



Universidad de San Carlos de Guatemala

Dirección General de Investigación

Programa Universitario de Investigación en Ciencias Básicas

INFORME FINAL

SELECCIÓN DE CULTIVARES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) ADAPTADOS A LAS REGIONES CAFETALERAS DE GUATEMALA BASADOS EN CARACTERES AGROMORFOLÓGICOS, RESISTENCIA A PLAGAS, ENFERMEDADES Y CALIDAD DE TAZA.

Equipo de investigación

Coordinador: Edín Francisco Orozco Miranda

Auxiliar de Investigación II: Carlos Hernández Méndez

Guatemala noviembre, 2017

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN AVALADORA



Instituto de Investigaciones Agronómicas, IIA-FAUSAC

M.Sc. Gerardo Arroyo Catalán

Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar

Coordinador General de Programas

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar

Coordinador del Programa de Investigación

Dr. Edin Francisco Orozco Miranda

Coordinador del proyecto.

P. Forestal. Carlos Hernández Méndez

Auxiliar de Investigación II

Partida Presupuestaria

4.8.63.4.06

Año de ejecución: 2017

Índice general

Contenido	Página
1. Resumen	1
2. Abstract.....	2
3. Introducción.....	3
4. Marco teórico y estado del arte.....	5
4.1 Referencias de la caficultura guatemalteca.....	5
4.1.1 Superficie total del cultivo y número de productores.....	5
4.1.2 Rendimiento.....	5
4.1.3 Producción y exportación	6
4.1.4 Proceso de catación de café.....	7
4.2 Especies y variedades de café en Guatemala.....	7
4.2.1 Variedades de mayor importancia para Guatemala.....	7
4.2.2 Descripción de cultivares de café evaluados en ésta investigación y establecidos en las regiones cafetaleras de Guatemala, considerados promisorios en Brasil	10
4.3 Plagas y enfermedades de importancia en la caficultura guatemalteca	14
4.4 Resistencia de las plantas a enfermedades.....	17
4.5 Instituciones dedicadas al desarrollo de cultivares de café en Brasil	19
5. Materiales y métodos.....	20
5.1 Área de estudio	20
5.2 Cultivares de café evaluados.....	21
5.3 Caracterización morfológica de 28 cultivares promisorios de café.....	22
5.3.1 Descriptor de caracterización morfológica de café según IPGRI (1996), modificado.....	23
5.3.2 Determinación del rendimiento de los 50 genotipos de café.....	24
5.4 Metodología para la selección de cultivares de café basado en caracteres de resistencia a plagas y enfermedades	24
5.4.1 Cuantificación de enfermedades.....	25
5.5 Metodología para evaluar la granulometría del grano y la calidad de taza de los cultivares.....	26
5.6 Procesamiento de datos.....	28
5.6.1 Caracterización morfológica de los cultivares de café evaluados	28

5.6.2 Cultivares de café con resistencia a enfermedades y plagas	28
5.6.3 Rendimiento y calidad de taza.....	28
6. Resultados.....	29
6.1 Caracterización morfológica de cultivares de café en regiones cafetaleras de Guatemala.....	29
6.2 Evaluación de cultivares de café resistentes enfermedades y plagas en seis regiones cafetaleras de Guatemala, 2017	42
6.2.1 Enfermedades y plagas en cultivares de café grupo 1	43
6.2.2 Enfermedades y plagas en cultivares de café grupo 2	46
6.3 Rendimiento y calidad de taza de los cultivares de café evaluados.....	48
6.3.1 Rendimiento.....	48
6.3.2 Características organolépticas de cultivares de café correspondientes al grupo 1 en las localidades de San Marcos y Zacapa.....	50
6.4 Impacto del proyecto.....	55
7. Análisis y discusión de resultados	56
8. Conclusiones.....	58
9. Recomendaciones	59
10. Referencias	60
11. Apéndices	64
12. Orden de pago.....	72

Índice de ilustraciones

Figura 1. Historial de millones de sacos de café oro exportados de Guatemala y divisas durante el periodo 2016-2017. Tomada de Ingreso de divisas 2017. (ANACAFÉ, 2017) ...	6
Figura 2. Representación gráfica de diseño de los diferentes portes en las variedades de café comerciales en Guatemala (porte alto, medio y bajo). Tomado de informe: Algunas Características Importantes de las variedades más conocidas en Guatemala. (Armando García, s.f.).	9
Figura 3. Cultivares de café derivados del híbrido del Timor (HdT).	19
Figura 4. Mapa de ubicación geográfica de los ensayos de cultivares de café, considerados en el estudio, DIGI 2017.	20
Figura 5. Escalas para la cuantificación de severidad de roya del café en campo.	25
Figura 6. Característica de color de brote en hoja más joven, (a) bronceado y (b) verde. Color de frutos (c) rojo y (d) amarillo. Caracteres cualitativos de los cultivares, evaluados, 2016-2017.	30
Figura 7. Dendrograma de clasificación fenotípica de 7 cultivares de café correspondiente a la localidad de El Rodeo, San Marcos, 2017. Distancia euclidiana al medio con valor de 4.	35
Figura 8. Dendrograma de clasificación fenotípica de 7 cultivares de café correspondiente a la localidad de Esquipulas, Chiquimula, 2017.	36
Figura 9. Dendrograma de clasificación fenotípica de 7 cultivares de café en la localidad de La Sierra de las Minas, Usumatlán, Zacapa, 2017.	37
Figura 10. Dendrograma de clasificación fenotípica para los cultivares en Santiago Atitlán, Sololá, con plantas de 3 años de edad, 2017.	41
Figura 11. Daño en hojas de café ocasionado por el gusano minador del café, en cultivares de café en el ensayo de la localidad de Esquipulas, Chiquimula, 2017.	45
Figura 12. Daño de la plaga de broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> , se observa orificios en frutos de cultivares de café en ensayos de campo, ensayo Esquipulas, Chiquimula, 2017.	46

SELECCIÓN DE CULTIVARES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) ADAPTADOS A LAS REGIONES CAFETALERAS DE GUATEMALA BASADOS EN CARACTERES AGROMORFOLÓGICOS, RESISTENCIA A PLAGAS, ENFERMEDADES Y CALIDAD DE TAZA

1. Resumen

En Guatemala a partir del 2010, la roya del café ocasionada por *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., es la principal limitante en la producción del cultivo de café. La enfermedad ocasiona defoliación, muerte de ramas, disminuye productividad, baja la calidad del grano y aumenta costos de producción. Durante 2010-2014, fue considerada como epidemia regional en Centroamérica, México y El Caribe. Las pérdidas en cosecha se estimaron entre 15-40% e incluso hasta 100% para algunos caficultores. Las causas de la enfermedad identificadas fueron, el uso de variedades susceptibles (79%), manejo deficiente del cultivo y clima favorable al patógeno, entre otras. El objetivo del estudio fue seleccionar cultivares con resistencia a roya del café, características agronómicas deseables, alta productividad, calidad de taza y adaptación a condiciones locales en seis regiones cafetaleras de Guatemala. Los cultivares evaluados fueron establecidos en 2013-2014. La roya del café en hojas se cuantificó con auxilio de escala diagramática, descripción de plagas, caracterización agro morfológica y análisis de calidad de taza en el laboratorio de ANACAFÉ, para cada cultivar. Se determinó buena adaptación de los cultivares con características agro morfológicas aceptables por los agricultores. De 35 cultivares evaluados, 10 presentaron resistencia a la roya del café. Las variedades Pau Brasil, IAPAR 59, Catiguá MG2, Paraíso, H29-1-3-1-2-5-5 y Arañas, de los resistentes fueron considerados como promisorios para uso comercial. Los restantes manifestaron susceptibilidad en algunas regiones. Se observó daños mínimos de minador de la hoja del café (*Leucoptera coffeella*). La calidad de taza producto de la primera cosecha, fue catalogada como semiduro y estrictamente duro, con punteo de 80 a 85. Se demostró la relevancia de adaptar cultivares resistentes como parte de la estrategia de control de la enfermedad.

2. Abstract

In Guatemala since 2010, Coffee Rust caused by *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., has been the most limiting factor for coffee production. The disease causes defoliation, death of branches, productivity decrease, lessen grain quality and increases production costs. During 2010-2014 period, it was considered a regional epidemic in Mexico, Central America and The Caribbean islands. Losses in coffee farms in Guatemala during this period were estimated between 15-40%, and even reaching 100% in some cases. Although many factors are involved, the use of susceptible varieties (79%), poor management of plantations and favorable climatic conditions to the pathogen, were identified as the key drivers for disease outbreak. The research objective was the testing and selection of varieties that combine resistance to coffee rust, presence of desirable agronomic characteristics, high productivity, quality of cup and adapted to farming site conditions of the different coffee regions of the country. The evaluated coffee cultivars were established in six locations in 2013-2014. Rust presence was quantified with the aid of a diagrammatic scale; pest's presence, agro-morphological characterization and cup quality analysis was carried out for each cultivar. Good adaptation of cultivars with agro morphological characteristics desirable to farmers was determined. 10 out of 35 cultivars showed resistance to the pathogen in all regions; the remaining ones showed susceptibility in some regions. Cultivars: Pau Brasil, IAPAR 59, Catiguá MG2, Paraíso, H29-1-3-1-2-5-5 and Arañas, in addition to resistance to the disease, showed other desirable characteristics, therefore were regarded as promising for commercial use. Minor damage was observed from Coffee Leaf Miner (*Leucoptera coffeella*). First yield cup quality was classified as semi-hard and strictly hard, with a score of 80 to 85. Our study demonstrates the relevance of adapting resistant cultivars as part of the strategy for controlling Coffee Rust disease.

3. Introducción

La caficultura en Guatemala es una actividad agrícola importante para la población guatemalteca. El café es producto de exportación y rubro considerable en la economía. Según la Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ), se estima área de cultivo aproximado de 305,000 ha e involucra alrededor de 125,000 caficultores. Durante el periodo 2015-2016, la producción de café oro fue entre 4.3 a 4.5 millones de quintales. Las variedades de café comerciales más cultivadas son: Caturra (38%), Catuaí (22%) y Borbón (19%), las cuales poseen características muy específicas como calidad de taza, lo cual posiciona el café de Guatemala entre los mejores a nivel mundial. No obstante, estos valores a partir del problema epidémico de la roya del café, han variado por la inclinación de los agricultores a renovar sus plantaciones con el uso de variedades de café resistentes a roya (Orozco, 2015).

La roya del café, es la enfermedad más destructiva del cafeto y la de mayor importancia económica a nivel mundial. Provoca la caída prematura de las hojas, reduce la capacidad fotosintética de las plantas de café, debilita los árboles enfermos y en infecciones severas puede ocasionar muerte regresiva en ramas e incluso la muerte de los árboles (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2013). Es ocasionada por *H. vastatrix*, un hongo parásito obligado que sobrevive únicamente en tejido vivo del hospedante (APS), 2011). Las uredinosporas pueden sobrevivir por 6 semanas bajo condiciones ambientales secas. No se han reportado hospedantes alternos y no sobrevive en restos del cultivo. La dispersión de las uredinosporas a grandes distancias, es por medio de viento (Rijo, 1974). En Guatemala, es enfermedad importante en el cultivo de café y fue considerada como epidemia regional en Centro América, México y El Caribe durante los años 2010-2014. Causó pérdidas estimadas entre 15 a 40% en la producción y en casos particulares, mayores.

Existen varias estrategias de manejo de la enfermedad, el control químico con la aplicación de fungicidas sistémicos, es la forma inmediata que utilizan los caficultores. Sin embargo, una alternativa a la problemática de los agricultores, es el uso de variedades de café resistentes a la roya y que tengan buena calidad de taza. Desde luego, esto debe iniciar con la adaptación y selección de cultivares de café de manera local en condiciones de los productores.

Para lograr esto, se requirió de la investigación consistente de la evaluación de adaptación de cultivares resistentes a las razas del hongo existentes en Guatemala, en diferentes localidades. Actividad de largo plazo que permitió recomendar cultivares adaptados de manera regional durante el periodo febrero-noviembre 2017, a partir de plantas de café, en ensayos establecidos en 2013 y 2014.

De 35 cultivares de café, de los ensayos utilizados en ésta investigación. Siete provienen de una selección de 50 genotipos, realizado en el departamento de Santa Rosa (Soto, 2012) y una nueva colección de 28 cultivares establecidos en 2014, con fondos del proyecto FAUSAC-FODECYT 30-2013, en las diferentes regiones cafetaleras del país. Los cultivares de café, fueron provenientes del Programa de Mejoramiento de Café de la Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais (EPAMIG) y del Instituto Agronómico de Paraná (IAPAR), seleccionados y caracterizados como cultivares promisorios con alto rendimiento y calidad de taza en Brasil (EPAMIG, 2013).

4. Marco teórico y estado del arte

4.1 Referencias de la caficultura guatemalteca

4.1.1 Superficie total del cultivo y número de productores

De los cultivos permanentes en Guatemala, el café es el de mayor extensión con 365,566 ha cultivadas (Instituto Nacional de Estadística, 2015), e involucra alrededor de 125,000 caficultores distribuidos en 204 municipios de los 334 del país (MAGA, 2013). El grupo mayoritario corresponde a los que producen en pequeña escala o minifundistas y su distribución por departamento y región se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

Distribución de productores de café en Guatemala, indicado por departamento y región

Región	Departamento	Número de productores
I	San Marcos y Quetzaltenango	11,843
II	Retalhuleu, Suchitepéquez y Sololá	10,208
III	Escuintla, Sacatepéquez, Chimaltenango, Guatemala y El Progreso	12,072
IV	Santa Rosa, Jalapa y Jutiapa	19,299
V	Huehuetenango y Quiché	14,075
VI	Alta Verapaz, Baja Verapaz y parte de Izabal	16,707
VII	Zacapa, Chiquimula y parte de Izabal	5,796
	Total	90,000

Elaborado con base a acceso a la información de la roya del café, informe del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2013, Guatemala: (MAGA, 2013).

4.1.2 Rendimiento

El rendimiento promedio oscila entre 11.4 y 37.8 quintales oro/ha y para el café pergamino entre 14.28 a 47.14 quintales/ha (MAGA, 2013), con los valores de conversión para *C. arabica* de 5.05:1 y 5.25:1 (Marín López, Sandra M.; et al., 2004). Cuantificación obtenida por regiones, en el rendimiento reportado durante el periodo de cosecha 2010-11 y 2011-12 (Tabla 2).

Tabla 2

Rendimiento promedio por región temporadas 2011 y 2012

Región	Departamentos	Quintales oro/ha	Quintales pergamino/ha
I	San Marcos y Quetzaltenango	11.40	14.28
II	Retalhuleu, Suchitepéquez y Sololá	13.70	17.14
III	Escuintla, Sacatepéquez, Chimaltenango, Guatemala y El Progreso	14.90	18.57
IV	Santa Rosa, Jalapa y Jutiapa	12.60	15.71
V	Huehuetenango y Quiché	24.00	30.00
VI	Alta Verapaz, Baja Verapaz y parte de Izabal	13.70	17.14
VII	Zacapa, Chiquimula y parte de Izabal	37.80	47.14

Elaborado con base a acceso a la información de la roya del café, informe del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2013, Guatemala: (MAGA 2013).

