Paradójicamente, las aplicaciones de fungicidas pueden aumentar la cantidad de inóculo residual porque prolongan la vida de las hojas” (NUTMAN y ROBERTS 1963).

La primera fase de la epidemia inicia con las primeras lluvias del año, las cuales reactivan la esporulación sobre las lesiones necrosadas y / o latentes y se forma el inóculo primario (MUTHAPPA, 1980) “La segunda fase consiste en la repetición del ciclo (policiclo) y la formación del inóculo secundario, cuya cantidad puede verse reducida también por la defoliación del cafeto (natural o causada por la misma enfermedad).

Las diferentes investigaciones que se han llevado a cabo muestran que tanto el desarrollo como la amplitud de la curva de progreso de la enfermedad estaban relacionados con cinco factores principales: la lluvia, la temperatura, la carga fructífera, la época de cosecha y el inóculo residual, (AVELINO et al., 2004).

En Brasil, 133 cultivares de *Coffea arabica* L. están registrados en el Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento - MAPA, varios de los cuales son resistentes / tolerantes a la roya del café. (MAPA, 2020), con programas de mejora genética que priorizan el desarrollo de cultivares con esa característica.

2.5 LA MANCHA DE HIERRO DEL CAFÉ (*Cercospora coffeicola* BERK & COOKE).

La Mancha de hierro del café, causada por el hongo, (*Cercospora coffeicola*), (*Berk. & Cooke*), es una enfermedad con una amplia distribución geográfica, en los países productores de café hasta hace poco tiempo era considerada de importancia secundaria, pero en la actualidad ha causado mucha pérdida en la productividad en el cultivo del café en todas las regiones productoras de América del Sur y Centro América (MIGNUCCI et al., 1986). Los ataques más severos ocurren en la fase de vivero, donde la enfermedad provoca intenso desarrollo, afectando

el crecimiento de las plántulas, haciéndolas poco viables e inadecuadas para la siembra definitivo en campo, (ALMEIDA, 1986).

La Cercospora del café es una enfermedad, que en la actualidad es considerada de gran importancia debido a la incidencia del cambio climático al cultivo del café por la ausencia de material tolerante y/o resistente. De acuerdo con, (SILVA et al., 2016). El tiempo requerido para la germinación del hongo, de acuerdo a la temperatura, regímenes de precipitación, exposición a la luz solar. La incidencia de la enfermedad puede variar, según el ambiente en el entorno de la planta.

Leguizamón (1997), plantea que, en las plántulas recién trasplantadas, que salen de un ambiente controlado de los viveros para condiciones adversas del campo y muchas veces se plantan en terrenos de baja fertilidad o con abonos de poca calidad y después de las primeras producciones, es común que ocurran ataques severos de la enfermedad. En cultivos adultos, las hojas caen rápidamente y las ramas laterales se secan. En los frutos, el ataque ocurre frecuentemente sobre todo es áreas desprovistas de árboles de sombra, y en la fase de formación, desarrollo y permanece hasta la maduración.

Frutos atacados aceleran el proceso de maduración, cayendo antes de la cosecha y aumentando el número de los granos vanos, (FERNÁNDEZ et al., 1983; LEGUIZAMÓN, 1997). Esto implica una reducción de la producción, la depreciación del tipo y de la calidad de la bebida del café (mala calidad). Pérdidas de hasta un 30% en la productividad en el ciclo de 1971 fueron reportadas por ZAMBOLIM et al., 1997; CARVALHO y CHALFOUN, 2001, en regiones productoras del estado de Espírito Santo. Regiones con suelos de baja fertilidad y con la plantación de café de alta capacidad productiva, el ataque de la enfermedad ha sido más severo, principalmente en las tres primeras cosechas (JULIATTI et al; 2001).

Los principales factores que parecieran desfavorecer a la epidemia de la mancha de hierro en el café son; Desarrollar una buena fertilización distribuida y fraccionada durante la vida útil de la planta. La distribución y el arreglo espacial de los árboles de servicio de sombra en la plantación. Ya que las plantaciones de café a pleno sol están más expuestas al ataque severo de la mancha de hierro (JULIATTI et al; 2001).

En su fase inicial se presentan manchas circulares de 3 a 10 mm de diámetro, con 3 colores concéntricos bien definidos; una mancha circular cenicienta oscura en el centro, con diminutos puntos negros, luego un anillo café-rojizo y en toda la orilla un halo amarillo (MIGNUCCI et al., 1986).

La enfermedad completa, es el resultado de un complejo de factores: Debilitamiento natural en el cafetal después de la cosecha; Cierta presión sobre las funciones del cafeto con la entrada del verano, el aumento de la temperatura del ambiente y de sus hojas; Reducción de la humedad en el suelo y en el ambiente a la salida de la época lluviosa; “Podas” drástico a la entrada del verano, que intensifica las condiciones señaladas; Desequilibrio nutricional de la planta, (MIGNUCCI et al., 1986).

Estos factores en un cafetal mal manejado, provocan las condiciones favorables y predisponen a los cafetos para que el hongo encuentre la situación óptima para su ataque; la enfermedad se vuelve severa provocando defoliación y pérdida del fruto.

Los nutrimentos minerales son constituyentes esenciales que juegan un papel determinante en el desarrollo de las enfermedades, que potencian la resistencia o la susceptibilidad de la planta o afectan la virulencia y la capacidad de supervivencia de los patógenos.

En Colombia no se han reportado trabajos para determinar la susceptibilidad de las variedades. En Puerto Rico han determinado como muy susceptibles al *Coffea Arabica*, *Coffea Arabica columnaris*, y el *Coffea Arabica mauritiana*; como medianamente resistentes el *Coffea Laurenti* y *Coffea Cenaphora*; y el *Libericay* el *Abeokuta* como bastante resistentes, en el estado actual del conocimiento no se han encontrado variedades inmunes (SOUZA, A. et al 2011).

Cuando se presenta un ataque de mancha de hierro repentino y abundante la planta de café sufre defoliación, que es la causa de un desequilibrio fisiológico (ALMEIDA, 1986); y este parece ser el daño más grave y visible del ataque de *Cercospora coffeicola*. El hongo puede atacar también los frutos o causar pérdida de éstos y de las flores cuando se presenta la muerte de las ramas (FRITZ 1996). Cuando el ataque a los frutos se presenta en los primeros meses de desarrollo, aquéllos se pierden completamente, pero si ocurre en período avanzado sólo afecta la pulpa sin que la almendra ni el pergamino sufran mayores daños; también se han encontrado lesiones en granos aparentemente sanos al almacenarlos, los daños se deben al micelio no aparente (FRITZ 1996).

Se reportan muy pocos datos de las pérdidas causadas por esta enfermedad. En Guatemala se considera como la, enfermedad más grave del café, ya que ataca al género *Inga* que es una especie de árboles de sombra en las plantaciones de café (FAWCETT 1993), pudiendo esto tener efecto indirecto sobre el café. En los países productores de café donde se cultiva *Coffea arabica*, considerada como las más susceptibles, por lo cual las pérdidas deben ser de bastante consideración, sin que se tengan datos sobre el monto real de las mismas.

La enfermedad afecta al follaje y el fruto del café, en las hojas aparecen pequeñas manchas circulares de color marrón rojizo, a medida que crecen, la mancha del centro de ésta se torna gris claro y se rodea de un anillo rojizo. Cuando el ataque es fuerte ocasiona la caída de hojas y frutos. En las cerezas atacadas la pulpa se pega a la semilla y provoca la “mancha en el café pergamino” (FISCHERSWORRING B. y ROBKAMP R, 2001).

Por este motivo, el género *Cercospora* es, actualmente, considerado un género holomorfo, con algunas especies que exhiben la habilidad de formar teleomorfos conocidos como *Mycosphaerella* a (CORLETT 1991, CROUS et al., 2004).

Los síntomas típicos de la enfermedad aparecen en las hojas como puntuaciones necróticas con centros de colores claros circundados por un anillo púrpura-marrón con halos amarillos. La enfermedad provoca una defoliación temprana en las plantas, principalmente por la producción de etileno por las hojas lesionadas, pudiendo reducir considerablemente la producción de café SOUZA et al. (2015).

La enfermedad puede afectar desde plántulas en viveros hasta plantas adultas, en cultivos bien establecidos (PAIVA et al., 2013). Los síntomas comunes son la caída prematura de las hojas y el raquitismo de las plántulas. En el post-plantío, deshoja y retraso en el crecimiento de las plantas. En los cultivos nuevos, después de las primeras producciones, puede ocurrir caída de hojas y frutos más allá de la sequía de ramas productivas. En cultivos adultos, caída prematura de hojas y de frutos. Además, de las lesiones pueden ser también, una posible puerta de entrada para otros hongos que deprecian la calidad de la bebida, (CARVALHO & CHALFOUN, 2001) .

Parece que no hay ciclos secundarios, desarrollados del inóculo proveniente de las lesiones producidas por la forma imperfecta. No se encuentran datos sobre trabajos de creación de variedades resistentes; sería muy interesante tratar de crear algunos ensayos cuyo producto fuera de tan buena calidad para el caso de *Arábica*, que es considerado como las especies más susceptibles FRITZ et al (1996).

Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), es un hongo de la clase deuteromicetes, con un periodo de incubación de 4 días en frutos y 17 días a fructificación. La Mancha de hierro, (*Cercospora coffeicola*), ataca hojas y frutos del cafeto con amplia incidencia y severidad en las zonas cafeteras. Este hongo inicialmente causa en el fruto pequeñas lesiones redondeadas rojizas, las que al unirse producen necrosis mienta en los tejidos del exocarpo (pulpa). Como consecuencia de esta necrosis, la pulpa se une al pergamino produciendo lo que comúnmente se conoce como granos chasparreado (FNC, 2008).