4.1.3 Producción y exportación

De la producción de café en Guatemala, se estima que 400,000 quintales oro se destinan para consumo local y más de 90% se exporta a diferentes países (MAGA, 2013). Según (ANACAFÉ, 2017), la producción de café reportada correspondiente al 2016-2017, fue de 3.3 millones de sacos de 60 kg, lo que equivale a 4.36 millones de quintales en oro. El historial de producción de café del 2002 al 2017, se presenta en la Figura 1.



Figura 1. Historial de millones de sacos de café oro exportados de Guatemala y divisas durante el periodo 2002-2017. Tomada de Ingreso de divisas 2017. (ANACAFÉ, 2017)

4.1.4 Proceso de catación de café

Catación es la descripción y/o medición de características físicas y organolépticas del café. Puesto que permite evaluar atributos, cualidades y defectos, se convierte en una herramienta de control de calidad al final del proceso de transformación del producto. El café es un producto multicaracterístico, es decir, existen muchas variables de sabor que se pueden evaluar y medir, lo que definirá el perfil organoléptico para cada café.

Existen dos tipos de catación: cualitativa y cuantitativa. La primera, describe los defectos o atributos que pueden conformar el sabor de un café y, la segunda, la medición de complejidad o intensidad de las características evaluadas. Ello permite clasificar o categorizar los cafés evaluados. En el caso de los cafés producidos en Guatemala, permite definir el tipo al que pertenecen con base a la intensidad y complejidad (ANACAFÉ, s.f.-b)

4.2 Especies y variedades de café en Guatemala

En Guatemala se cultivan variedades de la especie *Coffea arabica* L. Es la más difundida en el mundo con 70%-75% de la producción. Otra especie es *Coffea canephora*, la variedad más importante es Robusta (ANACAFÉ, s.f.-a). Esta variedad también se cultiva en Guatemala pero en menor escala para producción de grano y en pequeña escala para semilla como patrón para el Injerto Reyna (Armando García, s.f.), dado que algunas variedades de esta especie, tienen resistencia a nematodos.

4.2.1 Variedades de mayor importancia para Guatemala

Las variedades de café más cultivadas en Guatemala son:

Borbón. Su producción es de 20 a 30 por ciento mayor que la de Typica, es de forma ligeramente cónica. Es un arbusto de porte alto con ramas secundarias abundantes; las ramas laterales forman un ángulo de 45 grados respecto al eje principal, con entrenudos cortos y mayor cantidad de axilas florales. Los brotes son de color verde, la hoja es ancha con bordes ondulados, el fruto es de menor tamaño y un poco más corto. Se adapta a regiones con altitud hasta de 1676 msnm (ANACAFÉ, s.f.-a).

Caturra. Es la principal variedad cultivada en Guatemala, ocupa el 38% del área plantada (Anzueto, 2013). Proveniente de Brasil, es mutación de Borbón, caracterizada por su precocidad y alta producción. Requiere buen manejo cultural, agronómico y adecuada fertilización. Es una planta de porte bajo (1.80 m), eje principal grueso poco ramificado, ramas laterales forman un ángulo de 45 grados respecto al eje principal, ramas secundarias abundantes y entrenudos cortos. Las hojas son grandes, anchas y de textura un poco áspera, con bordes ondulados, las hojas nuevas o brotes son de color verde. La forma de Caturra es ligeramente angular, compacta y con buen vigor vegetativo (ANACAFÉ, s.f.-a). Es susceptible a roya del café (Orozco, 2015).

Catuái rojo y amarillo. Es el resultado del cruce de las variedades Mundo Novo y Caturra realizado en Brasil. Las primeras introducciones a Guatemala se hicieron en 1970. Es variedad de porte medio (2.25 m), más alta que Caturra, las ramas laterales forman ángulo de 45° respecto al eje principal, entrenudos cortos. Las hojas nuevas o brotes son de color verde, las hojas adultas tienen forma redondeada y son brillantes. Es muy vigorosa y desarrolla mucho crecimiento lateral con “palmillas”. El fruto no se desprende fácilmente de la rama y es ventaja para las zonas donde la maduración coincide con períodos de lluvias intensas. Se adapta bien en altitud de 609 a 1,371 msnm en la Boca Costa; de 1,067 a 1,675 msnm en la zona central, oriental y norte del país. Es variedad que necesita de buen programa de manejo, especialmente la fertilización (ANACAFÉ, s.f.-a).

Catimor. Su nombre hace referencia a varias líneas descendientes del cruce realizado en Portugal en 1959, entre el híbrido de Timor (resistente a la roya) y Caturra. En general son precoces y productivos con rendimientos superiores a otras variedades comerciales. Se adapta muy bien en regiones bajas y medias, entre 610 a 915 msnm, con lluvias superiores a los 3,000 mm anuales (ANACAFÉ, s.f.-a).

Pache común. Se originó en Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa en 1949, mutación del cultivar Typica. Planta de porte bajo (1.80 m), las ramas laterales forman un ángulo de 60 grados respecto al eje principal y son frondosas con entrenudos cortos, termina en una copa bastante plana, es susceptible a roya del café (Anacafe, s.f.a;; Orozco, 2015).

Pache Colis. Se originó en Mataquesuintla, Jalapa, encontrado en una plantación de caturra y pache común. Cafeto de porte bajo, entrenudos cortos, adaptada entre 900 a 1900 msnm (ANACAFÉ, s.f.-a). Es susceptible a roya del café (Orozco, 2015).

Anacafé 14. La variedad Anacafé-14 es de porte medio, frondoso, tiene abundantes ramificaciones y los frutos son de forma ovalada y más grandes con relación al estándar y es resistente a la roya del café. Fue liberado por ANACAFÉ en el año 2014. Su adopción ha sido buena por los caficultores (ANACAFÉ, 2014). En la figura 2, se representan gráficamente los portes de las variedades de café.

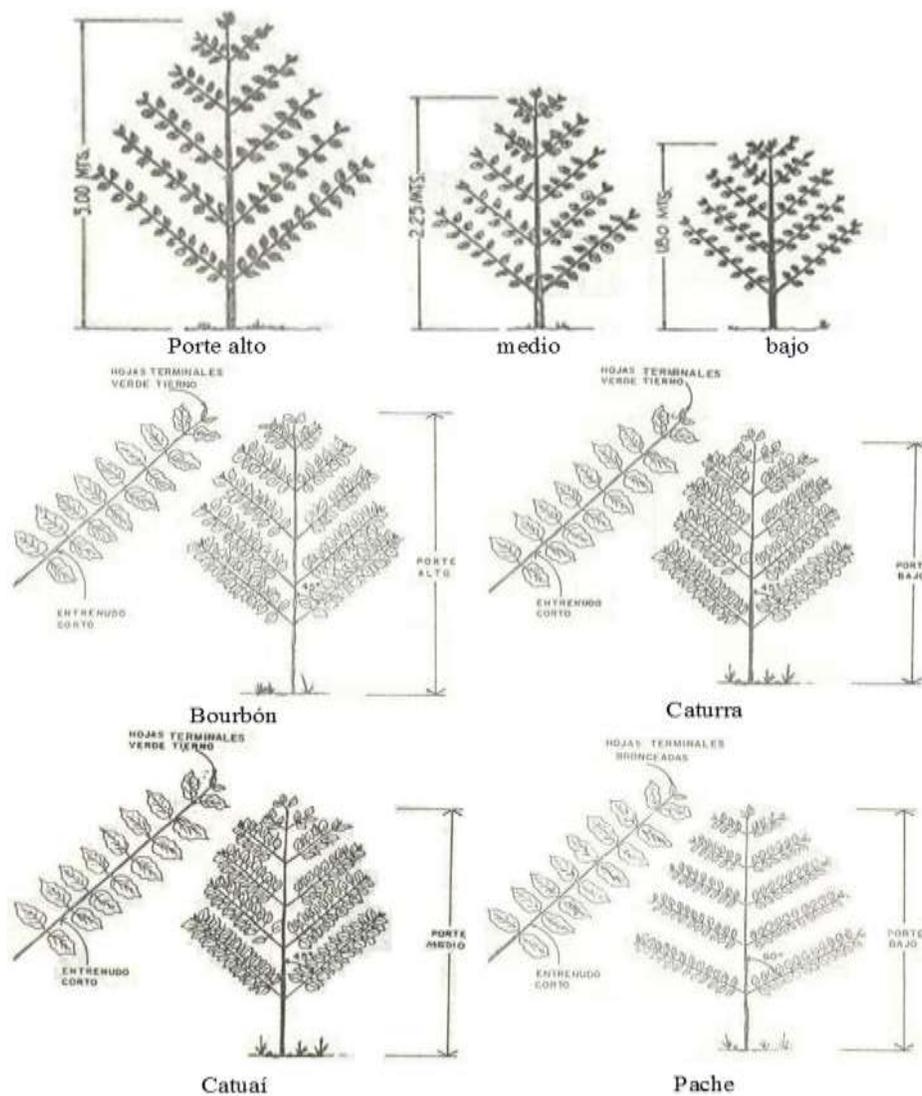


Figura 2. Representación gráfica de diseño de los diferentes portes en las variedades de café comerciales en Guatemala (porte alto, medio y bajo). Tomado de informe: Algunas Características Importantes de las variedades más conocidas en Guatemala. (Armando García, s.f.).

4.2.2 Descripción de cultivares de café evaluados en ésta investigación y establecidos en las regiones cafetaleras de Guatemala, considerados promisorios en Brasil

Los cultivares son provenientes del Consorcio de Investigación de Café en Brasil y fueron obtenidos a partir de un intercambio científico en la Universidad Federal de Lavras (UFLA), la Empresa de Pesquisa Agropecuaria (EPAMIG) y el Instituto Agronómico de Paraná, (IAPAR). Cultivares considerados promisorios debido a la fuente de resistencia a roya del café, proceden de cruzamientos del híbrido de Timor, Icatu y germoplasmas resultantes de recombinaciones a partir de cruces naturales y artificiales con múltiples fuentes de resistencia (Tabla 3).

Tabla 3
Descripción de los cultivares provenientes de Consorcio de Investigación de Café, Brasil

Cultivar	Origen	Características
Instituto Agronómico IAC		
Acaiaí 474-19	Derivada de selección de cultivares individuales "Mundo Novo", el nombre Acaiaí, en Tupí-guaraní significa frutas con semillas grandes, progenie P 474 'Mundo Novo'.	Buena producción. Altura media de plantas adultas de 4.2 m, color de hojas nuevas generalmente bronce. Peso medio de 1000 semillas 140 g. El valor del tamiz promedio varía de 18 a 19, rendimiento medio, relación entre el peso de café maduro y el de beneficiado, es 5.6. Producción media de 30 sacos de café beneficiados/ha. Calidad de la bebida es muy buena. Por su origen, 50% de 'Borbón Rojo' y 50% de 'Típica' ('Sumatra').
Catuaí amarillo 62 & Catuaí amarillo 17	Cultivares obtenidos por el cruce de 'Caturra amarillo', prefijo IAC 476-11, con 'Mundo Novo' IAC 374-19. El híbrido resultante recibió el prefijo IAC H2077. En la población F3 (IAC H2077-2-5).	Plantas vigorosas, altura media de 2 a 2.3 m, sistema radicular fuerte, profundidad mayor 2.0 m. Las hojas nuevas de color verde claro y las adultas verde oscuro y brillante. Peso medio de 1000 semillas, de 112 a 125 g. El valor del tamiz promedio de los granos varía de 16.5 a 16.7. La producción media de café beneficiado, en espaciamientos de 3.5 por 0.5 m, es de 30 a 40 sacos/ha.
Catuaí rojo 144 & Catuaí rojo 99	Producto recombinante a partir de un cruce artificial entre cultivares Caturra amarillo, IAC 476-11 y Mundo Novo IAC 374-19, de <i>C. arabica</i> . Catuaí rojo. El término Catuaí, en Tupí-guaraní, significa "Muy bueno".	Altura de plantas puede alcanzar entre 2 y 2.4 m en promedio y el diámetro de la copa, de 1.7 a 2.1 m. El sistema radicular es bien desarrollado. Las hojas nuevas son de color verde claro y las adultas verde oscuro brillante. Peso medio de 1000 semillas de 102 a 123 g. El valor del tamiz promedio es de 6.5. Vigor y productividad

Mundo Novo 376-4	Recombinación resultante de un cruce natural entre los cultivares Sumatra y Borbón rojo.	alta. Calidad de la bebida excelente, fruto oblongo, rojo.
		Plantas adultas, altura media de 3.4 m. Sistema radicular bien desarrollado. El color de los nuevos brotes es verde claro o bronce; las ramas secundarias son abundantes. Peso medio de 1000 semillas es de 127.8 g (116 a 149 g). El valor del tamiz promedio, indicador del tamaño de la semilla es de 17.2 (16.1 a 18.1). La relación entre el peso de café maduro y el de beneficiado en promedio es de 5.6 (5.4 a 6.2). Producción media anual de café beneficiado entre 25 y 35 sacos/ha.

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais- EPAMIG

Acaiá Cerrado	Pertenece al grupo Acaiá desarrollado originalmente por el IAC. Se deriva de Acaiá IAC 474-1.	Planta con excelente vigor vegetativo, porte alto y cafeto con copa de formato cónico. Frutos maduros rojos y grandes. Semillas con alto porcentaje de clasificación en cribas altas (>17), característica comercial de gran interés. Frondoso todo el año.
Araponga MG1	Hibridación artificial entre Catuaí amarillo IAC 86 y selección de Timor híbrido UFV 446-08, llevado a cabo por EPAMIG/ UFV, en Viçosa, MG.	Alto vigor vegetativo, buena arquitectura de planta, alta productividad. La calidad de bebida es idéntica a los cultivares Catuaí y el Mundo Novo.
Catiguá MG2	Cruce artificial entre un café del cultivar Catuaí Amarillo IAC 86 y una planta Híbrido de Timor (UFV 440-10). Las progenies de las plantas H 514-7-14-2 y H 514-7-16-3, en generación F4, en la EPAMIG, dio origen a los cultivares Catiguá MG1 y Catiguá MG2.	Ramificación secundaria abundante, hojas nuevas color bronce y verde, fruto grande, oblongo y rojo intenso. Buen vigor, productividad alta y calidad de bebida buena.
Oeiras MG 685	Resultado de esfuerzo entre la UFV y EPAMIG. Se desarrolló por el método genealógico del híbrido CIFC HW 26/5, resultado del cruce entre 'Caturra rojo' (CIFC 19/1) e 'Híbrido de Timor' (CIFC 832/1), pertenece al germoplasma de Catimor. Generación F6 como UFV 6851, dio origen a cultivar OEIRAS MG 6851, liberada para la plantación comercial en la generación F7.	Brotes color bronce, fruto rojo, semilla grande y ligeramente alargada, maduración uniforme e intermedia. Productividad y vigor alto, hojas jóvenes bronce. Calidad de taza buena

Continuación, Tabla 3

PARAÍSO MGH 419-1 & PARAÍSO MG2	Resultado del cruce artificial realizado en la UFV, entre el cultivar Catuaí amarillo IAC 30 y la selección de Híbrido de Timor UFV 445-46, proveniente del Centro de Investigación de la roya del café en OEIRAS, Portugal. El cultivar PARAÍSO MG H 419-1 es resultante de la mezcla de semillas de ocho progenies, en generación F4.	El cultivar PARAÍSO MG H 419-1 presenta alto nivel de resistencia al agente causal de la roya del café. Cafetos presentan altura media de 1.95 m, a los 72 meses después de la siembra en el campo. Porte bajo, hojas jóvenes color verde, fruto oblongo, amarillo, vigor medio, productividad alta, calidad de taza buena.
Pau Brasil MG 1	Hibridación artificial entre el cultivar Catuaí rojo IAC 141 y la selección de Híbrido de Timor UFV 442-34, realizada por el equipo de investigadores de EPAMIG/UFV. Pau-Brasil MG1, en generación F5.	El cultivar Pau-Brasil MG1 presenta alto nivel de resistencia al agente causal de la roya del café. Los cafetos de este cultivar presentan alto vigor vegetativo, buena arquitectura de planta y alta productividad. Hojas jóvenes de color verde, fruto elíptico color rojo y buena calidad de taza.
Sacramento MG 1	Hibridación artificial entre Catuaí rojo IAC 81 y la selección de 'Híbrido de Timor UFV 438-52', realizada por investigadores de EPAMIG /UFV. Mediante el método genealógico de mejoramiento genético de plantas. Con una mezcla de semillas designada de H 505-9-2-2-1, en la generación F5, en Sacramento, Minas Gerais, dio origen al cultivar Sacramento MG1.	El cultivar Sacramento MG1 presenta resistencia al agente causal de la roya del café. Los cafetos de este cultivar presentan alto vigor vegetativo y elevada productividad, destacándose por la precocidad de la capacidad productiva inicial. Los cafés presentan tamaño medio, con ramas plagiotrópicas largas, que dan arquitectura más abierta a las plantas. Los frutos son de color rojo y las hojas nuevas son verde o bronce.
Topazio MG 1190	Cruce entre las cultivares Catuaí amarillo y Mundo Novo, realizado por técnicos del Instituto Agronómico de Campinas (IAC), en la década de 1960.	Plantas de porte bajo altura alrededor de 2.0 m y diámetro medio de copa de 1.8 m. Tiene excelente productividad y elevado vigor vegetativo. El número de ramificaciones secundarias es abundante. Los frutos son de color amarillo y las hojas, cuando nuevas, predominantemente de color bronce oscuro, marcador genético que las diferencia de las cultivares Catuaí que presentan brotes verdes.
Travessia MG2	Resultado del cruce entre los cultivares Catuaí Amarillo con el cultivar Mundo Novo. Estos cruces se realizaron en la década de 1960 en el Instituto Agronómico de Campinas (IAC).	Porte bajo, forma cilíndrica. Ramas plagiotrópicas con entrenudos cortos, ramificaciones secundarias abundantes. Frutos de color amarillo cuando maduros, brotes coloración verde, excelente productividad y vigor vegetativo, sin presentar agotamiento y sequía de ramas productivas en año de alta producción. Responde a la poda esqueletamento.

Continuación, Tabla 3

Catuaí Amarillo 2SL	Cruce natural entre 'Icatu y 'Catuaí'. La primera selección fue efectuada en 1988, por investigadores del Instituto Brasileño del Café, IBC, en una población de cafetos del cultivar Icatu Rojo. Las progenies en este programa de mejoramiento dio origen a cultivares de frutos amarillos y de frutos rojos, generación F6, denominadas Catuaí, una combinación de las palabras Icatu y Catuaí.	En general, los cultivares del grupo Catuaí presentan resistencia moderada al agente causal de la roya del café, lo que significa que las plantas pueden ser infectadas, daños causados, generalmente pequeños. Crecimiento vegetativo vigoroso, fruto amarillo, semilla mediana, buena capacidad de rebrote, alto vigor vegetativo y alta productividad. Buena calidad de bebida, similar al cultivar Catuaí.
MGS Arañas	Cruce, iniciado en 1985 en el Campo Experimental de la EPAMIG de los cultivares Icatu Rojo IAC 3851-2 y Catimor UFV 1602-215, ambas con resistencia genética al agente causal de la roya del café.	Resistente a la roya del café, porte bajo (altura media 2.7 m) y la copa en formato cónico. Frutos color rojo. Las hojas nuevas color bronce y cuando adultas, verde oscuro brillante. Productividad media (en parcela experimental) de 56.48 sacos/ha y excelente calidad de bebida (88 puntos en la escala de 0-100 puntos según criterios de la Brasil Specialty Coffee Association - BSCA). Presenta notas de frutas secas (damasco), buen cuerpo y finalización agradable.

Instituto Agronómico do Paraná- IAPAR

IAPAR 59	Cruce entre Villa Sarchi CIFC 971/10 y el Híbrido de Timor CIFC 832/2, en el Centro de Investigación de las Ferrugens del Cafetero - CIFC, en Portugal. La progenie PR 75163- en la generación F4, se destacó en los ensayos realizados por el IAPAR en los municipios de Londrina, Loanda y Carlópolis, en Paraná, dando origen a cultivar IAPAR 59.	Presenta resistencia completa duradera a la roya del café, es resistente a 45 razas de <i>H. vastatrix</i> . Es de porte bajo, menor diámetro y volumen de copa que Catuaí, permite plantíos densos. Brotes de color bronce predominante, con pequeño porcentaje de brotes verdes, frutos rojos con maduración medianamente precoz, granos de buen tamaño (tamiz promedio 16) y calidad de bebida similar a la de la 'Borbón rojo'. Es bastante productiva durante los primeros años de cultivo, pero puede presentar intensa sequedad de ramas si se planta en espaciamiento convencional que induce a una alta productividad por planta.
IPR 103	Cruce entre Catuaí e Icatu, realizado por el IAC en 1977. Por medio del método genealógico, fue seleccionada la progenie IAPR 77054-40, que dio origen a la progenie F5 IAPARLF 77054-40-10.	Mayor vigor vegetativo que 'Catuaí' y gran ramificación plagiotrópica secundaria. Los frutos maduración más tardía que los de 'Catuaí', de color rojo; las semillas son de tamaño mediano y los brotes de color bronce. Presenta moderada resistencia a la roya del café, resistencia parcial a la necrosis de los frutos y sistema radicular rústico. La bebida es de buena calidad y de alta productividad. Minimiza las heladas y se adapta al calor y a los suelos pobres.

IPR 98	Cruce entre Villa Sarchí CIFC 971/10 y el Híbrido de Timor CIFC 832/2, en el Centro de Investigación de las Ferrugens del Cafetero (CIFC), en Portugal. Progenie F4, PR75163 - 21, dio origen a la progenie F5, PR LF 75163 - 21 - 10 (IPR- 98), seleccionada por tener mayor ramificación.	Cultivo del germoplasma Sarchimor, de porte pequeño, vigor vegetativo similar al IAPAR-59 y con resistencia completa y duradera a más de 45 razas de <i>H. vastarix</i> existentes mundialmente. Principales diferencias en relación a IAPAR-59 son: maduración mediana de frutos, un poco más tardía que IAPAR-59. Alta intensidad de ramificación plagiotrópica, más que del 'Catuaí'. Adaptada a suelos pobres y calor. Tamaño de los granos medio, similar a los de 'Catuaí', frutos rojos y brotes de color verde. Buena calidad de bebida y alta productividad.
IPR 107	Se deriva de un cruce entre 'IAPAR 59' y 'Mundo Novo IAC 376-4'	Fruto oblongo, rojo, calidad de taza similar o superior a Mundo Novo, tamaño medio, hojas jóvenes verde y bronce.

Fuente: Consórcio Pesquisa Café (2011).

4.3 Plagas y enfermedades de importancia en la caficultura guatemalteca

El minador de la hoja, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville & Perrottet, 1842)

Es una plaga dañina que afecta plantaciones de café. Causa defoliación y obliga a agricultores de zonas bajas el uso de control químico con insecticidas. Eso afecta la fauna benéfica e incrementan los niveles de la plaga. Es conocida como una especie monófaga adaptada al género *Coffea*. Los daños son causados durante su estado de larva, una sola larva consume entre 1.0 y 2.0 cm² de área foliar durante su proceso evolutivo. Si concurren varias larvas en una sola hoja, puede llegar a causar necrosamiento de más del 80% de su estructura (Constantino et al., 2011)

Entre los principales factores relacionados con ataques del minador se menciona: renovación de cafetales, control exagerado de malezas, utilización de sub-dosis de insecticidas o de agroquímicos de alta persistencia, periodos secos y principalmente en caficultura abajo de 1300 msnm. Antes de realizar control químico, se debe evaluar el control natural, se ha encontrado resistencia en las especies diploides como *Coffea stenophylla*. Los periodos lluviosos afectan drásticamente las poblaciones dicha plaga

(Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2010). Insectos minadores tienen enemigos naturales como depredadores, se menciona: neuróptera *Crysopa* sp. y las avispas *Polistes* y *Polibia*, así como varios parasitoides, como *Closterocerus coffeella*, *Horismenus* sp. y *Tetrastichus*, entre otros (Constantino et al., 2011).

La broca del café, *Hypothenemus hampei*

La broca es la plaga más dañina que ha afectado el cultivo del café. Causa perforaciones en los frutos verdes de café y afecta principalmente la producción y calidad. Es un insecto de difícil manejo con los métodos tradicionales de control como los insecticidas, porque permanece protegido la mayor parte de su vida en el interior de los frutos (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2010).

La broca es un gorgojo de color negro, del tamaño de la cabeza de un alfiler. Es muy perjudicial porque cuando ataca, perfora y daña los granos, para alimentarse de las almendras del café. Inicia su ataque en los frutos verdes del cafeto, entre los 3 y 4 meses después de la floración (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2010).

Roya del café

La roya del cafeto es la enfermedad más destructiva del cafeto y la de mayor importancia económica a nivel mundial. Provoca la caída prematura de las hojas, reduce la capacidad fotosintética de las plantas de café, debilita los árboles enfermos y en infecciones severas puede ocasionar muerte regresiva en ramas e incluso la muerte de los árboles (SENASICA, 2013). El agente etiológico es *Hemileia vastatrix*, un hongo parásito obligado que de acuerdo a la literatura, sobrevive únicamente en tejido vivo del hospedante. Las uredinosporas pueden sobrevivir por 6 semanas bajo condiciones ambientales secas. No se han reportado hospedantes alternos y no sobrevive en restos del cultivo. Su forma de dispersión es por medio de uredinosporas (Rijo, 1974).

Condiciones para la aparición y desarrollo de la roya del café

La aparición y el progreso de la roya del cafeto dependen de la ocurrencia simultánea de cuatro factores los cuales son:

Hospedero. Es un factor que interfiere en el desarrollo de la roya del café cuando la variedad que se cultiva presenta resistencia genética, además de la influencia del estado fisiológico de la planta, el limitado desarrollo de raíces por efecto de una textura arcillosa del suelo o ataque de nematodos (Avelino & Rivas, 2014).

Patógeno. A nivel mundial, la roya sigue siendo el principal problema patológico en el cultivo de café. El agente causal de la roya del cafeto es el hongo *H. vastatrix* dentro del orden Pucciniales, mismo que algunos usan uredinales. Este hongo es parasito obligado lo cual indica que se especializa en parasitar células vegetales vivas. Ha sido difícil su cultivo *in vitro* en un medio artificial, debido a que este hongo no puede sobrevivir en suelo o material inerte (McCook & Vandermeer, 2015).

Los otros dos factores restantes, corresponden al manejo del cultivo y el clima que impera en el área de producción del agricultor.

La mancha de hierro

Enfermedad causada por el hongo *Cercospora* spp. Afecta el cafeto durante todos sus estados de desarrollo, desde las hojas cotiledonares hasta los frutos. Se caracteriza porque son pequeñas manchas circulares de color pardo claro o marrón rojizo. Permanentemente, causa la caída de las hojas y reduce la producción y afecta la calidad. Los cafetales a plena exposición al sol y mal fertilizados son los más susceptibles (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2010).

Ojo de gallo

La enfermedad Ojo de Gallo es ocasionada por *Mycena citricolor*. Es problema en plantaciones de café arábica cultivado en las áreas altas y húmedas en Guatemala y en otros países en Centro América. El hongo, afecta hojas maduras y jóvenes, brotes nuevos y frutos en diferentes estados de desarrollo. En Guatemala, se observa principalmente en cafetos cultivados en altitudes de 900 a 1700 msnm. Estas áreas se caracterizan por ser húmedas (arriba del 80% de humedad relativa), con temperaturas frías (en torno de 20 °C) y precipitación entre 2000 y 7000 mm por año. La enfermedad inicia en las lluvias de abril a mayo. El hongo sobrevive en lesiones de formato circular de color gris ceniza en las hojas

maduras, esporádicamente en frutos enfermos que quedan en la planta. Tienen aspecto seco y aproximadamente de medio centímetro de diámetro. Cultivares resistentes a la roya del café tienden a ser susceptibles a esta enfermedad (ANACAFÉ, s.f.-c).

4.4 Resistencia de las plantas a enfermedades

Heath 1997a, Mansfield y colaboradores., 1997 y Staskawicz, 2001, citado por (Silva et al., 2006). Mencionan que la resistencia a plagas y enfermedades es la capacidad que tienen las plantas de reconocer posibles patógenos invasores y desarrollar mecanismos de defensa para evitar el ataque de patógenos. Ésta resistencia de las plantas a las enfermedades frecuentemente resulta de la interacción específica de genes de resistencia (R) de las plantas con los correspondientes genes de avirulencia (Avr) de los patógenos (García & Lozoja, 2004).

Resistencia de cultivares de café a *H. vastatrix* en Guatemala

Para Latinoamérica las variedades tradicionales de Arábica provienen de semillas de plantas del centro de origen del café, en Etiopía. Estas variedades son Típica, Borbón y las variedades que se derivan de ellas por cruzamientos espontáneos o dirigidos. También de mutaciones naturales se menciona: Caturra, Mundo Novo, Catuaí, Pache, Villa Sarchí, Pacas, Maragogipe, etc., lo que explica la estrecha base genética de todas ellas, las cuales no tienen en su genética resistencia a enfermedades y plagas, incluida la roya del café ocasionada por *H. vastatrix* (Anzueto, 2013).

Fuentes de resistencia a *H. vastatrix*

Híbrido de Timor

El híbrido natural entre *C. canephora* y *C. arabica*, con resistencia a *H. vastatrix*, se encontró en la isla de Timor, en 1940/49, en la plantación de *C. arabica* cv. Típica. La planta original fue designada con el nombre de Híbrido de Timor o Moca. El primer nombre se refería al lugar de origen y el segundo, atribuido debido al hecho que este café originaba, en su descendencia, gran cantidad de frutos redondos o del tipo moca. En estudios desarrollados en el CIFC, se determinó que se trataba de material genético muy

valioso para el programa de mejora, debido al hecho de que esos cafés se mostraron resistentes a todas las razas de *H. vastatrix* conocidas hasta entonces (Fazuoli et al, 2007).

Germoplasma Arábica e Icatu

En 1950, en Brasil, fue efectuado el cruzamiento de un café *C. canephora* cv. Robusta, con el número de cromosomas duplicados, con un café *C. arabica* cv. Borbón rojo, obteniéndose el híbrido F1 (Arabusta). Posteriormente, dos retrocruzamientos para *C. arabica* cv. Mundo Novo, resultó el germoplasma 'Icatu', que presenta plantas con variabilidad para resistencia a *H. vastatrix*. Las plantas de 'Icatu' muestran diferentes niveles de resistencia a la roya y amplias posibilidades de selección debido a otras características de interés agronómico, sin embargo, con el paso del tiempo y con el paso la aparición de nuevas razas del hongo, estos genotipos presentaron resistencia moderada o parcial (Fazuoli et al., 2007).