El control de la enfermedad debe iniciarse en la época de fructificación y maduración de los frutos, debido al mayor estrés causado en las plantas por el agotamiento nutricional (JULIATTI et al., 2001).

La lluvia constituye el principal medio de diseminación, pero el viento, los insectos y el hombre, también pueden diseminar la enfermedad; a causa de la transmisión por el agua el mayor número de manchas se encuentra en las hojas interiores de la planta de café (ALVARADO, 1997).

Estas enfermedades generan pérdidas que pueden llegar a hacer insostenible al cultivo, porque ocasionan daños físicos en las hojas y frutos, alteran el desarrollo fisiológico de las plantas y disminuyen drásticamente la calidad del grano, con efectos posteriores como bajos rendimientos y mala calidad del producto.

Los frutos, en sus primeros meses del desarrollo tienen un pH que varía de 4.8 a 5, el cual proporciona un medio muy favorable al desarrollo del hongo, habiéndose comprobado también que entre los cuatro y los seis meses de desarrollo tienen la composición química que los hace el medio ideal para el desarrollo de la enfermedad. Las ramas son más atacadas cuando están tiernas. (FRITZ, 1996).

Alvarado (1997), recomienda no sembrar semilla de árboles atacados ni las plántulas que se recogen al pie de los arbustos. Las instituciones de gobierno deberían de entregar a los productores de café plántulas libres de esta y de cualquiera otra enfermedad. Con respecto a esta enfermedad no tienen objeto, restricciones de la entrada de materiales de reproducción ya que está ampliamente distribuida en todos los países productores de café.

Las condiciones climáticas adecuadas de temperatura anual deben estar entre los 17 y 23 °C, la precipitación entre 1600 y 2800 mm, con una distribución anual mínima entre 145 y 245 días, dependiendo de la latitud, con semi sombra y suficiente humedad, propiciada por especies arbóreas. Se necesitan, en preferencia, suelos con buen drenaje, profundos, ricos en nutrientes (especialmente potasio y materia orgánica), con textura franca, con el fin de obtener producciones de mejor calidad, (FNC, 2008).

La precipitación adecuada para el cultivo varía entre 1800 y los 2800 mm/año, con una distribución de por lo menos 120 mm por mes. Los períodos de lluvias excesivas favorecen la presencia de enfermedades y pueden afectar la floración. Si se presentan sequías excesivas, ocurre defoliación de la planta (FNC, 2008).

La mancha de hierro del café, (*Cercospora coffeicola*), es decisivamente influenciada por la humedad, la temperatura, y la luminosidad. La diseminación de, (*Cercospora coffeicola*), se efectúa en épocas de abundante lluvia, y sólo puede causar infección cuando las hojas

permanecen húmedas la mayor parte del tiempo, (FAWCETT 1993). FRITZ (1996), afirman que, (*Cercospora coffeicola*), es favorecida por alta humedad atmosférica y lluvias abundantes, y que las plantas próximas a corrientes de agua son más susceptibles a ser atacadas. Puede considerarse que una exagerada densidad del sombrío puede aumentar la humedad, e impide la libre circulación del aire, creando condiciones favorables a (*Cercospora coffeicola*), por las altas temperaturas.

La incidencia de, (*Cercospora coffeicola*), en las hojas y los frutos ocurre en proporción directa con la cantidad de luz recibida (SOMARRIBA et al., 1995). En los frutos, el exceso de radiación solar provoca quema en la superficie de los frutos, abriendo la puerta de entrada para penetración del hongo (SIDDIQI, 1970). En las hojas, el exceso de luminosidad favorece el desarrollo de la infección en cualquier parte del limbo foliar, llevando a desprenderse prematuramente, principalmente si las lesiones están situadas más cerca del pecíolo (QUESADA, 2010).

Los conidios del hongo se producen en grandes cantidades en las lesiones presentes en el haz y envés la parte de la hoja y también en la superficie de los frutos atacados, llegando a perder la calidad y la cantidad en la cosecha. Los granos atacados por, (*Cercospora coffeicola*), toman color pardo que luego se torna casi negro. (FRITZ 1996).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue conducido en el municipio de Lavras, en un área del Departamento de Agricultura (21° 14' 43 "S y 44° 59' 59" O, con un piso altitudinal de 919 metros sobre el nivel del mar, msnm, en la Universidad Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais, Brasil. El estudio se inició en el mes de agosto del año 2018, con la evaluación de 108 progenies del cultivar Big Coffee VL (*Coffea arabica* L.), de Piumhí - Minas Gerais - Brasil. Estas progenies fueron plantadas en el campo del Departamento de Agricultura, en el año 2012, con la clasificación en el tamaño del grano (*Grande, Mediano y Pequeño*).

Las prácticas para el manejo del cultivo fueron recomendadas por, (RIBEIRO et al., 1999), la densidad de siembra es 3.5×0.9 m. El proyecto original se estableció con un diseño de 10×10 con 23 réplicas, con un total de 2300 plantas, en el que cada una de las plantas comprende una repetición.

El presente estudio pretende evaluar la ocurrencia de (*Hemileia vastatrix*), y de Cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) en el cultivar Big Coffee VL de *Coffea arabica* L, después del rebrote de la poda drástica, de recepa en el manejo de la plantación.

La tabla 1 presenta la descripción de las 18 progenies evaluadas de Big *Coffee* VL".

Progenies (G)	Progenies (M)	Progenies (P)	Código de Descripción
(G9, G12, G16, G17, G10, G31).			Progenies (G) grano Grande
	(M4, M5, M11, M20, M22, M24)		Progenies (M) grano Mediano
		(P5, P14, P23, P32, P12, P36)	Progenies (P) grano Pequeño

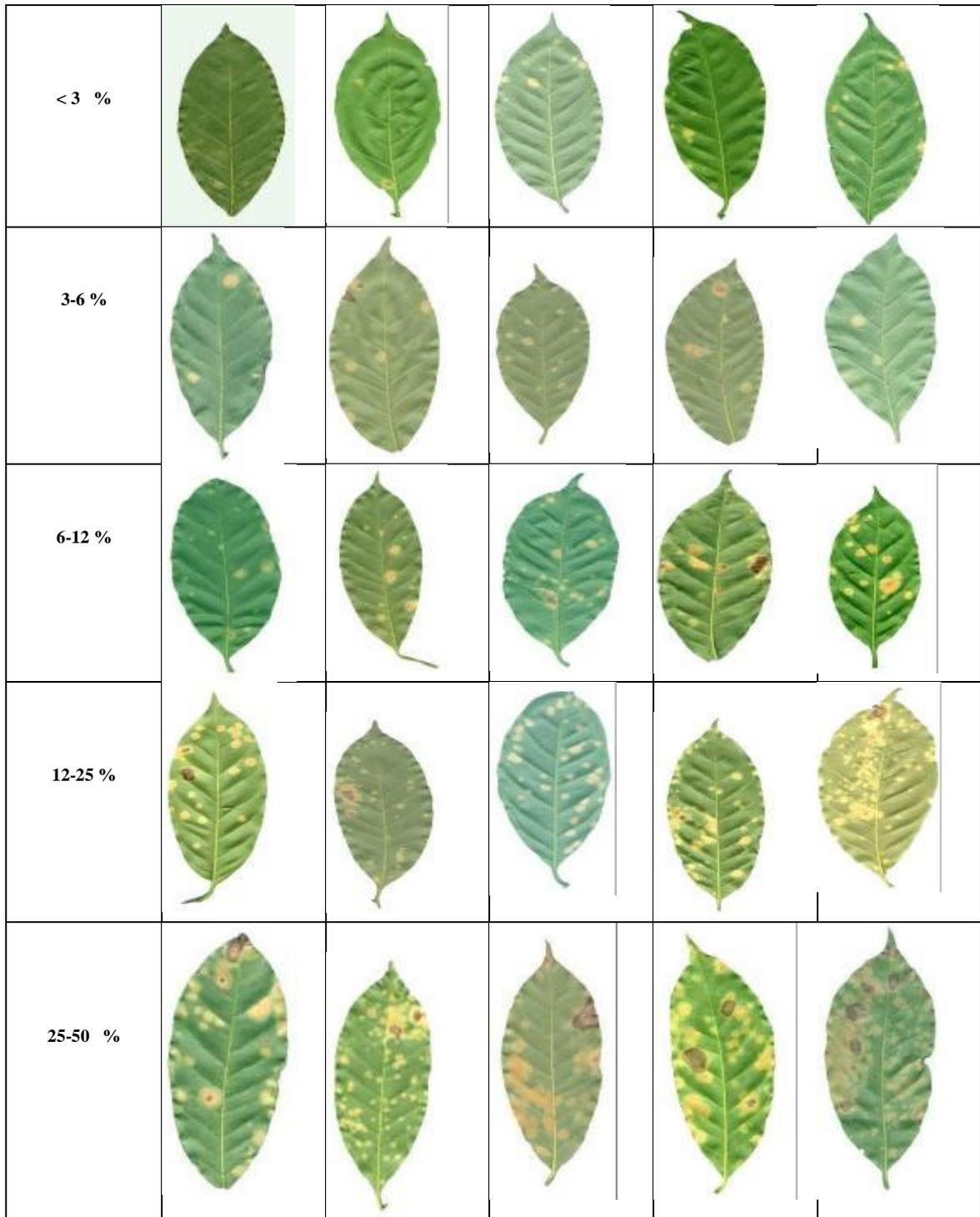
El modelo estadístico utilizado fue el de Bloques aleatorizados (DBC) con parcelas divididas, con evaluaciones en el tiempo. La parcela principal fueron las 108 plantas de las 18 progenies y las sub parcelas los 6 genotipos por progenie). Con atributos técnicos, ambientales, productivos y biológicos, (Plagas, enfermedades).