Utilización de la resistencia genética del Híbrido de Timor

Se identificó fuentes de resistencia genética a la roya dentro de las especies *C. arabica* (Arábicas), *C. liberica* (SH3) y *C. canephora* (SH6 la SH9) (Robustas). Los genes de resistencia SH1, SH2 y SH4, solos o en combinaciones, no han proporcionado resistencia duradera. El gen SH3 y ciertos genes de *C. canephora* como del "Híbrido de Timor" e "Icatu" puede ser más eficiente para obtener resistencia duradera (García Bastidas, 2012).

Existen tres grupos creados a partir de cruzamientos de tres diferentes cafetos del Híbrido de Timor, con variedades susceptibles de porte bajo (Caturra, Villa Sarchí y Caturra Amarillo). El objetivo fue desarrollar variedades de porte bajo, productivas y resistentes a la roya. Dos cruzamientos fueron realizados en Portugal en el CIFIC y un tercero por Cenicafé en Colombia (Anzueto, 2013).

A las descendencias del cruzamiento de Caturra por el Híbrido de Timor 1 (CIFIC 832/1) se les conoce genéricamente como "Catimores" y del cruzamiento de Villa Sarchí con el Híbrido de Timor 2 (CIFIC 832/2) como "Sarchimores". Del cruzamiento de Caturra amarillo por el Híbrido de Timor 3 (CIFIC 1343) y su selección, se originó la variedad multilínea Colombia y luego con ciclos complementarios las variedades Castillo

regionales. La resistencia del Híbrido de Timor y sus derivados es completa, que es menos duradera en el tiempo. Los futuros programas de mejoramiento genético deberán considerar nuevas fuentes de resistencia a la roya para la creación varietal (Espinoza, 2016).



Figura 3. Cultivares de café derivados del híbrido del Timor (HdT).

Fuente: (Espinoza, 2016)

4.5 Instituciones dedicadas al desarrollo de cultivares de café en Brasil

En Brasil se creó El Consorcio Brasileño de Investigación y Desarrollo del Café conformado por: EMBRAPA, EBDA, EPAMIG, IAC, IAPAR, INCAPER, MAPA, Pesagro-Río, UFLA y UFV. Como resultado de éste consorcio, se han generado aproximadamente 42 cultivares de café entre las cuales destacan Araponga MG1, Catiguá MG2, Paraíso MGH 419-, Paraíso MG2, Pau-Brasil MG 1, Sacramento MG 1, que son considerados resistentes o inmunes a la roya del café, provocada por *H. vastatrix* (Consórcio Pesquisa Café, 2011).

5. Materiales y métodos

5.1 Área de estudio

Los ensayos de café fueron establecidos en las principales áreas de producción de café en Guatemala, en 6 regiones cafetaleras. Las localidades fueron: Tzanchaj, Santiago Atitlán, departamento de Sololá; Santa Rosa del Lima, departamento de Santa Rosa; El Rodeo, departamento de San Marcos; Esquipulas y Olopa, en el departamento de Chiquimula; Alotenango, departamento de Sacatepéquez y Sierra las Minas, departamento de Zacapa. Las altitudes comprendieron de 721 msnm a 1583 msnm, considerado alturas óptimas para producción del café en Guatemala, Figura 4.

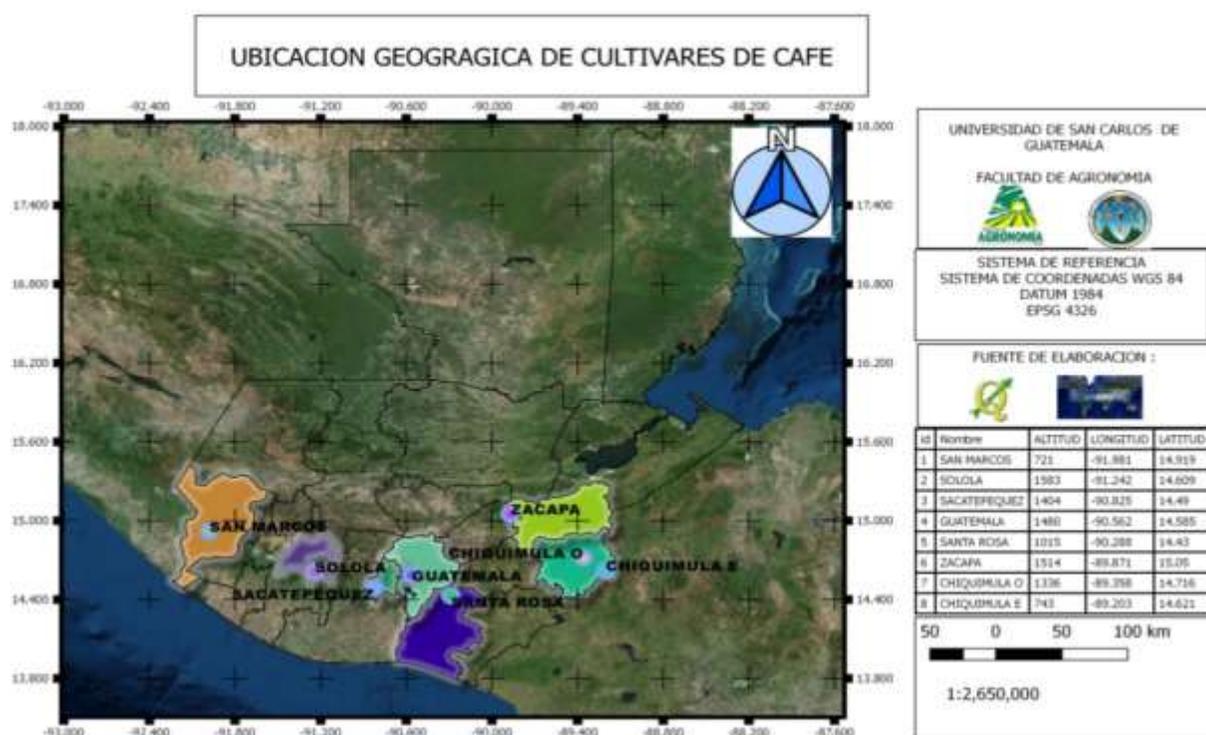


Figura 4. Mapa de ubicación geográfica de los ensayos de cultivares de café, considerados en el estudio, DIGI 2017.

5.2 Cultivares de café evaluados

Los cultivares de café estudiados se clasificaron en dos grupos o colecciones de acuerdo a la edad de los cafetos en los ensayos establecidos en campo y fueron de 4 y 3 años, respectivamente. El primer grupo, corresponde a 6 cultivares de café estudiados desde el 2007 en Barberena, Santa Rosa (Soto Muñoz, 2012). Fueron seleccionados por presentar resistencia a roya del cafeto, buen rendimiento, vigor y calidad de tasa en esa localidad (Tabla 4). La variedad Tupí, que aparece en la misma tabla, se incluyó como testigo resistente al patógeno que ocasiona la roya del café.

Tabla 4

Listado de cultivares de café evaluados periodo 2016-2017 y establecidos en campo en ensayos 2013.

Número	Línea /variedad	Origen genético
49	CIA Mezcla cv 69	Catuaí (Icatu-Catuaí) mezcla de líneas
31	H-140-3-41 cv 8	Progenie Icatu x Rubi; Icatu x Topazio; Icatu x Catuaí 62; Icatu x Catuaí 99
22	H-144-17-46 cv 8	Progenie Icatu x Rubi; Icatu x Topazio; Icatu x Catuaí 62; Icatu x Catuaí 99
15	CIA-16-55-9 cv 6	Catuaí (Icatu-Catuaí) mezcla de líneas
13	CIA-1-41-19 cv 3	Catuaí (Icatu-Catuaí) mezcla de líneas
46	CIA-Mezcla cv 178 Tupí	Catuaí (Icatu-Catuaí) mezcla de líneas Sarchimor (testigo resistente a roya)

Nota. Tomado de informe FODECYT-FAUSAC 30-2013, (Alfaro Villatoro, 2015)

En noviembre de 2013, fue realizada una visita de intercambio científico a instituciones de investigación brasileñas, para tratar sobre el tema de la resistencia genética para el control de enfermedades en el cultivo de café. Fueron visitadas la UFLA y EPAMIG, situadas en el estado de Minas Gerais, así como, IAPAR en Londrina. En dicha ocasión, fue posible la obtención de semillas de 28 variedades, algunas de las cuales han sido estudiadas y seleccionadas por su resistencia a roya (Escobar Molina, 2017). Ensayos de dichos cafetos fueron establecidos en campo en 2013 y 2014.

Tabla 5

Listado de cultivares de café estudiados durante 2016-2017, plantas establecidas en campo en el 2013-2014.

Variedad	Tipo	Variedad	Tipo
Paraíso MG2	Catimor	Travessia MG2	
Arañas MGS	Catimor	Acaiá Cerrado	Cavimor
Catuaí amarillo 62		Catuaí amarelo 17	
Catiguá MG2	Cavimor	Catiguá MG2	Cavimor
Paraíso MGH 419-1	Catimor	Catuaí vermelho 99	
Borbón		Catuaí amarelo 2SL	
Topazio MG1190		H32 11 17-4-5-4	
Sacramento MG1	Catimor	H29- 1-3-1-2-5-5	
Oeiras	Catimor	IAPAR 59	Sarchimor
Araponga MG1	Cavimor	IAPAR 98/99	Sarchimor
Catuaí Rojo 144		IAPAR 95	
Acaiá 474-19	Cavimor	IPR 100	
Mundo Novo 376-4		IPR 103	Catuaí X Icatu
Pau Brasil	Catimor	IPR 107	IPAR59 X Mundo Novo

Fuente: Escobar Molina (2017)

5.3 Caracterización morfológica de 28 cultivares promisorios de café

La selección de cultivares de café basado en sus características agromorfológicas, se realizó utilizando el descriptor modificado por (Soto Muñoz, 2012). Incluyó los caracteres morfológicos más importantes de la planta de café como: características de hoja, tallo, arquitectura de planta, ramas, semillas y frutos. Se realizó en las localidades de San Lorenzo, Santa Rosa de Lima, Municipio de El Rodeo, Sierra de Las Minas, Quetzal-Juyú, Cooperativa CADECH en Esquipulas y Olopa, Santiago Atitlán y Antigua Guatemala. El descriptor utilizado fue del IPGRI (1996), modificado para ésta investigación y comprendió la información indicada en la Tabla 6.

5.3.1 Descriptor de caracterización morfológica de café según IPGRI (1996), modificado

Tabla 6

Descriptor del IPGRI (1996) modificado y utilizado en la caracterización de cultivares de café en campo 2017.

Descriptor	Parte vegetativa	Metodología
Altura de la planta	Toda la planta de la base al ápice.	Con ayuda de metro se realizó medición desde la base del tallo de la planta, al nivel del suelo hasta la yema terminal (15 a 20 plantas). 1 Muy baja (<1 m), 3 Baja (1-2 m), 7 Alta (2-3 m) y 9 Muy alta (>3 m).
Diámetro de tallo	Tallo de planta	Con vernier se midió el diámetro del tallo (a 10 cm sobre el nivel del suelo) (15 a 20 plantas).
Número de ramas plagiotróficas	En toda la planta	Se contaron los pares de ramas de cada planta para obtener el total de ramas, (15 a 20 plantas).
Longitud de ramas plagiotróficas	Ramas de plantas	Con una cinta métrica se midieron las ramas de la parte media de la planta, 2 a 5 ramas por planta, 15 a 20 plantas por cultivar.
Posición de las ramas plagiotróficas	Ramas terminales de la planta	Se observó el ángulo de apertura de las ramas respecto al eje principal. Con base al siguiente criterio: 1= 0 grados, 2= 45 grados y 3 = 60 grados (15 a 20 plantas).
Número de hojas por rama	Ramas plagiotróficas	Se cuantificó el número de pares de hojas presentes en cada rama considerando la parte media de la planta, (15 a 20 plantas).
Arquitectura de la planta	Toda la planta	De acuerdo a la forma de la planta, se observó y se calificó como: 1= Piramidal, 2= Arbustiforme y 3= Elongada cónica, (15 a 20 plantas).
Vigor de la planta	Toda la planta	0= Malo, 1= Regular, 2= Bueno y 3= Muy bueno, (15 a 20 plantas).
Color de la hoja joven	Hojas jóvenes	Se empleó escala: 1 = Verduzca, 2= Verde, 3= Amarronada, 4= Marrón rojiza y 5= Bronce, (15 a 20 plantas).
Color del fruto	Frutos	Se realizó comparación de color de frutos maduros, con uso de la escala. 1= Amarillo, 2= amarillo naranja, 3= naranja, 4= naranja rojizo, 5= rojo, 6= rojo púrpura, 7= púrpura, 8= púrpura violeta, 9= violeta.
Longitud y ancho del fruto (mm)	Frutos	Medición de largo y ancho de frutos con vernier, promedio 15 a 20 frutos por cultivar.
Rendimiento		1 café cereza a pergamino (kg /ha). 2 café pergamino a oro (kg /ha).

Nota. Elaborado a partir del descriptor de café propuesto por IPGRI, (Fuentes López, s.f.)

Tabla 7

Clasificación de variables morfológicas y agronómicas utilizadas en la caracterización de cultivares de café

VARIABLES CUANTITATIVAS	VARIABLES CUALITATIVAS
Altura planta (cm)	Posición de las ramas plagiotróficas respecto al eje principal (ver descriptor)
Diámetro a la base del tallo (cm)	Presencia de ramas secundarias
Número de ramas plagiotróficas	Arquitectura de la planta
Longitud de ramas plagiotróficas (cm)	Vigor de la planta
Número de hojas por ramas	Color brote
Longitud de hoja (cm)	Forma de la hoja
Ancho de hoja en (cm)	Color de fruto
Número de nudos por rama plagiotrófica	

Nota. Elaborado a partir del descriptor de café propuesto por IPGRI, (Fuentes López, s.f.)

5.3.2 Determinación del rendimiento de los 50 genotipos de café

Para cada ensayo se realizó la cosecha de frutos maduros por cultivar correspondiente al año cafetero 2015-2016. Se determinó el peso de frutos de café (café cereza), peso de granos de café (pergamino) comercial y el factor de rendimiento café cereza/café pergamino, para cada cultivar por localidad.

5.4 Metodología para la selección de cultivares de café basado en caracteres de resistencia a plagas y enfermedades

El número de plantas por cultivar en cada ensayo donde fue evaluada la resistencia de plagas y enfermedades fue de 10 a 25 cafetos. Estos se cultivaron en forma lineal con un distanciamiento de siembra de 2.0 m entre hileras y 1.0 m entre plantas, lo que equivale a densidad de 5,000 plantas/ha. Para éste estudio, los ensayos y cultivares de café, fueron establecidos en investigaciones anteriores del proyecto FODECYT-FAUSAC 30-2013 (Alfaro Villatoro, 2015).

5.4.1 Cuantificación de enfermedades

Se realizaron visitas de campo a cada ensayo con el objetivo de cuantificar incidencia de enfermedades y plagas en los cultivares de café. Se hizo un muestreo a todas las plantas de cada cultivar de los 7 ensayos. El muestro consistió en observar minuciosamente toda la planta de café iniciando desde la base de la planta hasta el ápice. Para las enfermedades de ojo de gallo y mancha de hierro en café, se determinó la incidencia. Para el caso de la roya del café se determinó la severidad de la enfermedad con el auxilio de una escala diagramática, Figura 5.



Figura 5. Escalas para la cuantificación de severidad de roya del café en campo. Fuente: SENASICA, 2013.

5.4.1.1 Cuantificación de daño de insectos plaga

Minador de la hoja del café

Para el caso de ésta plaga, se determinó incidencia de hojas con daño de minador.

Broca del café

Se determinó incidencia de frutos con galerías, producto del daño ocasionado por el insecto en el extremo del fruto. Se cuantificaron 100 frutos por cultivar, muestreo no destructivo.

5.5 Metodología para evaluar la granulometría del grano y la calidad de taza de los cultivares

La evaluación de la granulometría y calidad de taza se realizó para los cultivares de café seleccionados con resistencia a roya del café y con productividad superior a la obtenida en las variedades tradicionales utilizadas por los agricultores. Se aplicó la metodología propuesta por (Montilla-Pérez et al., 2008).

La cosecha o colecta del café en cereza y el proceso de beneficio, fue realizada por cada caficultor en cada localidad donde se tuvieron los ensayos. Los agricultores proporcionaron una muestra de un kg de café pergamino, para análisis en el laboratorio.

El proceso de trillado, determinación de características organolépticas de grano verde: descripción color verde, secamiento, tamaño visual, olor y granos defectuosos predominantes, tueste del grano de café: homogeneidad, textura, coloración, y presencia de grano quakers (granos inmaduros que al ser tostados presentan un color café claro respecto al resto), análisis de granulometría, densidad de grano, tostado y calidad de taza se realizó en laboratorio de catación de la Asociación Nacional del Café en Guatemala. Tabla 8.

Tabla 8

Descriptor de grano de café utilizado con fines de catación

Descriptor	Criterios de clasificación
Análisis de granulometría	Se midió a partir de zaranda base (0), zaranda 14, 15, 16, 17, 18, 19 y zaranda 20.
Análisis físico de grano verde de café	Secamiento (aspecto, calidad, proceso) Olor (calidad y defectos) y Color (calidad) y defectos predominantes.
Análisis físico de grano tostado de café	En el análisis físico de grano de café tostado se estudiaron las variables: calidad, homogeneidad, carácter, coloración y presencia de Quakers.
Análisis de características de densidad de grano de café	Peso oro, volumen oro, peso tostado, volumen tostado, densidad aparente oro g/l, densidad aparente tostado g/l, rendimiento tostado e hinchamiento.
	Características organolépticas y calidad de taza
Apariencia	3 Mala, 5 Regular, 7 Buena
Tamaño	1 Disparejo, 3 Pequeño, 5 Mediano, 7 Grande
Secamiento	1 Malo, 3 Bueno,
Olor	1 Normal, 2 Terroso, 3 Sucio/terroso
Defectos	1 Presente, 0 Ausente
Calidad	1 Malo, 3 Regular, 5 Bueno
Apariencia	1 Quacker, 3 Disparejo, 5 Opaco
Acidez	3 Baja, 5 Intermedia, 7 Alta
Amargor	3 Bajo, 5 Intermedio, 7 Alto
Astringencia	3 Baja, 5 Intermedia, 7 Alta
Valor de la bebida	3 Malo, 5 Intermedio, 7 Bueno
Análisis de taza	Las variables correspondientes a calidad de taza contempladas fueron: fragancia, aroma, acidez, cuerpo, dulzura, sabor, herbáceo, astringencia, tipo y taza.
Tipo	1 Semiduro, 3 Duro, 5 Estrictamente duro

Nota. Elaborado a partir del descriptor de café propuesto por IPGRI, (Fuentes López, s.f.)

5.6 Procesamiento de datos

5.6.1 Caracterización morfológica de los cultivares de café evaluados

Los datos obtenidos de la caracterización morfológica y agronómica de los cultivares de café en las regiones cafetaleras de Guatemala, fueron analizados utilizando la aplicación de hojas de cálculo Excel y el programa InfoStat v.12.0, con licencia disponible para profesores y estudiantes de la Fausac. Se realizó análisis exploratorio a través de estadísticos descriptivos (media, coeficiente de variación, valor mínimo y máximo) para tener una visión general sobre la variabilidad de las características cuantitativas a nivel de los cultivares de café estudiados.

La agrupación de los 32 cultivares se realizó con la obtención de un matriz a partir de las variables de interés, se hizo análisis multivariado (“Cluster”) mediante el algoritmo de Pearson y la distancia euclídea al medio, para finalmente obtener un dendrograma de clasificación de cultivares por localidad estudiada.

5.6.2 Cultivares de café con resistencia a enfermedades y plagas

Se clasificaron los cultivares con base a la presencia o ausencia de roya del café, ojo de gallo, minador del café y broca del café por cada localidad. Se cuantificó la intensidad de las enfermedades indicadas anteriormente en las siete localidades: Caserío Tzanchaj, Sololá; Sierra de las Minas, Zacapa; El Rodeo, San Marcos; Santa Rosa de Lima, Santa Rosa; Alotenango, Sacatepéquez, Olopa y Esquipulas Chiquimula. Se observó presencia de enfermedad y fue considerada la resistencia de los cultivares evaluados a las enfermedades según localidad.

5.6.3 Rendimiento y calidad de taza

Para el análisis de rendimiento, la cosecha se realizó por variedad. Se obtuvo el peso de grano de café en cereza y el peso en grano pergamino, se estableció el factor de relación de cereza/pergamino. Con base al número de plantas cosechados por variedad y un distanciamiento de siembra de dos metros entre surcos un metro entre plantas (densidad de 5,000 plantas/ha), se proyectó el rendimiento de cada cultivar en kg/ha de café cereza y pergamino. El análisis de la calidad de taza del grano de café por cultivar obtenido según localidad, se realizó por expertos en el laboratorio de catación de ANACAFÉ, quienes proporcionaron los resultados de perfil de taza y el técnico.

6. Resultados

6.1 Caracterización morfológica de cultivares de café en regiones cafetaleras de Guatemala

En la presente investigación, con la finalidad de la caracterización de los cultivares, según edad, se clasificaron en dos grupos. El primero (grupo 1) corresponde a siete cultivares de cuatro años de edad que fueron establecidos en las localidades de El Rodeo, San Marcos; Esquipulas, Chiquimula y Sierra de las Minas, Usulután, Zacapa. En el segundo grupo (grupo 2) abarcó 28 cultivares de café, que para el 2017 tenían tres años de edad, en un ensayo establecido en la localidad de Tzanchaj, Santiago Atitlán, Sololá. A continuación se presentan las características principales de los cultivares obtenidos por cultivar en cada localidad y por grupo indicado.

Grupo 1

De las siete características cualitativas de desarrollo estudiadas para los siete cultivares en este grupo, el vigor de planta, fue variable en las tres regiones contempladas. Considerado como vigor muy bueno para los siete cultivares de café en la localidad de El Rodeo, San Marcos. Se calificó como vigor regular, para cinco de los siete cultivares en la localidad de Santiago Atitlán, Sololá. Las características cualitativas caracterizadas de acuerdo al descriptor de los cultivares según localidad se presentan en la Tabla 9.

Las características cualitativas relacionadas a la presencia de ramas secundarias, forma de la hoja y arquitectura de la planta; fueron caracteres fenotípicos constantes para todos los cultivares. Así, se determinó que la forma de la hoja con base al descriptor utilizado fue tipo ovoide para todas los cultivares en las 3 localidades. La arquitectura de planta fue arbustiforme y el 100% de las plantas de cultivares evaluados con presencia de ramas secundarias. En caso de color de fruto, la variedad Tupí y el cultivar H-140-3-41 cv 8, tienen frutos rojos y los cinco cultivares de café restantes, producen frutos de color amarillo, Tabla 9. En el caso del color de los frutos, el rojo es preferido por los agricultores.

Respecto al color del brote en donde se localizan las hojas más jóvenes de la planta de café, cinco cultivares presentaron color verde y dos color bronceado (Figura 6), estos últimos corresponden a la variedad Tupí y el cultivar CIA mezcla de línea cv 69, Tabla 9.

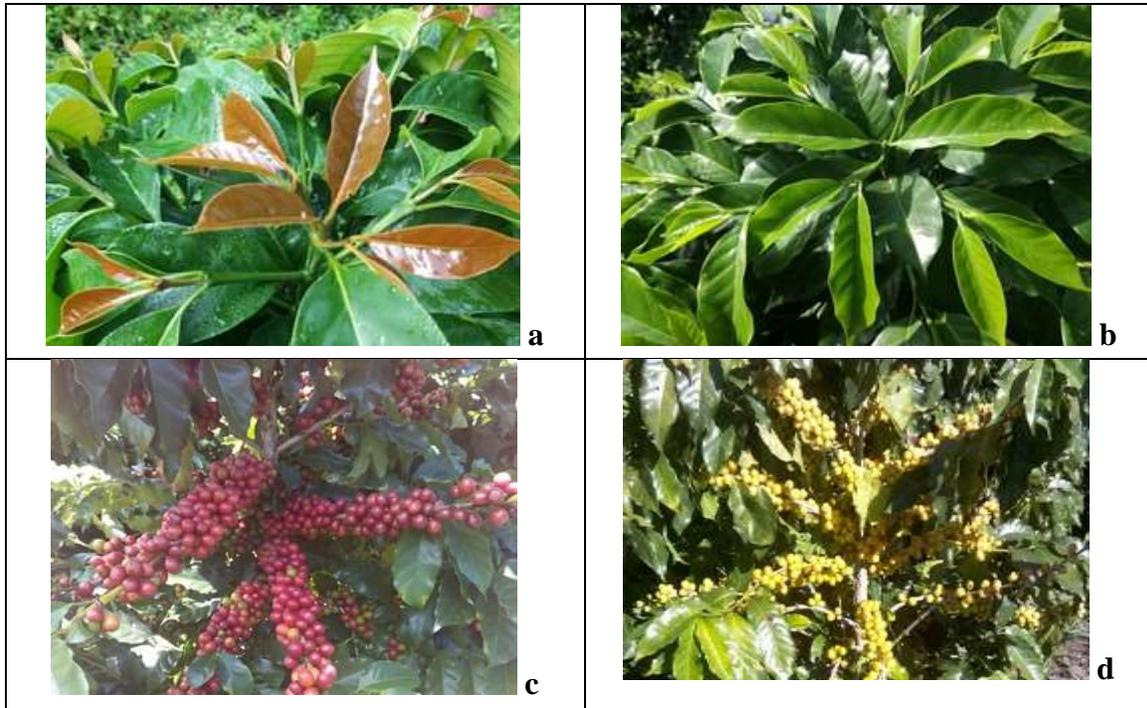


Figura 6. Característica de color de brote en hoja más joven, (a) bronceado y (b) verde. Color de frutos (c) rojo y (d) amarillo. Caracteres cualitativos de los cultivares, evaluados, 2016-2017.

Relacionado a las características morfológicas cuantitativas estudiadas, de los siete cultivares (grupo 1), evaluados en las tres localidades, hubo diferencia en la variable de altura de planta de café. Para la localidad de El Rodeo, San Marcos, se tuvo altura mínima de 1.20 m para el cultivar CIA mezcla línea cv 178 y máxima de 2.75 m para el cultivar CIA mezcla de línea cv 69, con coeficientes de variación de 12.08 a 17.44%. En esta localidad el desarrollo vegetativo fue rápido comparado a lo que aconteció en Esquipulas, Chiquimula.

En cuanto a tamaño de hoja, el mayor se midió en el cultivar Tupí, con 20 cm de longitud y 8.73 cm de ancho. Los coeficientes de variación para estas características fueron de 5.49 y 3.94 respectivamente, los cuales se consideran bajos y se trata de caracteres homogéneos o estables en dicha variedad. Detalles de los estadísticos descriptivos para cada cultivar se presentan en las Tablas 10, 11 y 12 para cada localidad.

Tabla 9

Características cualitativas de los cultivares de café de cuatro años de edad (grupo 1) en cuatro localidades en Guatemala, 2017.

Localidad	Cultivar	Posición ramas* (grados)	Vigor planta	Color brote	Color fruto
El Rodeo, San Marcos	H-140-3-41 cv 8	60	Muy bueno	Verde	Rojo
El Rodeo, San Marcos	CIA mezcla línea cv 69	60	Muy bueno	Verde	Amarillo
El Rodeo, San Marcos	H-144-17-46 cv 8	60	Muy bueno	Bronce	Amarillo
El Rodeo, San Marcos	CIA-16-55-9 cv 6	45	Regular	Verde	Amarillo
El Rodeo, San Marcos	CIA-1-41-19 cv 3	45	Bueno	Verde	Amarillo
El Rodeo, San Marcos	Variedad Tupí	45	Muy bueno	Bronce	Rojo
El Rodeo, San Marcos	CIA mezcla línea cv 178	45	Muy bueno	Verde	Amarillo
Esquipulas, Chiquimula	H-140-3-41 cv 8	45	Bueno	Verde	Rojo
Esquipulas, Chiquimula	CIA mezcla línea cv 69	45	Bueno	Verde	Amarillo
Esquipulas, Chiquimula	H-144-17-46 cv 8	45	Bueno	Bronce	Amarillo
Esquipulas, Chiquimula	CIA-16-55-9 cv 6	45	Bueno	Verde	Amarillo
Esquipulas, Chiquimula	CIA-1-41-19 cv 3	45	Bueno	Verde	Amarillo
Esquipulas, Chiquimula	Variedad Tupí	45	Bueno	Bronce	Rojo
Esquipulas, Chiquimula	CIA mezcla línea cv 178	45	Bueno	Verde	Amarillo
Santiago Atitlán, Sololá	H-140-3-41 cv 8	45	Bueno	Verde	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	CIA mezcla línea cv 69	45	Regular	Verde	Amarillo
Santiago Atitlán, Sololá	H-144-17-46 cv 8	60	Bueno	Bronce	Amarillo
Santiago Atitlán, Sololá	CIA-16-55-9 cv 6	45	Regular	Verde	Amarillo
Santiago Atitlán, Sololá	CIA-1-41-19 cv 3	45	Regular	Verde	Amarillo
Santiago Atitlán, Sololá	Variedad Tupí	45	Regular	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	CIA mezcla línea cv 178	45	Regular	Verde	Amarillo
Las Minas Zacapa	H-140-3-41 cv 8	45	Bueno	Verde	Rojo
Las Minas Zacapa	CIA mezcla línea cv 69	60	Muy bueno	Verde	Amarillo
Las Minas Zacapa	H-144-17-46 cv 8	60	Muy bueno	Bronce	Amarillo
Las Minas Zacapa	CIA-16-55-9 cv 6	45	Regular	Verde	Amarillo
Las Minas Zacapa	CIA-1-41-19 cv 3	45	Regular	Verde	Amarillo
Las Minas Zacapa	Variedad Tupí	45	Bueno	Bronce	Rojo
Las Minas Zacapa	CIA mezcla línea cv 178	45	Bueno	Verde	Amarillo

cv= árbol seleccionado por el fitomejorador

*Posición de ramas plagiotróficas respecto al eje ortotrópico.

Tabla 10

Estadísticos descriptivos para las características cuantitativas de los cultivares de café de la localidad de El Rodeo, San Marcos, 2017.