La plantación fue recepada en el mes de agosto del año 2018 a una altura promedio de 45cm de la superficie del suelo, con equipamiento motosierra estándar utilizado por el equipo de trabajo de campo de la Universidad Federal de Lavras- UFLA. Esta actividad se realizó con el objetivo de homogenizar la plantación, pues se observó un agotamiento de las plantas. La plantación tenía una edad de ocho años al momento del recepa.

3.1 UNIDAD DE MUESTREO ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix*)

Para el presente trabajo se seleccionaron (18) progenies de café cultivar "*Big Coffee* VL". (P5, P14, P23, P32, M4, M5, M11, M20, G9, G12, G16, G17), y (P12, P36, M22, M24, G10, G31). Se realizaron, evaluaciones de la ocurrencia de *Hemileia vastatrix*, con intervalos de un mes por lectura por planta, de forma aleatoria se evaluarán, 20 hojas en el tercio medio de la planta, en la cara sur y 20 hojas en la cara norte de la exposición al sol, en el haz y envés, se utilizó la escala Diagrama, CUNHA, R.L. et al. 2001;

El límite de ocurrencia observado fue: (en una hoja): **0** (hoja sana de la enfermedad), **1** (de 0 a 3 % ocurrencia de la enfermedad), **2** (de 3 a 6 % ocurrencia de la enfermedad), **3** (6 a 12% ocurrencia de la enfermedad), **4** (de 12 a 25 % ocurrencia de la enfermedad), **5** (de 25 a 50 % ocurrencia de la enfermedad). Figura 2.



Figura; 2 - Escala diagramática, para la evaluación de la ocurrencia de (*Hemileia vastatrix*) 2018. (CUNHA, R.L. et al. 2001).

3.2 UNIDAD DE MUESTREO PARA LA CERCOSPORIOSE (*Cercospora coffeicola*)

Para el presente trabajo se seleccionaron, (18), progenies del cultivar "Big Coffee VL". (P5, P14, P23, P32, M4, M5, M11, M20, G9, G12, G16, G17), y (P12, P36, M22, M24, G10, G31). Se realizaron, evaluaciones de la ocurrencia de (*Cercospora coffeicola*,) con intervalos de un mes por lectura por planta, de forma aleatoria se evaluarán, 20 hojas en el tercio medio de la planta, en la cara sur y 20 hojas en la cara norte de la exposición al sol, en el haz y envés, se utilizó la escala Diagrama, CUSTÓDIO, A. A. DE P. et al. 2011:

El límite máximo de ocurrencia: Nivel **1** (hoja con ocurrencia desde 0.7 hasta el 3.8 %), Nivel **2** (hoja con ocurrencia desde 3.8 hasta el 5.8 %: Nivel **3** (hoja con ocurrencia desde 5.8 hasta el 6.5 % : Nivel **4** (hoja con ocurrencia desde 6.5 hasta el 12.1 %: Nivel **5** (hoja con ocurrencia desde 12.5 hasta el 18.7 %: Nivel **6** (hoja con ocurrencia desde 18.7 hasta el 33.9 %. Figura 3.

Nivel 1 (0.7 – 3.0%)	 0.7	 2.2	 3.8
Nivel 2 (3.9 – 5.8%)	 3.8	 4.7	 5.8
Nivel 3 (5.8 – 6.5%)	 5.8	 6.3	 6.5
Nivel 4 (6.5 – 12.1%)	 11.8	 12.0	 12.1
Nivel 5 (12.1– 18.5%)	 17.4	 18.1	 18.5
Nivel 6 (18.5. – 33.9%)	 27.71	 30.2	 33.9

Figura 3 Escala Diagramática, para la evaluación de la ocurrencia de: (*Cercospora coffeicola*), (CUSTÓDIO, A. A. DE P. et al. 2011).

Los datos recolectados en campo fueron tomados del tercio medio de la planta de forma aleatoria y cada mes durante el periodo de; (abril 2019 a abril 2020). Se realizó una correlación de la ocurrencia para ambas enfermedades simultáneamente: *Hemileia Vastatrix* x *Cercospora Coffeicola*. considerando la suma del índice de selección, (MULAMBA & MOCK, 1978).

4 RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación, se presentan los resultados en la ocurrencia de las enfermedades, (*Hemileia vastatrix*), Berk & Broom, (*Cercospora coffeicola*). Con las estimaciones en la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*), Berk & Broom. Y (*Cercospora coffeicola*), del café en las progenies de café del cultivar, *Big Coffee* VL, (*Coffea arabica* L.).

La Tabla 2. Muestra el efecto significativo en la interacción entre los genotipos estudiados del cultivar *Big Coffee* VL, (*Coffea arabica* L.), y las evaluaciones realizadas para la ocurrencia de; (*Hemileia vastatrix*), y (*Cercospora coffeicola*), Es decir, los genotipos tuvieron una variación significativa dependiendo de la evaluación realizada en diferentes épocas del año. Esto significa que, dependiendo de las condiciones climáticas (temperaturas y precipitaciones), los genotipos tuvieron un comportamiento diferente, lo cual es interesante en un programa de mejora genética, ya que expresaron variabilidad.

Los coeficientes de evaluación son buenos. En general, cuando están por debajo del 30% están en un rango aceptable. De acuerdo a TEIXEIRA, V, E, 2018, encontró diferencias significativas para los promedios de las progenies. Con respecto a los tiempos en las evaluaciones, los análisis muestran significancia, con una ocurrencia media de (26 %) de la cara superior y un (17%) de la cara inferior. Los valores encontrados en el presente estudio presentan un coeficiente de variación en la cara inferior con una ocurrencia de la enfermedad de (27.3052%) y en la cara superior un coeficiente de, (15.1390 %). Severidad Tabla 2.

Tabla 2 Análisis de varianza para la ocurrencia de (*Hemileia vastatrix*, Berk & Broom y (*Cercospora coffeicola*) (Datos transformados: (raíz x + 1).

<i>Hemileia. Vastatrix</i>	<i>Cercospora coffeicola</i>
----------------------------	------------------------------

FV	GL	QM	QM
Repetição	5	0.4019	2.7830
Genótipos (G)	17	3.5759 **	2.4343 *
Erro a	85	0.8102	0.9841
Avaliação (A)	9	5.6009 **	14.9021 **
G x A	153	0.4863 **	0.5901 **
Erro b	810	0.2490	0.4015
Total	1079		
Média		3.2964	3.5264
CVa (%)		27.3052	28.1311
CVb (%)		15.1390	17.9693

Repetición = (R) Genotipo= (G) Error (A) Evaluación (A) CVa Coeficiente de variación (a) CV (b) Coeficiente de variación, 11.1242.

* Significativo por prueba F al nivel de probabilidad del 5 %.

** Significativo por prueba F al nivel de probabilidad del 1%.

La Tabla 3 muestra para la roya del café, con la prueba estadística de medias de Scott-Knott (<0.05), dividió los resultados de la ocurrencia, en tres grupos. Para el grupo “a” (genotipo 9) presenta el valor más alto, grupo “b” (genotipos 4,6,7,8,12,16, 17 y 18), presentan valores intermedios de la ocurrencia, de, (*Hemileia. Vastatrix*) el grupo “c” (genotipos 1,2,3,5,10,11,13,14 y 15) presentan los valores de menor ocurrencia. Las progenies (P), tienen la tendencia a presentar, los valores promedios más altos en la ocurrencia de, (*Hemileia. Vastatrix*).

TEIXEIRA, V, E, 2018: encontró que la progenie, (P23), presento el valor más alto, de ocurrencia. De acuerdo a los resultados presentados, encontró que la progenie, (P-36), presento la menor ocurrencia con 3.97 % tabla 2. Esto ya ha sido reportado por, (SILVA, 2016), y citado por TEIXEIRA, V, E, 2018.

Para, (*Cercospora coffeicola*), del café se presentan los siguientes grupos, grupo “a”, (1, 2, 4, 8, 10, 12, y 16), y el grupo “b”; (3, 5, 6, 7, 11, 13, 14, 15,17 y 18), presentaron, valores intermedios para la ocurrencia, estadísticamente con la prueba, Scott-Knott ($p <0.05$), son iguales. Los grupos están formados por genotipos seguidos de la misma letra, por lo que cada grupo es igual, pero diferente de los demás. Esto es contrario a lo observado por (SILVA, 2016).

Tabla 3: Comparación de pruebas de media (Scott-Knott $< 0.05\%$), para la ocurrencia de (*Hemileia. Vastatrix*) y *Cercospora coffeicola*).

Genótipos	<i>Hemileia. Vastatrix</i>		<i>Cercospora coffeicola</i>	
1	5.10	C	7.73	a

2	4.30	C	7.44	a
3	5.27	C	5.85	b
4	6.41	B	8.35	a
5	4.61	C	5.40	b
6	6.36	B	7.25	b
7	7.33	B	5.80	b
8	5.63	B	9.12	a
9	9.50	A	7.26	a
10	4.72	C	8.52	a
11	4.14	C	6.59	b
12	6.19	B	7.84	a
13	5.60	C	6.24	b
14	3.97	C	5.39	b
15	5.18	C	6.26	b
16	6.56	B	8.93	a
17	5.97	B	6.42	b
18	5.72	B	6.00	b

Las medias seguidas de las mismas letras en las columnas constituyen un grupo estadísticamente homogéneo utilizando la prueba de Scott-Knott ($p < 0.05$).