Cultivar	Estadísticos descriptivos	Altura cm	Diámetro mm	No. *RP	Longitud RP cm	Long/Hoja cm	Ancho/Hoja cm
H-140-3-41 cv 8	Media	226.73	47.51	80.20	103.60	17.00	7.25
	CV	17.09	17.27	9.29	7.56	4.80	7.45
	Mín	130.00	32.23	66.00	90.00	16.00	6.50
	Máx	275.00	59.27	88.00	114.00	18.50	8.00
Mezcla de línea cv 178	Media	196.43	46.18	83.00	105.00	18.40	8.00
	CV	14.54	13.70	6.55	8.82	9.65	11.79
	Mín	120.00	32.62	76.00	90.00	15.00	6.50
	Máx	230.00	56.13	96.00	117.00	21.00	9.00
CIA-1-41-19 cv 3	Media	192.00	47.60	85.27	99.45	17.46	7.10
	CV	14.35	9.83	12.29	10.78	7.95	10.91
	Mín	130.00	40.39	60.00	88.00	35.60	6.00
	Máx	225.00	54.35	102.00	127.00	20.00	8.00
CIA-16-55-9 cv 6	Media	176.46	42.95	56.40	87.40	16.95	6.65
	CV	13.28	13.28	17.99	10.83	5.97	6.19
	Mín	130.00	30.76	40.00	70.00	15.00	6.00
	Máx	220.00	54.71	70.00	102.00	18.00	7.00
CIA mezcla de línea cv 69	Media	197.39	42.95	84.30	103.78	17.65	7.30
	CV	13.55	10.80	10.07	5.55	6.55	4.79
	Mín	130.00	31.95	75.00	95.00	16.00	7.00
	Máx	230.00	53.26	106.00	113.00	19.00	8.00
H-144-17-46 cv 8	Media	207.86	46.10	73.91	101.50	17.18	7.45
	CV	17.44	12.33	23.49	6.47	5.07	5.88
	Mín	140.00	37.12	44.00	90.00	16.00	7.00
	Máx	265.00	57.23	103.00	112.00	18.50	8.00
Tupí	Media	189.13	49.22	74.00	102.90	20.00	8.73
	CV	12.08	9.36	6.62	7.15	5.48	3.94
	Mín	145.00	39.27	64.00	92.00	18.00	8.00
	Máx	225.00	55.99	80.00	115.00	22.00	9.00

*Ramas plagiotróficas

CV= coeficiente de variación, Mín= valor mínimo y Máx=valor máximo.

Tabla 11
Estadísticos descriptivos para las características cuantitativas de los cultivares de café de cooperativa, CADECH localidad de Esquipulas, Chiquimula, 2017.

Cultivar	Estadísticos descriptivos	Altura cm	Diámetro mm	No. *RP	Longitud RP cm	Long/Hoja cm	Ancho/Hoja cm
H-140-3-41 cv 8	Media	117.41	32.72	48.36	57.07	16.12	7.15
	CV	15.89	20.43	21.79	20.24	11.41	12.88
	Min	75.00	17.50	34.00	35.00	13.00	6.00
	Máx	145.00	41.90	62.00	76.00	19.00	9.00
CIA Mezcla línea cv 178	Media	98.39	24.26	43.00	61.67	17.58	7.13
	CV	17.71	18.33	6.67	16.04	11.43	9.20
	Min	76.00	17.45	40.00	41.00	15.00	6.00
	Máx	124.00	32.38	48.00	74.00	21.50	8.00
CIA-1-41-19 cv 3	Media	125.46	31.06	52.93	63.33	16.40	6.90
	CV	14.93	15.14	6.37	17.94	26.68	12.31
	Min	94.00	22.40	48.00	44.00	1.50	5.50
	Máx	193.00	40.90	60.00	80.00	20.00	8.50
CIA-16-55-9 cv 6	Media	116.78	28.79	51.38	58.60	17.42	7.46
	CV	12.96	20.87	10.82	16.57	10.08	14.42
	Min	92.00	18.50	42.00	43.00	15.50	6.50
	Máx	145.00	39.55	62.00	78.00	21.00	10.00
CIA mezcla de línea cv 69	Media	129.36	33.75	57.14	67.87	17.81	7.31
	CV	13.52	14.93	12.10	9.67	7.82	7.67
	Min	85.00	22.90	48.00	54.50	16.50	6.50
	Máx	155.00	44.68	64.00	78.00	21.00	8.00
H-144-17-46 cv 8	Media	117.10	30.02	56.60	61.67	16.54	7.31
	CV	18.13	18.58	11.90	17.86	7.55	13.55
	Min	86.00	18.70	44.00	41.00	15.00	6.00
	Máx	155.00	39.30	64.00	78.00	19.00	9.00
Tupí	Media	104.89	28.62	47.40	73.13	18.10	8.00
	CV	16.82	18.72	11.43	15.32	9.75	12.72
	Min	76.00	20.68	40.00	47.00	15.50	6.50
	Máx	144.00	40.73	56.00	87.00	21.00	10.00

*Ramas plagiotróficas

CV= coeficiente de variación, Mín= valor mínimo y Máx=valor máximo.

Tabla 12

Estadísticos descriptivos para las características cuantitativas de los cultivares de café de en localidad de Sierra de las Minas, Usulutlán, Zacapa, 2017.

Cultivar	Estadísticos descriptivos	Altura cm	Diámetro mm	No. *RP	Longitud RP cm	Long/Hoja cm	Ancho/Hoja cm
H-140-3-41 cv 8	Media	123.17	36.25	55.65	58.40	15.29	6.98
	CV	10.97	11.74	8.16	10.35	4.60	5.00
	Min	95.00	26.20	48.00	49.00	14.20	6.50
	Máx	148.00	42.80	64.00	66.00	16.80	7.80
CIA Mezcla línea cv 178	Media	118.77	35.20	67.87	64.20	16.81	6.93
	CV	17.54	20.90	10.24	11.78	6.77	10.02
	Min	89.00	16.00	52.00	52.00	14.20	5.20
	Máx	156.00	44.60	76.00	83.00	18.50	8.00
CIA-1-41-19 cv 3	Media	130.04	35.93	65.29	59.80	16.80	7.35
	CV	8.24	12.20	10.38	8.83	4.01	5.59
	Min	111.00	23.67	52.00	47.00	15.40	6.60
	Máx	146.00	41.68	74.00	69.00	17.60	8.00
CIA-16-55-9 cv 6	Media	119.61	34.07	61.87	60.67	16.08	6.81
	CV	9.08	11.83	9.58	11.58	4.55	7.17
	Min	94.00	27.42	50.00	44.00	15.00	6.30
	Máx	137.00	41.80	70.00	70.00	17.20	8.20
CIA mezcla de línea cv 69	Media	124.50	35.21	56.27	63.69	16.08	7.22
	CV	14.99	11.61	7.46	10.73	3.64	6.09
	Min	64.00	23.00	48.00	53.00	15.00	6.30
	Máx	150.00	43.64	64.00	77.00	17.00	8.00
H-144-17-46 cv 8	Media	124.52	35.27	58.93	63.79	16.39	7.53
	CV	10.31	15.76	12.69	9.59	4.18	6.36
	Min	95.00	21.00	42.00	53.00	15.10	6.90
	Máx	149.00	44.22	74.00	76.00	17.30	8.30
Tupí	Media	103.18	36.24	63.07	56.27	17.86	8.17
	CV	19.66	16.09	15.67	18.09	7.97	15.23
	Min	71.00	23.36	48.00	36.00	14.80	5.40
	Máx	153.00	44.50	80.00	78.00	19.70	10.10

*Ramas plagiotróficas

CV= coeficiente de variación, Mín= valor mínimo y Máx=valor máximo.

Grupos fenotípicos de los cultivares estudiados en tres localidades

Se realizó el análisis de conglomerados para los siete cultivares estudiados del grupo uno, el cual incluyó ocho características cuantitativas y siete cualitativas. Los dendrogramas obtenidos en agrupamiento de cultivares según localidad (El Rodeo San Marcos, Esquipulas, Chiquimula; Tzanchaj, Sololá y Sierra de las Minas, Zacapa) se presentan en las Figuras 7 a 9.

El dendrograma correspondiente a los cultivares caracterizados en la localidad de El Rodeo, San Marcos, presenta cuatro grupos. El primer grupo, abarca los cultivares H144-17-46 cv 8, CIA mezcla de línea cv 69, CIA 1-41-19 cv 3 y CIA mezcla líneas cv 178. Las características en común que poseen estos cultivares en este grupo fueron: frutos de color amarillo y diámetro de tallo de 46 a 48 mm. En el segundo grupo, abarca el cultivar H-140-3-41 cv 8, con fruto de color rojo, diámetro de tallo promedio de 43 mm. La variedad Tupí con fruto de color rojo, corresponde al grupo 3 y tiene diámetro de tallo promedio de 49 mm y se considera robusto y requerido en una variedad. El cuarto grupo, corresponde al cultivar CIA-16-55-9 cv6, tiene frutos de color amarillo y diámetro de 44.2 mm y altura de 176 cm, corresponde al cultivar de menor altura y de menor grosor de tallo (Figura 7).

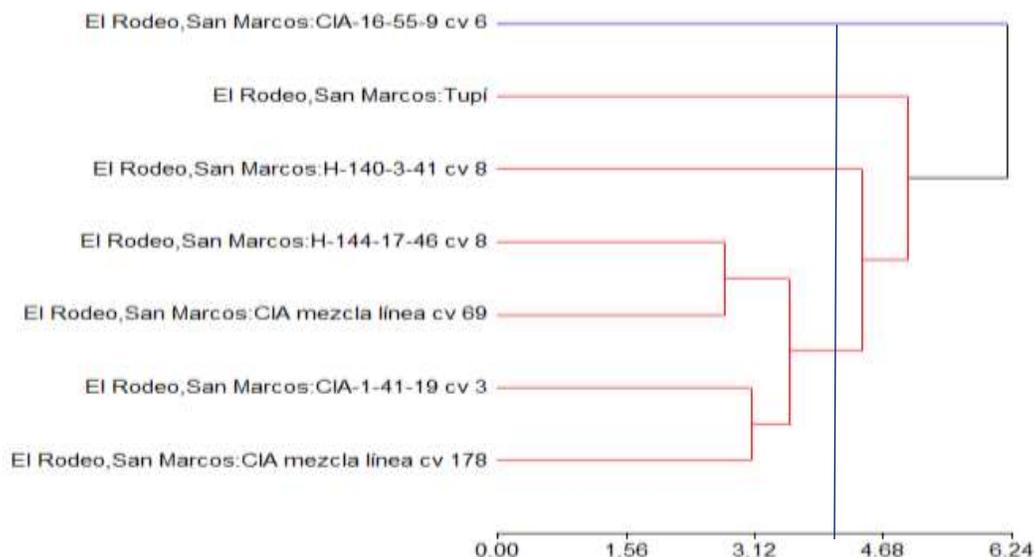


Figura 7. Dendrograma de clasificación fenotípica de 7 cultivares de café correspondiente a la localidad de El Rodeo, San Marcos, 2017. Distancia euclidiana al medio con valor de 4.

Para la localidad de Esquipulas, en el departamento de Chiquimula, Figura 8, la clasificación fenotípica de los cultivares resultante fue de 4 grupos: el primero, abarca los cultivares CIA mezcla línea cv 69, CIA -1-41-19 cv 3, CIA-16-55-9 cv 6 y H-144-17-46 cv 8. Cultivares con frutos de color amarillo, diámetro de tallo mínimo de 29 mm y máximo de 33 mm, altura de planta entre 117 a 126 cm. En el segundo grupo, se encuentra el cultivar H-140-3-41 cv 8, el color de fruto de este cultivar es rojo, presenta similitud con el grupo 1, la altura promedio de las plantas es de 129 cm y diámetro medio de tallo de 34 mm. El tercer grupo corresponde al cultivar CIA mezcla línea cv 178, plantas producen frutos de color amarillo, altura promedio de 98 cm y diámetro medio de tallo de 24 mm, son plantas de porte bajo. El grupo 4, abarca la variedad Tupí, que produce frutos de color rojo, altura media de 105 cm, diámetro medio de tallo de 29 mm y la característica morfológica que separa a ésta variedad del resto de cultivares es el tamaño de hoja grande 8 cm de ancho y 18.10 cm de largo.

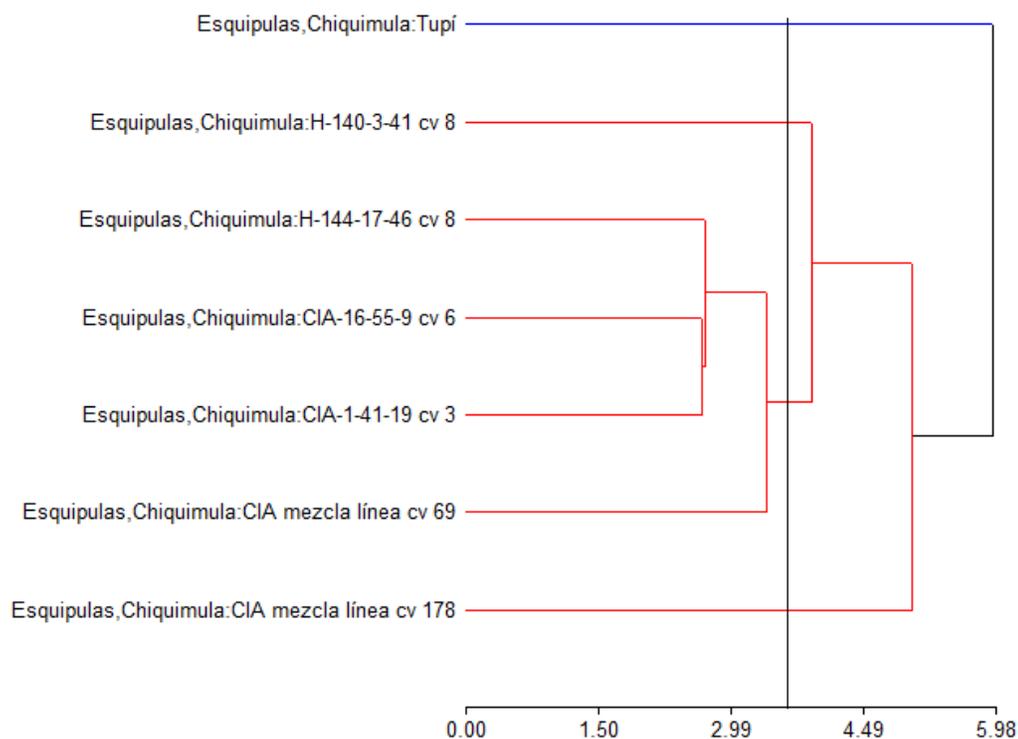


Figura 8. Dendrograma de clasificación fenotípica de 7 cultivares de café correspondiente a la localidad de Esquipulas, Chiquimula, 2017.

El dendrograma obtenido en la localidad de sierra de la Minas, Zacapa, Figura 9, clasifica a los cultivares en 3 grupos: el primer grupo y más numeroso comprende los cultivares CIA mezcla línea cv 178, CIA-1-41-19 cv 3, CIA mezcla línea cv 69 y CIA-16-55-9 cv 6 con característica cualitativa representativa de color de fruto amarillo, altura promedio de planta de 119 y 130 cm, diámetro medio de tallo de 34 y 36 mm. El grupo 2, abarca los cultivares H-144-17-46 cv 8 característica cualitativa de color de fruto es amarillo, altura promedio de planta de 125 cm con diámetro de tallo promedio de 35 mm y el cultivar H-140-3-41 con fruto de color rojo, altura media de planta de 125 cm y diámetro promedio del tallo de 35 mm. El grupo 3, corresponde a la variedad Tupí. En ésta localidad, las plantas presentaron crecimiento lento y se manifestaron de porte bajo, altura media de 103 cm, con diámetro medio de tallo de 36 mm, el color de fruto es rojo y pose hojas grandes, 17.86 cm de largo y 8.17 cm de ancho.

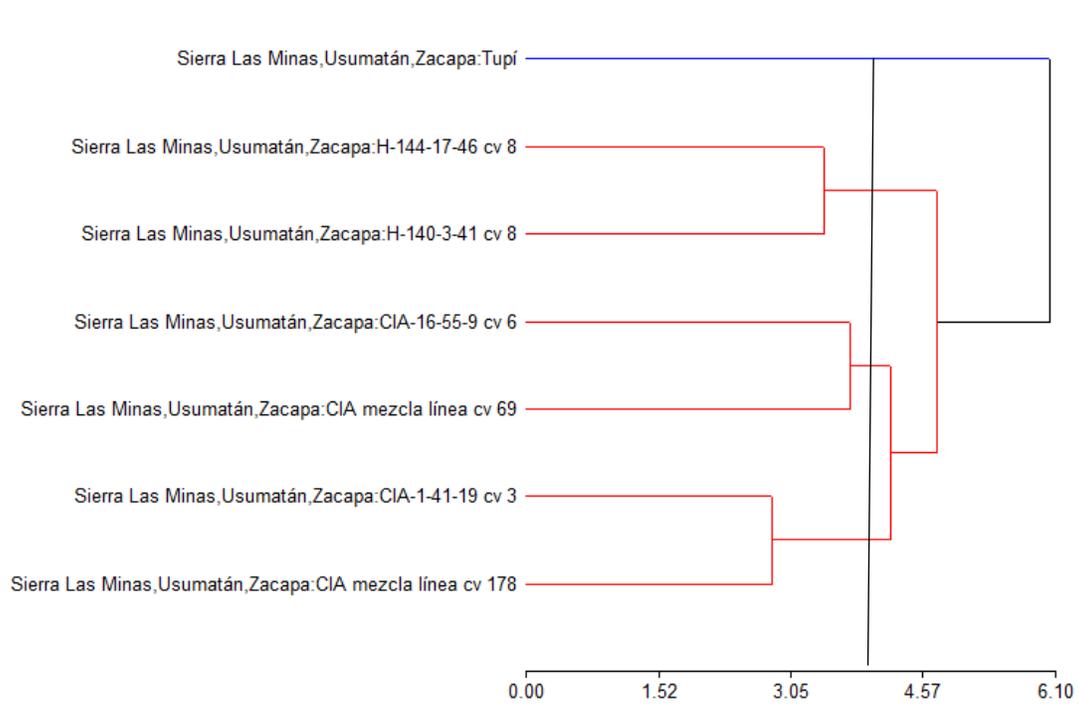


Figura 9. Dendrograma de clasificación fenotípica de 7 cultivares de café en la localidad de La Sierra de las Minas, Usumatlán, Zacapa, 2017.

Cultivares de café de tres años de edad, grupo 2

Las características cualitativas obtenidas en éste segundo grupo, consistente en 28 cultivares de café, en la localidad de Tzanchaj, Sololá, fue variable. Con base al orden del descriptor modificado para ésta investigación indicado en la metodología, a continuación se describen las principales características observadas en los cultivares de café.

En la parte vegetativa de la planta, relacionado a la posición de las ramas plagiotróficas respecto al eje principal se encontraron 2 categorías. Los cultivares, con ramas que forman ángulo de apertura de 45 grados, que corresponde a los cultivares: Paraíso MG2, Arañas, Catuaí amarelo 62, Paraíso MGH 419-1, Mundo Novo 379-19, Topazio MG1190, Sacramento, Oeiras, Mundo Novo 376-4, Pau Brasil, Catuaí amarelo17, Catiguá MG2, H32-11-17-4-5-4, H29-1-3-1-2-5-5, IAPAR 98 y Borbón. Ramas que forman ángulo respecto al eje ortotrópico de 60 grados en los cultivares Travessia MG2, Catiguá MG2, Araponga, Catuaí vermelho 144, Acaiá 474-19, Acaiá Cerrado, Catuaí vermelho 99, Catucaí Amarillo 2SL, IAPAR 59, IAPAR 99, IAPAR 95, IPR 100, IPR 107, Catimor y Caturra. Lo que respecta a la arquitectura de la planta se determinó dos tipos, arbustiforme para los cultivares, Paraíso MG2, Arañas, Catuaí amarelo 62, Catiguá MG2, Paraíso MGH 419-1, Mundo Novo 379-19, Topazio MG1190, Sacramento, Oeiras, Araponga, Catuaí vermelho 144, Pau Brasil, Travessia MG2, Catuaí amarelo 17, Catiguá MG2, Catuaí vermelho 99, Catucaí amarelo 2SL, H32-11-17-4-5-4, H29-1-3-1-2-5-5, IAPAR 59, IAPAR 99, IAPAR 95, IAPAR 98, IPR 100, IPR 107, Catimor y Caturra. Los cultivares con arquitectura tipo piramidal fueron: Acaiá 474-19, Mundo Novo 376-4, Acaiá Cerrado y Borbón. Otras características cualitativas de la parte vegetativa de la planta se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13

Características cualitativas de desarrollo de los cultivares de café de 3 años de edad en la localidad de Sololá

Ambiente	Cultivar	Vigor Planta	Color Brote	Color de fruto
Santiago Atitlán, Sololá	Paraíso MG2	Bueno	Bronce	Amarillo
Santiago Atitlán, Sololá	Arañas	Bueno	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Catuai amarelo 62	Regular	Verde	Amarillo
Santiago Atitlán, Sololá	Catiguá MG2	Muy bueno	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Paraíso MGH 419-1	Malo	Verde	Amarillo
Santiago Atitlán, Sololá	Mundo Novo 379-19	Malo	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Topazio MG1190	Regular	Bronce	Amarillo
Santiago Atitlán, Sololá	Sacramento	Regular	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Oeiras	Regular	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Araponga	Bueno	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Catuai vermelho144	Regular	Verde	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Acaiá 474-19	Muy bueno	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Mundo Novo 376-4	Muy bueno	Verde	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Pau Brasil	Bueno	Verde	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Travessia MgG2	Bueno	Bronce	Amarillo
Santiago Atitlán, Sololá	Acaiá Cerrado	Muy bueno	Verde	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Catuai amarillo 17	Muy bueno	Bronce	Amarillo
Santiago Atitlán, Sololá	Catiguá MG2	Muy bueno	Verde	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Catuai vermelho 99	Bueno	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Catucái amarelo 2SL	Bueno	Bronce	Amarillo
Santiago Atitlán, Sololá	H32-11-17-4-5-4	Muy bueno	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	H29-1-3-1-2-5-5	Muy bueno	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	IAPAR 59	Muy bueno	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	IAPAR 99	Regular	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	IAPAR 95	Bueno	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	IAPAR 98	Bueno	Verde	Amarillo
Santiago Atitlán, Sololá	IPR 100	Bueno	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	IPR 107	Bueno	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Borbón	Bueno	Verde	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Catimor	Bueno	Bronce	Rojo
Santiago Atitlán, Sololá	Caturra	Regular	Verde	Rojo

MG= Minas Gerais, Brasil.

IAPAR= Instituto Agronómico de Paraná, Brasil.

Tabla 14

Resumen de estadísticos descriptivos para las características cuantitativas de los cultivares de café de en Santiago Atitlán, Sololá

Cultivar	Media	Moda	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Altura (cm)	132.6	122.0	37.1	62.0	263.0
Diámetro (mm)	35.5	38.0	6.4	13.7	56.5
Ramas plagiotróficas	60.4	64.0	10.4	24.0	86.0
Long ramas (cm)	65.5	59.0	14.7	28.0	111.0
Número de hojas/rama	52.6	60.0	7.5	45.0	60.0
Longitud de hoja (cm)	30.2	28.0	6.7	12.0	46.0
Ancho de hoja (cm)	15.9	16.0	1.4	12.0	20.0
Número de nudos	6.9	7.0	1.0	4.5	17.5

Grupos fenotípicos de los 28 cultivares estudiados Santiago Atitlán, Sololá

Se realizó el análisis de conglomerados para los 28 cultivares en las localidad Sololá, con base a 8 características cuantitativas y 7 cualitativas. Se obtuvo la clasificación de grupos fenotípicos de cultivares con características diferentes, a un valor de distancia euclidiana al medio de 4. En el dendrograma obtenido (Figura 8), se observan 6 grupos fenotípicos de cultivares.

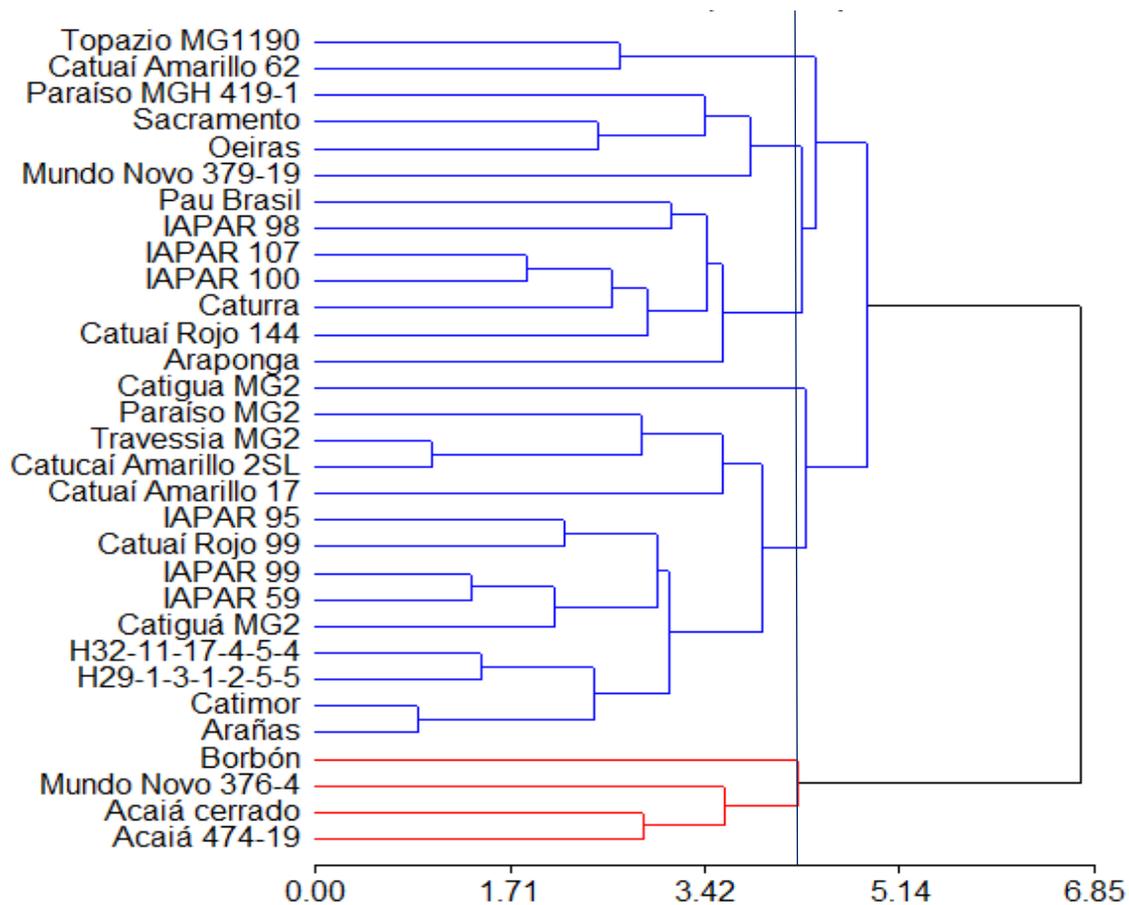


Figura 10. Dendrograma de clasificación fenotípica para los cultivares en Santiago Atitlán, Sololá, con plantas de 3 años de edad, 2017.

Las características semejantes de cada cultivar que conforman los grupos fenotípicos en el análisis de conglomerados en Sololá fueron:

Para el grupo 1, conformado por los cultivares Mondo Novo 376-4, Acaiá Cerrado, Acaiá 474-19 y el testigo Borbón. La característica principal que los diferencia de los cultivares restantes, es la arquitectura de la planta tipo piramidal y tener altura promedio que va de 210 a 215 cm, considerados de porte alto. Tuvieron poca aceptación por los agricultores excepto la variedad Borbón que es comercial y de buena calidad en Guatemala.

El **grupo 2** y más numeroso relaciona los cultivares Arañas, H32-11-17-4-5-4, H29-1-3-1-2-5-5, Catiguá MG2, IAPAR 59, IAPAR 99, IAPAR 95, Catuí vermelho, Catuaí amarelo 17, Catucaí amarelo 2SL, Travessia MG2 y Paraíso MG2, se agruparon junto a la variedad comercial Catimor, que fue utilizada como testigo resistente a la roya del café en ésta localidad. Las características principales de éste grupo fueron: color de brote de la hoja joven bronceado y diámetro de tallo que va de 31.3 a 38.9 mm.

Grupo 3 conformado por el cultivar Catiguá MG2

El **grupo 4**, abarca los cultivares Araponga, Catuaí vermelho 144, IPR 100, IPR 107, IAPAR 98, Pau Brasil, junto a la variedad comercial Caturra. Estos cultivares se caracterizan por producir frutos de color rojo y plantas de porte bajo-medio respecto a la altura.

Grupo 5, integrado por los cultivares Mundo Novo 379-19, Oeiras, Sacramento y Paraíso MGH419-1, se caracterizaron por tener vigor de planta malo a regular, el desarrollo en cuanto a la altura de planta fue heterogéneo.

Grupo 6, abarca los cultivares Topazio MG1190 y Catuaí amarelo 62, ambos cultivares con frutos de color amarillo y vigor regular.

6.2 Evaluación de cultivares de café resistentes enfermedades y plagas en seis regiones cafetaleras de Guatemala, 2017

Los ensayos de cultivares de café corresponden a los establecidos en las localidades de El Rodeo, San Marcos a 721 msnm; Esquipulas a 743 msnm y Olopa 1336 msnm en el departamento de Chiquimula; Alotenango, Sacatepéquez a 1404 msnm; Santa Rosa de Lima, Santa Rosa a 1015 msnm; Sierra de las Minas, Usulután, Zacapa a 1514 msnm y Santiago Atitlán, Sololá a 1583 msnm. Las enfermedades que se presentaron en los cultivares de café correspondientes al grupo 1 (ensayos establecidos en el 2013) y grupo 2 (ensayos establecidos en el 2014) fueron: roya del cafeto ocasionado por *H. vastatrix*, mancha de hierro ocasionado por *Cercospora* spp. y ojo de gallo ocasionado por *M. citricolor*. Las plagas de mayor importancia en la caficultura y presentes en los cultivares

fueron: minador de la hoja del café *Leucoptera coffeella* y broca del café *Hypothenemus hampei*.