La Tabla 4 presenta los resultados evaluados en el tiempo para las progenies del cultivar *Big Coffee* VL, (*Coffea arabica*), estadísticamente con la prueba de promedios, *Scott-Knott* ($p < 0.05$).

Para (*Hemileia. Vastatrix*), durante el periodo evaluado la ocurrencia fue: grupo “d”, (abril y mayo 2019), grupo “b”, (octubre y noviembre 2019), son grupos estadísticamente diferentes Tabla 4

Los grupos “a”: (julio 2019, febrero, marzo y abril, 2020), y el grupo “c”: (agosto y septiembre 2019), estadísticamente son iguales para la prueba de promedios *Scott-Knott* ($p < 0.05$).

El período en el que se presentó la ocurrencia promedio más baja y más alta de, (*Hemileia. Vastatrix*), en los genotipos, y se destaca que a pesar de esta tendencia promedio, los genotipos responden de manera diferente con el tiempo con respecto a la ocurrencia de, (*Hemileia. Vastatrix*), lo que justifica la interacción significativa de GxA en el análisis de varianza Tabla 4

De acuerdo a resultados encontrados de los valores promedios la temporada con mayor ocurrencia fue en Julio 2019 con un 7.40 % y el valor más bajo de fue en mayo 2019 con 3.17 %. TEIXEIRA, V, E, 2018, encontró que la ocurrencia de (*Hemileia. Vastatrix*), valores promedio más altos de, (25.2%), y el valor más bajo fue, (9.9%).

Para *Cercospora coffeicola*. el periodo evaluado; (abril 2019 a, abril 2020), la prueba de Scott-Knott ($p < 0.05$), fraccio los resultados en grupos, “a”, :(agosto, 2019 y agosto 2020), grupo “b”: (julio, septiembre, noviembre 2019 y febrero, 2020), grupo “c” :(mayo, octubre 2019 y abril 2020), no hubo diferencia estadística significativa, en la ocurrencia, se presentó un comportamiento intermedio. El grupo “d” (abril 2019), tuvo diferencia estadística, con comportamiento bajo con relación a los grupos anteriores. Tabla 4

Silva (2016), considera que las estimaciones por debajo del 50 % indican una posible presencia de genes de resistencia que podrían ser fuertemente influenciado por el medio ambiente y el cultivar.

A pesar de la tendencia promedio, los genotipos responden de manera diferente con el tiempo evaluado con respecto a la ocurrencia de, (*Cercospora coffeicola*). lo que justifica la interacción GxA.

Tabla 4 Prueba de promedios– Evaluaciones para la severidad en el tiempo de *Hemileia. Vastatrix Cercospora coffeicola* abril 2019 a abril 2020

Evaluación	período	<i>Hemileia. Vastatrix</i>		<i>Cercospora coffeicola</i>	
Abril	2019	4.31	d	3.97	d
Maio	2019	3.71	d	4.87	c
Julho	2019	7.40	a	8.30	b
Agosto	2019	5.06	c	9.89	A
Setembro	2019	4.79	c	8.45	B
Outubro	2019	5.68	b	4.85	C
Novembro	2019	5.94	b	8.49	B
Fevereiro	2020	6.40	a	7.44	B
Março	2020	6.66	a	8.81	A
Abril	2020	7.01	a	5.13	C

Las medias seguidas de las mismas letras constituyen un grupo estadísticamente igual utilizando la prueba de Scott-Knott ($p < 0.05$).

La Tabla 5 muestra que no hubo diferencias en la ocurrencia de *Hemileia vastatrix* Berk y Br. entre los genotipos evaluados en los meses de abril, mayo y septiembre de 2019. En julio / 19, los genotipos que tuvieron menor severidad: 1, 2, 3, 5, 6, 11, 13, 14, 15 y 18. En agosto / 19, se observaron ocurrencias, más bajas en los genotipos: 1, 2, 3, 5, 10, 11, 12, 14 y 15. En octubre/19, la mayoría de los genotipos estaban en el grupo con la menor ocurrencia, y solo los genotipos 7 y 9 tenían valores significativamente más altos. Es importante mencionar que

ninguno de estos dos genotipos estuvo entre los mejores en los períodos de evaluación anteriores.

En noviembre / 19, la mayoría de los genotipos estaban en el grupo con la menor ocurrencia, solo los genotipos 4, 7, 9 y 16 tenían valores significativamente más altos. En febrero del año, 2020, los genotipos tuvieron menor ocurrencia: 1, 2, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 14 y 17. En el mes de marzo del año, 2020, los genotipos que se destacaron con menor ocurrencia fueron: 4, 10, 11 y 17. En el mes de abril del año, 2020, los genotipos que tuvieron menor ocurrencia fueron: 2 y 5. Es importante destacar que los genotipos 2 y 5 se encontraron entre los mejores, con la ocurrencia, más bajas en casi todas las evaluaciones, permaneciendo fuera del grupo de los mejores solo en el mes de marzo de 2020 Tabla 5.

Botelho et al. (2010, 2017) describe que la ocurrencia intermedia de una progenie es importante, considerando que no es posible seleccionar progenies con resistencia horizontal entre las progenies que no tienen ocurrencia, porque estos probablemente tienen resistencia tipo vertical o específico, que cubre la resistencia horizontal

Tabla 5 Evaluación en la Ocurrencia de *Hemileia vastatrix*, Berk & Br en progenies de Big Coffee V. L de abril 2019 - abril 2020. Médias seguidas por las mismas letras mayúsculas en la horizontal y minúscula en la vertical constituyen un grupo estadísticamente homogéneo según la prueba de Scott-Knott ($p < 0.05$).

Ferrugem																						
G\A	Abril		Maio		Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Fevereiro		Março		Abril			
1	4.50	A a	4.13	A a	5.25	A d	2.75	A b	4.00	A a	5.25	A B	5.92	A c	5.75	A b	6.50	A b	7.00	A c		
2	3.00	B a	3.70	B a	5.00	A d	3.50	B b	4.66	A a	5.00	A B	6.17	A c	4.66	A b	5.33	A b	2.00	B e		
3	4.00	B a	3.00	B a	4.00	B d	3.83	B b	5.33	B a	4.00	B B	3.50	B c	6.50	A a	10.17	A a	8.33	A c		
4	5.25	B a	3.75	B a	9.17	A c	7.25	A a	7.40	A a	4.92	B B	8.50	A b	8.50	A a	4.00	B c	5.33	B d		
5	4.50	A a	3.30	A a	4.86	A d	3.70	A b	4.60	A a	4.90	A B	4.83	A c	5.60	A b	6.20	A b	3.60	A e		
6	4.00	B a	3.00	B a	5.75	B d	7.20	A a	5.20	B a	5.15	B B	6.08	B c	8.40	A a	10.80	A a	8.00	A c		
7	6.50	A a	4.50	A a	10.00	A c	6.83	A a	6.42	A a	10.00	A A	7.92	A b	7.83	A a	5.67	A b	7.67	A c		
8	4.20	A a	4.50	A a	8.15	A c	5.30	A a	4.20	A a	5.35	A B	5.00	A c	6.00	A b	6.60	A b	7.00	A c		
9	6.00	B a	6.30	B a	15.45	A a	6.30	B a	5.70	B a	12.70	A A	12.58	A a	8.00	B a	7.00	B b	15.00	A a		
10	3.30	A a	3.60	A a	9.35	A c	3.60	A b	4.60	A a	4.65	A B	4.92	A c	5.40	A b	2.80	A c	5.00	A d		
11	3.30	A a	2.80	A a	6.14	A d	3.38	A b	4.00	A a	4.70	A B	5.08	A c	3.50	A b	3.50	A c	5.00	A d		
12	6.08	B a	3.25	B a	8.35	A c	4.60	B b	4.40	B a	5.20	B B	4.17	B c	6.20	B b	9.00	A a	10.60	A b		
13	4.50	A a	3.60	A a	7.20	A d	5.20	A a	4.50	A a	6.00	A B	6.00	A c	6.00	A b	7.60	A b	5.40	A d		
14	3.00	B a	3.00	B a	4.27	B d	2.88	B b	2.70	B a	3.13	B B	4.00	B c	4.25	B b	5.50	A b	7.00	A c		
15	3.30	B a	3.40	B a	6.81	A d	4.38	B b	3.88	B a	4.50	B B	4.75	B c	7.50	A a	7.00	A b	6.25	A d		
16	3.75	B a	3.00	B a	7.70	A c	7.50	A a	5.50	A a	6.90	A B	8.25	A b	7.00	A a	8.80	A a	7.20	A c		
17	4.70	B a	4.20	B a	10.95	A b	7.10	A a	4.60	B a	5.10	B B	5.08	B c	5.40	B b	5.00	B c	7.60	A c		
18	3.75	B a	3.75	B a	4.88	B d	5.75	B a	4.50	B a	4.88	B B	4.17	B c	8.75	A a	8.50	A a	8.25	A c		

La Tabla 6 muestra que no hubo diferencias en la ocurrencia de: *Cercospora coffeicola*, entre los genotipos evaluados en los meses de Abril / 2019, mayo / 2019, agosto / 2019, octubre / 2019 y abril de 2020. En julio / 19, los genotipos que tenían la menor ocurrencia fueron: 1, 3, 5, 7, 14, 15, 17 y 18. En septiembre / 19, se observó la ocurrencia más bajas en los genotipos: 3, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 15 y 17. En noviembre de 2019, el grupo con la menor ocurrencia estuvo formado por los genotipos: 3, 5, 7, 11 y 13. En febrero de 2020, los genotipos con la menor ocurrencia, fueron: 1, 2, 5, 7, 9, 12, 13, 14, 17 y 18.

Finalmente, en marzo del 2020, los genotipos que se destacaron con la menor ocurrencia fueron: 2, 3, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17 y 18. Se destacaron los genotipos 5 y 7, que mostraron una menor ocurrencia de *Cercospora coffeicola* en los meses evaluados. El genotipo 3 también puede ser una buena opción para futuros estudios sobre la menor ocurrencia de, *Cercospora coffeicola*, ya que fue una de las mejores en cuatro de los cinco meses evaluados Tabla 6.

Si se comparan los genotipos con la menor ocurrencia de *Hemileia vastatrix* y *Cercospora coffeicola*, se puede observar que el genotipo 5 se encuentra entre los mejores en ambas situaciones, es decir, puede ser un material interesante para la mejora genética en la búsqueda de tolerancia múltiple con respecto a estas dos enfermedades más importantes del café Tabla 6.

Hay una diversidad genética dentro de *H. vastatrix* (CABRAL et al., 2015), y *C. coffeicola* (DELL'ACQUA et al., 2011). Por lo tanto, los programas de mejoramiento necesitan desarrollar cultivares con resistencia sostenible en el tiempo para un patógeno con alta variabilidad como es el caso de *Cercospora coffeicola*.

Tabla 6 Evaluación en la ocurrencia de *Cercospora coffeicola* en las progenies de Big Coffee V.L evaluación, temporada. De abril. 2019 -2020. Medias seguidas por las mismas letras mayúsculas en la horizontal y las minúsculas en la vertical constituyen un grupo estadísticamente homogéneo según la prueba de Scott-Knott ($p < 0.05$).

GxA	Cercosporiose																			
	Abril		Maio		Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Fevereiro		Março		Abril	
1	6.00	B A	7.50	A a	3.75	B b	11.25	A a	9.75	A a	7.50	A A	7.50	A a	4.50	B b	10.50	A a	9.00	A a
2	3.00	B A	5.40	B a	8.00	A a	9.00	A a	14.00	A a	4.00	B A	9.00	A a	7.00	A b	9.00	A b	6.00	B a
3	5.50	A a	4.50	A a	7.00	A b	5.00	A a	4.50	A b	4.50	A A	6.00	A b	9.00	A a	7.00	A b	5.50	A a
4	3.50	B a	4.00	B a	9.00	A a	15.50	A a	12.00	A a	4.00	B A	10.50	A a	7.50	A a	12.00	A a	5.50	B a
5	3.60	A a	3.60	A a	6.60	A b	9.00	A a	7.75	A b	3.60	A A	4.80	A b	5.40	A b	5.40	A b	4.20	A a
6	3.00	B a	3.50	B a	12.00	A a	10.80	A a	6.60	A b	3.60	B A	7.80	A a	12.00	A a	9.60	A a	3.60	B a
7	4.50	A a	4.50	A a	5.50	A b	8.50	A a	8.50	A b	4.50	A A	6.00	A b	4.00	A b	7.50	A b	4.50	A a
8	3.60	B a	6.60	B a	13.80	A a	9.60	A a	9.00	A a	6.60	B A	13.20	A a	11.40	A a	12.00	A a	5.40	B a
9	4.20	B a	6.60	B a	9.60	A a	9.60	A a	5.40	B b	6.60	B A	12.00	A a	4.80	B b	8.40	A b	5.40	B a
10	3.60	B a	5.40	B a	9.00	A a	10.80	A a	12.00	A a	5.40	B A	10.20	A a	9.00	A a	13.20	A a	6.60	B a
11	3.00	B a	3.60	B a	11.25	A a	9.00	A a	7.50	A b	3.75	B A	7.50	A b	9.00	A a	7.50	A b	3.75	B a
12	4.50	B a	5.50	B a	9.00	A a	13.80	A a	10.80	A a	6.00	B A	9.00	A a	6.60	B b	7.20	B b	6.00	B a
13	4.80	B a	4.20	B a	7.80	A a	9.60	A a	7.80	A b	4.20	B A	4.20	B b	6.60	A b	7.80	A b	5.40	B a
14	3.60	A a	4.50	A a	6.00	A b	8.25	A a	5.25	A b	4.50	A A	8.25	A a	4.50	A b	5.25	A b	3.75	A a
15	3.60	B a	4.20	B a	6.75	A b	9.75	A a	5.25	B b	4.50	B A	8.25	A a	8.25	A a	8.25	A b	3.75	B a
16	3.50	B a	4.80	B a	13.80	A a	12.00	A a	9.60	A a	4.80	B A	11.40	A a	15.00	A a	10.80	A a	3.60	B a
17	4.20	A a	4.80	A a	6.00	A b	8.40	A a	6.60	A b	4.80	A A	9.00	A a	4.80	A b	9.00	A b	6.60	A a
18	3.75	B a	4.50	B a	4.50	B b	8.25	A a	9.75	A a	4.50	B A	8.25	A a	4.50	B b	8.25	A b	3.75	B a

Se observa de manera general el comportamiento, en el tiempo evaluado: (abril, 2019 y abril 2020), en los diferentes genotipos con relación a la ocurrencia de (*Hemileia Vastatrix*), el comportamiento se describe a continuación: (*Hemileia Vastatrix*), Alcanza un pico de un 15% en los meses de: (julio, 2019, y marzo 2020), luego un ligero descenso en la ocurrencia de un, 12.5 % en el mes de; (octubre, 2019), durante el periodo evaluado, de, (*Hemileia Vastatrix*), el comportamiento promedio fue de un 11 % Figura 4.

El manejo agronómico de la plantación evaluada fue convencional. Los datos procesados representan la severidad real de la enfermedad en cada genotipo, durante el periodo evaluado.

Todos los genotipos variaron mucho con relación a la ocurrencia de, (*Hemileia Vastatrix*), muy probablemente esta característica esté relacionada con el nivel de tolerancia a cada genotipo.

Chalfoun et al. (1997), sugiere que con el 10 % de ocurrencia de, (*Hemileia*), no es necesario realizar control químico.

Un aspecto relevante es que una menor ocurrencia se puede indicar resistencia horizontal, de acuerdo CAMPBELL y MADDEN (1990), en condiciones epidémicas naturales, la ocurrencia es el componente que mejor discrimina los niveles de resistencia horizontal.

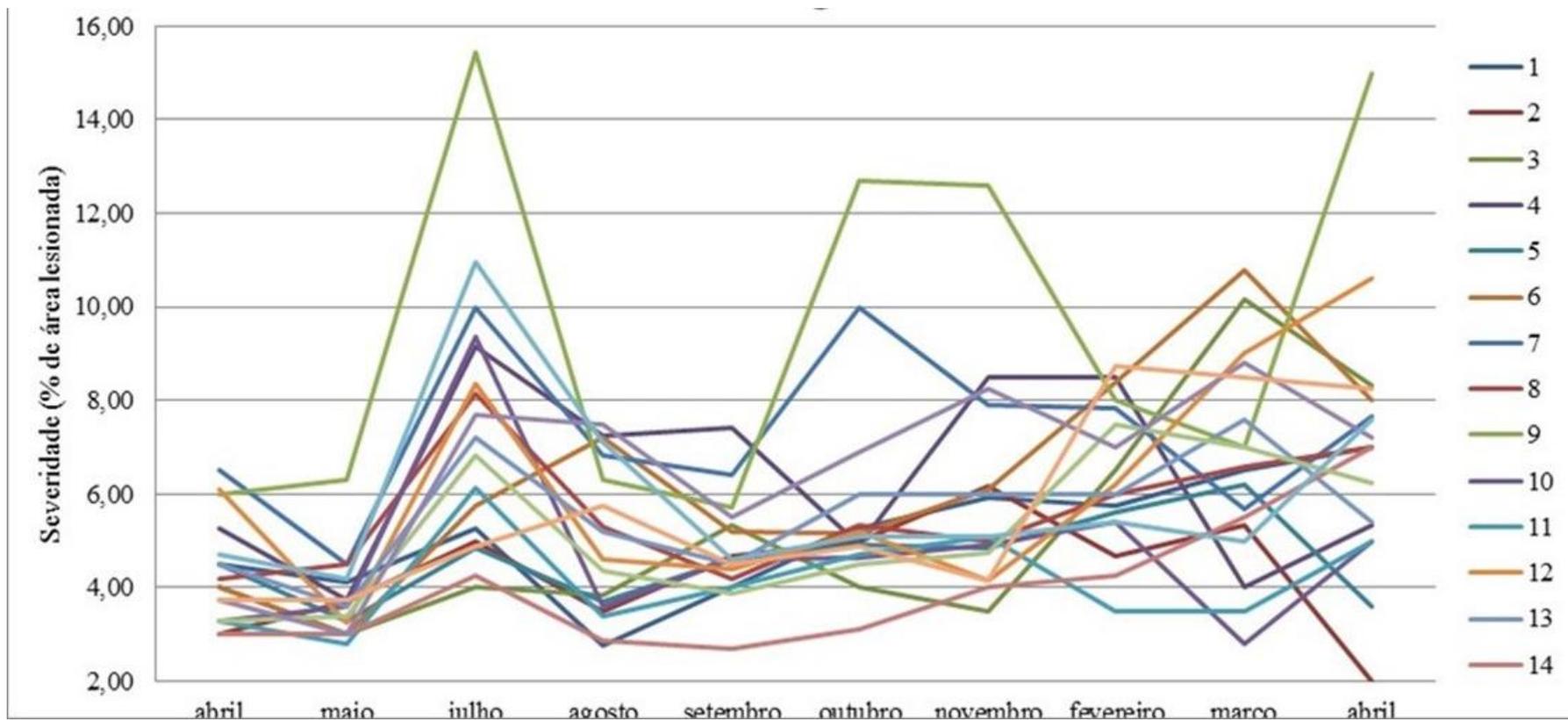


Figura 4 Progreso en la ocurrencia de *Hemileia vastatrix* en progenies de *Big Coffee*, periodo (abril 2019 a abril 2020).

Se puede observar de manera general la ocurrencia, en el tiempo evaluado (abril, 2019 y abril 2020), de *Hemileia vastatrix*. La ocurrencia se describe a continuación: Alcanza una ocurrencia de un 15 % en los meses de: (julio, 2019, y marzo 2020), luego un ligero descenso de la ocurrencia de un, 12.5 % en el mes de; (octubre, 2019), sin embargo y durante el periodo evaluado, el comportamiento promedio de ocurrencia fue de un 11 % Figura 5.

Soto - pinto et al. (2012), reportan niveles más altos en la ocurrencia y sugieren que los resultados obtenidos podrían explicarse por diferencias de cargas fructíferas.

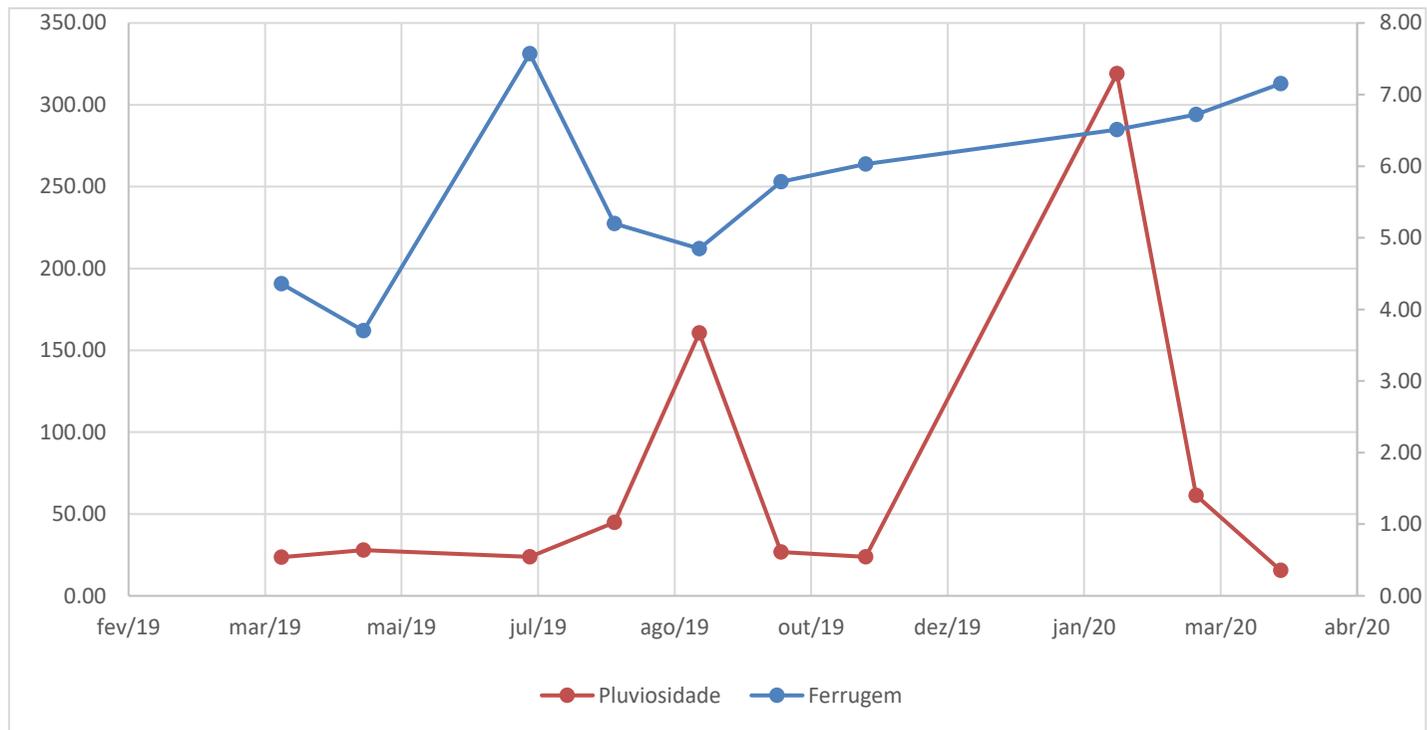


Figura 5 Progreso, en la ocurrencia de *Hemileia vastatrix*. de manera general (abril 2019 a abril 2020).

Se observa de manera general la ocurrencia de *Cercospora coffeicola*, en el cultivar *Big Coffee VL*, (*Coffea arabica*), en el tiempo evaluado: (Abril, 2019 y abril 2020), en los diferentes genotipos con relación a la ocurrencia el comportamiento se describe a continuación: *Cercospora coffeicola* . alcanza una ocurrencia de un, (13 % y 16 % en los meses de agosto 2019 y febrero 2020), con promedio de ocurrencia de, (10 % y 11 %), durante el periodo evaluado (Figura 6).

La ocurrencia y la severidad de una enfermedad es producto de las interacciones entre: ambiente favorable, el hospedero susceptible, un parásito agresivo y la intervención del productor (Manejo), (ZADOKS y SCHEIN, 1979).

La intensidad de la luz en la plantación evaluada fue similar, ya que todas las plantas están en un ambiente no controlado. De acuerdo con (GUARAY et al. (2001), en cafetales más abiertos, especialmente no sombreado, con mayor penetración de energía solar, tiene más probabilidad de presentar una mayor ocurrencia de, *Cercospora coffeicola*, por lo que la ocurrencia de (*Cercospora coffeicola*), en el cultivar *Big Coffee VL*, (*Coffea arabica*) la diferencia entre la ocurrencia en los genotipos se debe al factores genético y nutricionales del cultivo.

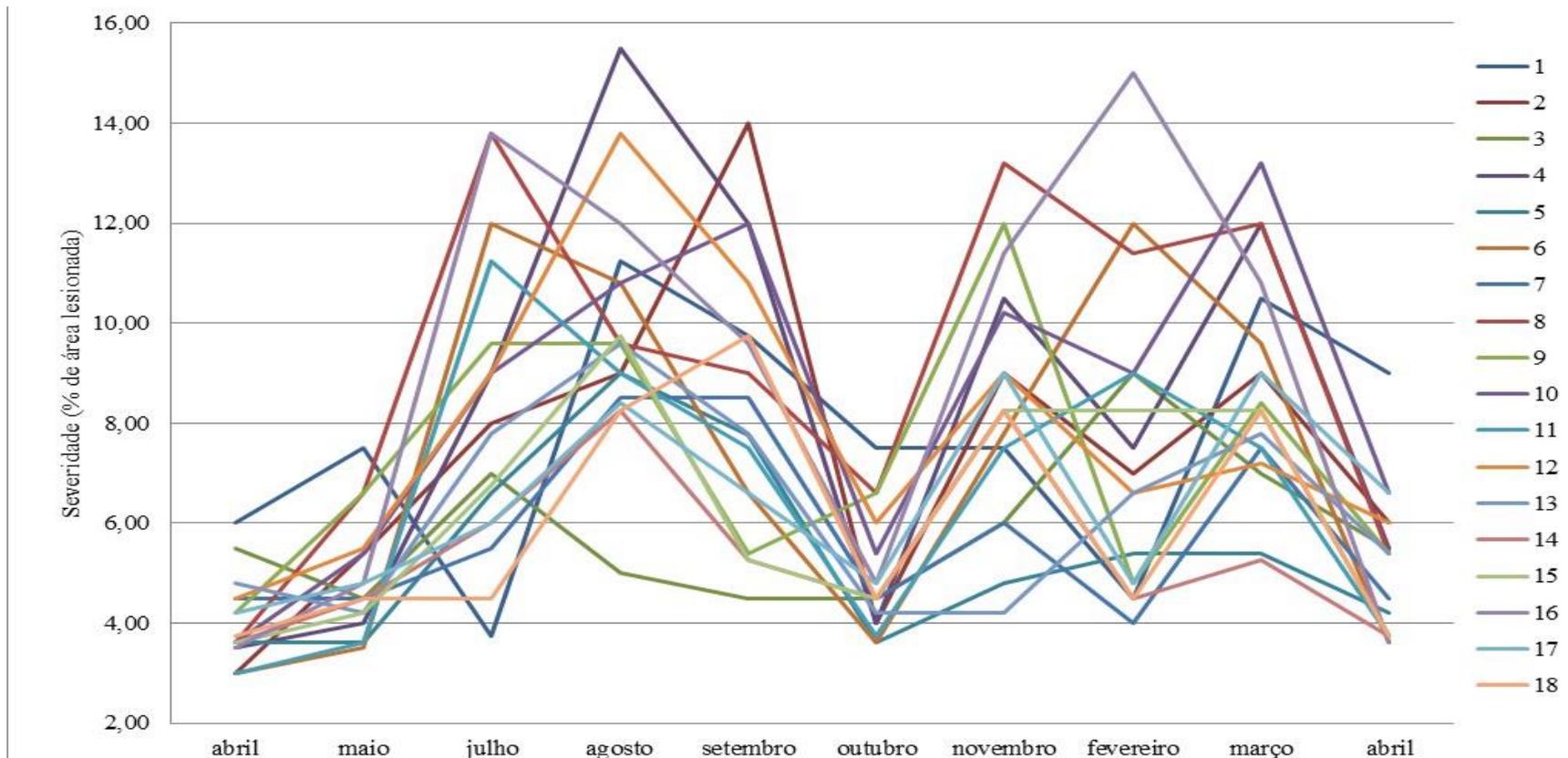


Figura 6 progreso en la ocurrencia de *Cercospora coffeicola* en progenies de *Big Coffee* de (abril 2019 a abril 2020).

La Tabla 7 muestra los genotipos evaluados para la ocurrencia de *Hemileia vastatrix* (G10, M22, P12, P32, M20, P5, G12, P14, G9, M5, G31, G17, M24, P36, P23, G16, M4, M11). De igual manera, los genotipos para la ocurrencia de *Cercospora coffeicola* (G10, P32, M4, P14, G31, G9, G12, G17, M22, P36, M11, P12, P5, M24, P23, M20, G16, M5), de las progenies del cultivar Big Coffee VL, (*Coffea arabica*), considerando simultáneamente el índice de selección de Soma de Posts (Mulamba y Mock, 1978).

Si la correlación no fue significativa, indica que la ocurrencia de (*Hemileia Vastatrix*), es independiente de la ocurrencia de, (*Cercospora coffeicola*), y viceversa. Lo que significa que si se selecciona un genotipo con tolerancia a la ocurrencia de, (*Hemileia vastatrix*), no necesariamente será resistente a la ocurrencia de *Cercospora coffeicola*.

PETEK, SERA y FONSECA (2008) sugieren la mejora de cultivares del grupo de café bourbon, cuando se desea obtener un producto de buena, calidad en la taza, aun sabiendo que este cultivar es menos productivo, y más exigente en la nutrición, así como más susceptible a las principales enfermedades de café, como: (*Hemileia. Vastatrix*) y *Cercospora coffeicola*.

Tabla 7 Clasificación de los genotipos en la ocurrencia a: (*Hemileia. Vastatrix*) y *Cercospora coffeicola*. ambas enfermedades simultáneamente considerando la suma del índice de selección, en progenies de *Big Coffee*, (Mulamba e Mock, 1978).

Clasificación de los Genotipos			
	<i>Tolerância a Hemileia vastatrix</i>	<i>Tolerânciaa Cercospora coffeicola</i>	<i>Índice de selección (suma de postos)</i>
1	G-10	G-10	G-10
2	M-22	P-32	P-32
3	P-12	M-4	M-22
4	P32	P-14	P-14
5	M-20	G-31	G-12
6	P-5	G-9	P-12
7	G-12	G-12	G-9
8	P-14	G-17	G-31
9	G-9	M-22	P-5
10	M- 5	P-36	G-17
11	G-31	M-11	M-4
12	G-17	P-12	M-20
13	M-24	P-5	P-36
14	P-36	M-24	M-24
15	P-23	P-23	M-5
16	G-16	M-20	M-11
17	M-4	G-16	P-23
18	M-11	M-5	G-16

Correlación

<i>Correlación Hemileia. Vastatrix x Cercospora Coffeicola</i>	<u>0.20433</u>	<u>NS</u>
--	----------------	-----------

NS: No significativo por las pruebas de t y Mantel ($p < 0.01$ e $p < 0.05$).

5 CONCLUSIONES

De las progenies evaluadas en el cultivo *Big Coffee* es posible la selección de plantas con tolerancia a (*Hemileia vastatrix*), y (*Cercospora coffeicola*).

El genotipo 5 (M-20), se encuentra entre los mejores para ambas enfermedades: *Hemileia vastatrix* y *Cercospora coffeicola*.

Este material, puede ser interesante para un programa de mejora genética en la búsqueda de la tolerancia múltiple con relación a *Hemileia vastatrix* y *Cercospora coffeicola*.

Los genotipos 5 (M-20), y 7 (G-12) mostraron menor ocurrencia, de *Cercospora coffeicola* en todo el periodo evaluado, podría considerarse un buen material para un programa de mejora genética.

REFERENCIAS

- AKUTSU, M. 1981. Relacao de funcoes climáticas e bióticas com a taxa de infeccao da ferrugen do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk et Br). Tesis de M.Sc; Universidad Federal de Vicosa, Minas Gerais, Brasil. p 67.
- AMANTE, E; VULCANO, M.A; ABRAHAO, J. 1971. Observacoes preliminares sobre a influência da entomofauna na dispersao dos uredosporos da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*). Tese M.Sc; Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. p 67.
- ALMEIDA, S. R. 1986. Doenças do cafeeiro. In: Rena, A. B.; Malavolta, E. et al. (eds.). Cultura do café: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. p.391-399.
- ALTIERI, M. A; LETORNEAU, D. K. 1982. Vegetation management and biological control in agro ecosystems. Crop protection 1: p 405 - 430.
- ALVARADO, J. A. 1997: Enfermedades del cafeto. El café de El Salvador. 7: 28-40, 162- 177.
- ANDRADE, V. T. et al; 2013; Interação genótipo x ambiente em genótipos de cafeeiro Mundo Novo por modelos não lineares e multiplicativos. 72, n. 4, p. 338-345,
- AVELINO, J., H. ZELAYA, A. MERLO, A. PINEDA, M. ORDOÑEZ, and S. SAVARY. 2006. The intensity of a coffee rust epidemic is dependent on production situations. Ecological Modelling 197 (3 - 4): p 431 - 447.
- AVELINO, J; WILLOCQUET, L; SAVARY, S. 2004. Effects of crop management patterns on coffee rust epidemics. Plant Pathology (2004). p 53, 541 - 547.
- AVELINO, J; WILLOCQUET, L; SAVARY, S. 2015. Effects of crop management patterns on coffee rust epidemics. Plant Pathology (2016). p 53, 541 - 547.
- AVELINO, J; ZELAYA, H; MERLO, A; PINEDA, A; ORDÓÑEZ, M; BARBOZA, B; BARQUERO, M; ALFARO, R; ESQUIVEL, C; SAVARY, S; CABUT, S; DURAND, JF; CILAS, C. 2016. Shade effects on two coffee diseases: leaf rust (*Hemileia vastatrix*) and American leaf spot (*Mycena citricolor*). 10p. In
- BAKER, P. 2014. The “Big Rust”: An update on the coffee leaf rust situation. Coffee Cocoa Int. 40:37-39.
- BARBOSA, D. H. S. G.; SOUZA, R. M.; VIEIRA, H. D. BRITO, 2010; Field assessment of coffee (*Coffea arabica* L.) cultivars in *Meloidogyne exigua*-infested or-free fields in Rio de Janeiro State, Brazil. Crop Protection, Guildford, v. 29, n. 2, p. 175- 177,

- BOCK, K.R. 1962. Dispersal of uredospores of *Hemileia vastatrix* under field conditions. Trans. Brit. Mycol. Soc. 45(2): p 63 - 74.
- BOTELHO, C. E. et al. 2010a; Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de café arábica em Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1404- 1411, dez.
- BOTELHO, D. M. S; 2017. Cercosporiose resistance in coffee germplasm collection. Euphytica, Wageningen, v. 213, n. 1, p. 117.
- BOWDEN, J; GREGORY, P.H; JOHNSON, C.G. 1971; Possible wind transport of coffee leaf rust across the Atlantic Ocean. Nature. p 229, 500 - 1.
- BUTLER, D.R. 1977. Coffee leaf temperatures in tropical environment. Acta Bot. Neer. 26(2): p 129 - 140.
- CABRAL 2015; Variabilidade in vitro, in vivo e molecular de isolados de *Cercospora coffeicola*. Tropical Plant Pathology, Brasília, v. 36, n. 5, p. 313-326.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. 1990; Introduction to plant disease epidemiology. New York: J. 655 p.
- CARVALHO, A. M. et al 2010; Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 45, n. 3, p. 269- 275, mar.
- CARVALHO, G. R. et al. 2009; Comportamento de progênies F4 obtidas por cruzamentos de 'Icatu' com 'Catimor'. Ciência e Agro tecnologia, Lavras, v. 33, n. 1, p. 47-52, jan./fev.
- CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M. 2001 Cercospora: doença do cafeeiro também chamada de "olho pardo" ou "olho de pomba". Lavras: UFLA, (Informe Tecnológico, 026).
- CHALFOUN, S. M. 1997: Doenças do Café: Importância, Identificação e Método de Controle. Lavras. UFLA / FLAEPE, 96p.
- (CONAB 2020); Companhia Nacional de Abastecimento de Brasil: <https://www.conab.gov.br> revisado em línea 28 de mayo 2020.
- CORLETT, M. 1991. An annotated list of the published names in Mycosphaerella and Sphaerella. Mycologia Memoir, v. 18, p. 1-328,
- CORREA, L. V. T.; MENDES, A. N. G.; BARTHOLO, G. F. jul./ago. 2006; Comportamento de progênies de cafeeiro Icatu. Ciência e Agro tecnologia, Lavras, v. 30, n. 4, p. 618- 622,

- CUNHA, R.L. et al. 2001: Desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para avaliar a severidade da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) do cafeeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., , Vitória. Resumos Expandidos. p. 1001-1008.
- CUSTÓDIO, A. A. DE P. et al. 2011: Comparação e validação de escalas diagramáticas para cercosporiose em folhas de cafeeiro. *Ciencia e Agro tecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1067–1076,
- CROUS, P. W; 2004 Cryptic speciation and host specificity among *Mycosphaerella* spp. occurring on Australian *Acacia* species grown as exotics in the tropics. *Studies in Mycology*, v.50, p. 457–469,
- CROWE, T.J. 1963. Possible vector of the uredosporas of *Hemileia vastatrix* in Kenya. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 46(1): p 24 - 26.
- DE JONG, E.J; ESKES, A.B; HOOGSTRATEN, J.G.J; ZADOKS, J.C. 1987. Temperature requirements for germination, germ tube growth, and appressorium formation of uredosporas of *Hemileia vastatrix*. *Neth.J. Plant Path.* p 93: 61 - 71.
- DELL' ACQUA R. 2011; Variabilidade in vitro, in vivo e molecular de isolados de *Cercospora coffeicola*. *Tropical Plant Pathology*, Brasília, v. 36, n. 5, p. 313-326.
- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS: USDA 2019 Foro Agrícola: resumen y conclusiones
- ESKES, A.B. 1982. The use leaf disk inoculation in assessing resistance of coffee to (*Hemileia vastatrix*). *Neth. J. Pl. Pathol.* 88 (4): p 127 - 141.
- ESKES, A.B; SOUZ E.Z. 1981. Ataque da ferrugem em ramos como sem produção de plantas do cultivar Catuaí. In. 9 Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, São Lourenço, Minas Gerais, Brasil, 27 - 30 agosto, 1981. Brazil. IBC. p 186 - 188.
- FAWCETT, G. L. 1993: Report of the plant pathologist. Puerto Rico A,gr. Exp. Sta. Anna.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS. FNC, 2008, [en línea]. Disponible: URL: http://www.cafe_de_Colombia.com Bogotá D.C. [citado el 13 diciembre de 2019]
- FERNÁNDEZ, B. O.; CADENA, G. G.; LOPEZ, D. S.; BUITRAGO, S. H. L.; ARANGO, B. L. G.1983. La mancha de hierro del cafeto *Cercospora*

coffeicola Berck & Cooke, biología, epidemiología y control. París (França), ASIC, p.541 - 551,

FERREIRA, A. et al. 2013; Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, p.1189- 1195,

FISCHERS WORRING, B; ROBKAMP, R; 2001. Gaia para la caficultura ecological. 3 ed. Lima Perú. 153 p.

FRITZ, A. CHOussy, F. 1996: El café de El Salvador.6: 55-60 p

GUHARAY, F. 2001. ¿Cómo saber cuántas plagas y enfermedades tenemos en una plantación? In. I seminario latinoamericano sobre la broca. San José, Costa Rica, ICAFE, PROMECAFE. p 27 - 32.

HOOGSTRATEN, J.G.J; T; BRAGHINI, M; ESKES, A.B. 1983. Influência da umidade do solo e umidades relativos do ar sobre resistência do cafeeiro a *Hemileia vastatrix*. In. 10 Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil, 29 de agosto a 1 de setembro 1983, Brasil, IBC/GERCA. p 110 - 111.

JULIATTI, F. C.; SILVA, S. A.; JULIATTI, F. C. 2001; Problemas Fitossanitários em culturas sob pivô central no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. In: Zambolim, L. (ed.). Manejo Integrado Fitossanitário: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa: UFV – MG. 722p. p.205 - - 256.

KUSHALAPPA, A.C. 1989b. Biology and Epidemiology. In Coffee Rust: Epidemiology, Resistance and Management. Ed. por A.C. Kushalappa y A.B. Eske, Florida, CRC Press. p 16 - 80.

KUSHALAPPA, A.C; AKUTSU, M; OSEGUERA, S.H; CHAVES, G.M; MELLES, C. A; MIRANDA, J.M; BARTOLO, G.F. 1984. Equations for predicting the rate of coffee rust development based on net survival ratio for manocyclic process of *Hemileia vastatrix*. Fitopatologia Brasileira 9: p 255 - 271.

LEGUIZAMÓN C., J. 1997. La mancha de hierro del cafeto. Avances Técnicos Cenicafé No. 246: 1- 8.

MAPA; 2020, Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento.

MATIELLO, J. B. CARVALHO, C. H. 2007; Critérios para a escolha da cultivar de café. In:S. (ed.), Cultivares de café. Brasília: EMBRAPA, , p. 104-111.

MAYNE, W.W. 1930. Seasonal periodicity of coffee leaf disease (*Hemileia vastatrix* B. &Br). Bull. Mysore Coffee Exp. Sta. 4: p 1 - 16.

- McCain, J.W; HENNEN, F. 1984. Development of uredinial thallus and sorus in the orange coffee rust fungus *Hemileia vastatrix*. *Phytopathology* 74: p 714 - 721.
- MIGNUCCI, J. S.; VARELA, J.F.; RODRIGUES, S. C.; VELEZ, R. A. J.; BALLESTER, J. 1986 Coffee berry disease losses and chemical control. *Phytopathology (EUA)*, v.76, , p.375.
- MÔNACO, L. C. 1960; Melhoramento do cafeeiro. XVII- Seleção do Maragogipe A.D. *Bragantia*, v.19, n.29, p.460-492,
- MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. 1978. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology*, v.7, p.40-51,
- MUTHAPPA, B.N. 1980. M; Behaviour of *Hemileia vastatrix* during un favourable weather. *J. Coffee Res.* 10 (2): p 31 - 35.
- NUTMAN, F.J; ROBERTS, F.M. 1963. Studies on the biology of *Hemileia vastatrix* Berk & Br. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46 (1): p 27 - 48.
- NUTMAN, F.J; ROBERTS, F.M; BOCK, K.R. 1960. Methods of uredospore dispersal of the coffee leaf rust fungus, *Hemileia vastatrix*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 43(3): p 509 - 515.
- OLIVEIRA, L. H. 1997; SIG para a Gestão de Custos por Qualidade: Estudo de Caso em uma Cooperativa de Café. *Revista de Administração Contemporânea*, v.1, n.3, p.97- 119,
- PAIVA, B. R. T. L.; 2013; Progress of *Cercospora* leaf spot in coffee under different irrigation management systems and planting densities. *Coffee Science*, v. 8, n. 2, p. 158-167, Lavras,
- PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B. 2008: Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de *Coffea arabica*. *Bragantia*, Campinas, v. 68, n. 1, p. 169-181,
- SOTO – PINTO, L; PERFECTO, I; CABALLERO - NIETO, J. 2012. Shade over coffee: its effects on coffee berry borer, leaf rusts and spontaneous herbs in Chiapas. México. *Agroforestry Systems*. p 55, 37 - 45.
- QUESADA, G.T.R. 2110: Estudios sobre la mancha de la hoja del café producida por *Cercospora* en la región de Turrialba, Costa Rica. *Turrialba (Costa Rica)* 90 p.
- RAYNER, R.W. 1961. Spore liberation and dispersal of coffee rust *Hemileia vastatrix* Berk & Br. *Nature* 191 (4789): p 245.
- RAYNER, R.W. 1972. *Micología, Historia y Biología de la roya del cafeto*. Costa Rica, IICA- CATIE, Publicación Miscelánea 94. p 68.

- REZENDE, R. M. et al. 2013; Resistance of *Coffea arabica* progenies in field conditions infested by *Meloidogyne exigua*. *Nematropica*, Bradenton, v. 43, n. 2, p. 233-24
- RIBEIRO AC, GUIMARÃES PTG AND ALVAREZ VVH; 1999; Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Comissão de Fertilidade d Solo do Estado de Minas Gerais, Viçosa.
- RIBEIRO, I.J.A; MONACO, L.C; TISSELI – FILHO, O; SUGIMORI, M.N. 1978. Efeito de alta temperatura no desenvolvimento de *Hemileia vastatrix* em cafeeiro suscetível. *Bragantia*. p 37, 11 - 6.
- SAMAYOA, J; O; SÁNCHEZ, V. 2000. Importancia de la sombra en la incidencia de enfermedades en café orgánico y convencional en Paraíso, Costa Rica. *Agroforestry en las Américas*. 7(26): p 34 – 36.
- SCHROTH, G; KRAUSS, U; GASPAROTTO, L; DUARTE, J; VOHLAND, K. 2000. Pests and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. *Agroforestry Systems* 50: p 199 - 241.
- SIDDIQI, M.A. 1970: Incidence, development and symptoms of *Cercospora* disease of coffee in Malawi. *Transactions of the British Mycological Society*. 54: 415-421.
- SILVA, J. A. 2016.; da. Diversidade genética e seleção de progênies de cafeeiros do grupo “Big Coffee VL”. 2016. 66 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras.
- SILVA, M. C. et al. 2006; Coffee resistance to the main diseases: leaf rust and coffee berry disease. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Piracicaba, v. 18, n. 1,p. 119-147,
- SOMARRIBA, B.G., MONTERROSO, S.D.; GUTIERREZ, G.J. (1995). Epidemiología de la mancha de hierro del café (*Cercospora coffeicola* Berk & Cooke) en las regiones norte y pacífico de Nicaragua. *Simpósio sobre Caficultura Latinoamericana* (16. :1993 :Managua, Nicaragua) 1: 340-350.
- SOUZA, A. G. C. 2011. Infection process of *Cercospora coffeicola* on coffee leaf. *Journal of Phytopathology*, v. 159, p. 6–11,
- SOUZA, A. G. C.; 2015; A time series analysis of brown eye spot progress in conventional and organic coffee production systems. *Plant Pathology*, v. 64, n.1, p.157-166,
- TEIXEIRA, V.; E; 2018; Incidência de la roya en las progenies de café Big Coffee VL Monografía presentada a la Universidad Federal de Lavras, del curso de Agronomía, para obtener una licenciatura.

- ZADOKS, J.C; SCHEIN, R.D. 1979. Epidemiology and plant disease management. New York, USA: Oxford University Press.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, E. M. 2005; Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H. et al. (Ed.). Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo: Ceres,. v. 2, p. 165-180.
- ZAMBOLIM, L. 2007; Boas Práticas Agrícolas na Produção de Café. 1. ed. Viçosa: Departamento de Fitopatologia, v. 1. 234p.
- ZAMBOLIM, L.; Vale, F. X.R.; Pereira, A. A.; Chaves, G.M. 1997 Café: controle doenças. Doenças causadas por fungos, bactéria e vírus. In: do Vale, F. V. R.;