6.2.1 Enfermedades y plagas en cultivares de café grupo 1

Esta información corresponde a ensayos de café con plantas de cuatro años de edad, establecidos en 2013, en 5 localidades. A continuación se discute de manera individual las enfermedades y plagas que se presentaron.

6.2.1.1 Enfermedades

Roya del café

Para este grupo de cultivares la resistencia a la roya del café, varió según la localidad. El cultivar CIA-1-41-19 cv presentó resistencia horizontal cualitativa (no específica), fue el único cultivar resistente en las cinco localidades donde se fueron establecidos los ensayos, comportamiento similar a la variedad Tupí, que es Sarchimor.

En la localidad de Santa Rosa los siete cultivares evaluados presentaron resistencia a ésta enfermedad.

En el ensayo establecido en La Sierra de las Minas, Usulután, Zacapa la variedad Tupí y los cultivares CIA mezcla de línea cv 69, H-140-3-41 cv 8, CIA-16-55-9 cv 6, CIA-1-41-19 cv 3, CIA mezcla línea cv 178 presentaron resistencia a la roya del café. El cultivar H-144-17-46 cv 8 resultó susceptible con severidad cuantificada de 2% en hoja y planta según escala utilizada.

En El Rodeo, San Marcos, los cultivares CIA-1-41-19 cv 3 y la variedad Tupí fueron resistentes. Los cultivares CIA mezcla de línea cv 69, H-140-3-41 cv 8, CIA-16-55-9 cv 6, H-144-17-46 cv 8 y CIA mezcla línea cv 178 presentaron susceptibilidad al hongo que ocasiona la roya del café. Se cuantificó 20% de severidad en hoja según escala utilizada.

Para la localidad de Esquipulas, Chiquimula, la variedad Tupí y los cultivares CIA-16-55-9 cv 6, CIA-1-41-19 cv 3 y CIA mezcla línea cv 178 presentaron resistencia al hongo *H. vastatrix*, mientras que para los cultivares CIA mezcla línea cv 69, H-140-3-41 cv 8 y H-144-17-46 cv 8, manifestaron susceptibilidad con severidad de 20% en hoja.

En la localidad de Tzanchaj, Santiago Atitlán, Sololá, la variedad Tupí y los cultivares H-144-17-46 cv 8, CIA-1-41-19 cv 3 y CIA mezcla línea cv 178 presentaron resistencia al hongo que ocasiona la roya del café. Los cultivares susceptibles a roya fueron: CIA mezcla línea cv 69, H-140-3-41 cv 8, y CIA-16-55-9 cv 6 con porcentaje de severidad de 2% en hoja, la cual se considera baja. Cuantificación de la severidad para cada cultivar por localidad se presenta en la Tabla 15.

Tabla 15

Intensidad de la roya del café en hojas para los cultivares evaluados en cinco regiones cafetaleras de Guatemala periodo 2016-2017.

Cultivar	LOCALIDADES				
	El Rodeo San Marcos, 721 msnm	Esquipulas Chiquimula, 743 msnm	Santa Rosa, 1015 msnm	Sierra Las Minas Zacapa, 1514 msnm	Tzanchaj Santiago Atitlán Sololá, 1583 msnm
	Severidad roya café %	Severidad roya café %	Severidad roya café %	Severidad roya café %	Severidad roya café %
CIA Mezcla cv 69	20	20	0	0	2
H-140-3-41 cv 8	2	20	0	0	2
H-144-17-46 cv 8	7	7	0	2	0
CIA-16-55-9 cv 6	20	0	0	0	2
CIA-1-41-19 cv 3	0	0	0	0	0
Variedad Tupí	0	0	0	0	0
CIA-Mezcla cv 178	7	0	0	0	0

Mancha de hierro

Mancha de hierro ocasionado por *Cercospora* spp. fue la enfermedad que se presentó en los siete cultivares en las 5 localidades estudiadas para el periodo 2016-2017. Presentó incidencia del 100%.

Ojo gallo

La enfermedad ojo de gallo ocasionada por *M. citricolor*, se presentó en los 7 cultivares con incidencia del 100% en la localidad de Sierra de las Minas Zacapa a 1514 msnm. Los síntomas consisten en pequeñas manchas foliares redondas (0.5 cm) en las hojas. Para la

localidad de San Marcos los cultivares H-144-17-46 cv 8, CIA-1-41-19 cv 3, Tupí, CIA mezcla línea cv 178 fueron los únicos afectados por ésta enfermedad.

6.2.1.2 Plagas

Minador de las hojas del café

La presencia de ésta plaga se presentó en los 7 cultivares en estudio en las diferentes localidades. Los cultivares con mayor daño se presentaron en el ensayo establecido en el departamento de Chiquimula, específicamente en el cultivar CIA mezcla línea cv 178.



Figura 11. Daño en hojas de café ocasionado por el gusano minador del café, en cultivares de café en el ensayo de la localidad de Esquipulas, Chiquimula, 2017.

Broca del café

La broca del café es plaga importante en el cultivo de café. En la cuantificación de frutos brocados en los cultivares de café evaluados en el ensayo establecido en la localidad de Esquipulas, Chiquimula, se observó de 2 a 15% de incidencia de frutos afectados. El porcentaje de daño de mayor a menor para cada cultivar fue: CIA-1-41-19 cv 3 con 15%, H-144-17-46 cv 8 con 5.0%, CIA mezcla de línea cv 69 con 4%, H-140-3-41 cv 8 con 4.0%, CIA-16-55-9 cv 6 con 4%, variedad Tupí 2.0% y CIA mezcla línea cv 178 2.0%. Ésta cuantificación se obtuvo a partir del muestreo de 100 frutos. En la Figura 9, se muestra el daño consistente de orificios ocasionados por el insecto en la extremidad del fruto.



Figura 12. Daño de la plaga de broca del café *Hypothenemus hampei*, se observa orificios en frutos de cultivares de café en ensayos de campo, ensayo Esquipulas, Chiquimula, 2017.

6.2.2 Enfermedades y plagas en cultivares de café grupo 2

Esta información corresponde a ensayos de café con plantas de tres años de edad, establecidos en 2014, en 4 localidades indicadas en Tabla 16. A continuación se discute de manera individual, lo relacionado a las enfermedades y plagas que se presentaron.

6.2.2.1 Enfermedades

Roya del café

Para éste grupo de cultivares evaluado en las localidades de Santa Rosa de Lima, Esquipulas, Chiquimula, Alotenango, Sacatepéquez y Santiago Atitlán, Sololá. Los cultivares de café que presentaron resistencia a la roya del café en las 4 localidades fueron: Paraíso, Arañas, Catiguá MG2, Sacramento, Araponga, Pau Brasil, H29-1-3-1-2-5-5, IAPAR 59 y IPR 107. Para el resto de cultivares, la susceptibilidad a ésta enfermedad fue variable de una región a otra.

La severidad máxima encontrada en los cultivares de café del grupo 2, fue en la localidad de Santa Rosa de Lima con el 70% para los cultivares Mondo Novo y Acaíá 474-19. En la localidad de Santiago Atitlán, Sololá, la severidad máxima cuantificada fue de 20% según

escala utilizada, en los cultivares Catuaí vermelho y amarelo, severidad de la roya del café por cultivar en localidad estudiada se detalla en Tabla 16.

Tabla 16

Intensidad de la roya del café cuantificada en cultivares de café en cuatro regiones cafetaleras de Guatemala, 2016-2017.

Cultivar	LOCALIDADES			
	Santa Rosa, 1015 msnm	Olopa Chiquimula, 1336 msnm	Alotenango Sacatepéquez 1404 msnm	Tzanchaj, Santiago, Atitlán Sololá, 1583 msnm
	Severidad roya café %	Severidad roya café %	Severidad roya café %	Severidad roya café %
Paraíso MG2	0	NE	NE	0
Arañas	0	NE	NE	0
Catuaí amarelo 62	20	NE	2	7
Catigua MG2	0	0	NE	0
Paraíso MGH 419-1	0	NE	NE	0
Mundo Novo 379-19	7	NE	NE	0
Topazio MG1190	20	NE	NE	7
Sacramento	0	NE	NE	0
Oeiras	20	0	2	2
Araponga	0	0	2	0
Catuaí vermelho 144	20	2	2	2
Acaiá 474-19	70	0	0	7
Mundo Novo 376-4	70	NE	NE	7
Pau Brasil	0	0	0	0
Travessia MG2	45	0	2	7
Acaiá Cerrado	70	NE	2	2
Catuaí amarelo 17	45	2	2	20
Catigua MG2	0	0	0	0
Catuaí Rojo 99	45	NE	2	20
Catuaí amarelo 2SL	7	NE	NE	7
H32 11 17-4-5-4	0	0	NE	7
H29-1-3-1-2-5-5	0	2	NE	0
IAPAR 59	0	NE	NE	0
IAPAR 95	0	NE	NE	0
IAPAR 98	NE	NE	NE	0
IAPAR99	0	NE	NE	7
IPR 100	0	NE	NE	7
IPR 103	0	NE	NE	NE
IPR 107	0	NE	NE	0

NE = este cultivar no se evaluó en esta localidad por falta de plantas de café.

Mancha de hierro

Mancha de hierro ocasionado por *Cercospora* spp. fue la enfermedad que se presentó en los 28 cultivares, en las localidades de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa; Olopa, Chiquimula; Alotenango, Sacatepéquez y Tzanchaj, Santiago Atitlán, Sololá. Se cuantificó incidencia de mancha de hierro y se obtuvo el 100% de plantas con ésta enfermedad.

Mancha de phoma

Ésta enfermedad ocasionada por *Phoma* spp., se presentó en los cultivares de café en el ensayo de la localidad de Tzanchaj, Santiago Atitlán, Sololá. Se cuantificó 100% de incidencia, con severidad leve en el mes de septiembre en época lluviosa y fría.

Minador de las hojas del café

Ésta plaga se presentó en los 28 cultivares de café con incidencia de 100%, se observó daño foliar leve en todas las plantas de los cultivares en los cuatro ensayos establecidos en el 2014 en las localidades de Santa Rosa de Lima, Olopa, Alotenango y Tzanchaj, Santiago, Atitlán.

6.3 Rendimiento y calidad de taza de los cultivares de café evaluados

6.3.1 Rendimiento

El rendimiento obtenido en la cosecha 2015-2016 en los cultivares de café en el ensayo de la localidad de Santiago Atitlán, Sololá, en grano pergamino, para los cultivares con resistencia a la roya del café fueron los siguientes: 2064.4 kg/ha para el cultivar Paraíso MG2 con factor de relación cereza/pergamino de 4.56 y 1828.8 kg/ha para el cultivar Catiguá MG2 y factor de relación cereza pergamino de 4.70.

En éste ensayo se utilizaron como testigo las variedades Borbón y Caturra como susceptibles a la roya del café y la variedad Catimor como resistente. El rendimiento obtenido en café pergamino fue: Borbón 764.9 kg/ha con factor de relación de 4.63, Catimor 1289.3 kg/ha con factor de relación cereza pergamino de 5.03 y Caturra 590.0

kg/ha con factor de relación cereza pergamino de 3.74. En la Tabla 17 se presentan los rendimientos obtenidos en todos los cultivares de éste ensayo.

Tabla 17

Rendimiento de cultivares de café en cereza y pergamino bajo las condiciones ambientales de Sololá, cosecha 2015-2016

No.	Cultivar	Cosecha 2015-16		Rendimiento kg/ha		Relación cereza/Pergamino	Relación pergamino/oro
		Café cereza en kg	Café pergamino en kg	Café Cereza kg/ha	Café pergamino kg/ha		
1	Paraíso MG2	28.3	6.2	9422.3	2064.4	4.56	1.22
2	Arañas	17.2	3.9	6158.7	1400.2	4.40	1.28
3	Catuaí amarelo 62	7.4	1.6	2627.8	588.5	4.47	1.24
4	Catiguá MG2	27.5	5.9	8602.6	1828.8	4.70	1.22
5	Paraíso MGH 419-1	6.6	1.4	2556.8	546.3	4.68	1.23
6	Topazio MG1190	8.9	2.2	3185.9	771.1	4.13	1.24
7	Araponga	15.6	3.6	5560.1	1278.4	4.35	1.24
8	Catuaí vermelho 144	7.2	1.5	2556.8	547.9	4.67	1.23
9	Acaiá 474-19	25.1	5.5	8361.7	1818.2	4.60	1.25
10	Mundo Novo 376-4	24.5	5.2	8181.8	1742.4	4.70	1.24
11	Pau Brasil	17.8	3.2	5947.0	1060.6	5.61	1.26
12	Travessia MG2	23.5	5.1	7840.9	1685.6	4.65	1.25
13	Acaiá Cerrado	22.5	4.5	7500.0	1515.2	4.95	1.25
14	Catuaí amarelo 17	32.4	7.1	10795.5	2367.4	4.56	1.23
15	Catiguá MG2	26.0	5.6	8655.3	1875.0	4.62	1.28
16	Catuaí vermelho 99	25.1	5.3	8959.0	1887.2	4.75	1.22
17	Catuaí amarelo 2SL	33.6	7.4	11212.1	2481.1	4.52	1.24
18	H32-11-17-4-5-4	17.2	3.2	5738.6	1060.6	5.41	1.25
19	H29-1-3-1-2-5-5	22.4	3.4	7452.7	1136.4	6.56	1.23
20	IAPAR 59	21.1	4.0	7538.6	1420.5	5.31	1.27
21	IAPAR 99	10.2	2.0	3933.6	786.7	5.00	1.26
22	IPR 100	23.3	5.5	8319.8	1948.1	4.27	1.26
23	IPR 107	10.5	2.4	3764.2	872.6	4.31	1.20
24	Borbón	9.2	2.0	3540.2	764.9	4.63	1.25
25	Catimor	16.8	3.4	6479.5	1289.3	5.03	1.25
26	Caturra	5.7	1.5	2207.2	590.0	3.74	1.26

6.3.2 Características organolépticas de cultivares de café correspondientes al grupo 1 en las localidades de San Marcos y Zacapa

Se determinó únicamente las características organolépticas para los cultivares de las localidades de San Marcos y Zacapa (cosecha 2016-2017), el análisis se realizó en el laboratorio de catación de ANACAFÉ. En los resultados se obtuvo que los 7 cultivares en la localidad de Zacapa presentaron características de taza estrictamente duro con punteo de 84.75 para el cultivar CIA mezcla línea cv 69 a 1514 msnm considerado como un café de calidad según los estándares establecidos por ANACAFÉ y en la localidad de San Marcos a 721 msnm los mismos cultivares presentaron características de tipo duro y semiduro con punteo máximo de 79.25 para el cultivar H-144-17-46 cv 8, (Tabla 18).

Tabla 18

Resultados de análisis de catación de café en laboratorio de ANACAFÉ para los cultivares en las localidades de San Marcos y Zacapa.

Cultivar	San Marcos			Zacapa		
	Tipo	Limpieza	Punteo	Tipo	Limpieza	Punteo
CIA Mezcla cv 69	Semi duro	Limpia (Sana)	75	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	84.75
H-140-3-41 cv 8	Semi duro	Limpia (Sana)	75.12	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	83.33
H-144-17-46 cv 8	Duro	Limpia (Sana)	79.25	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	84.17
CIA-16-55-9 cv 6	Semi duro	Limpia (Sana)	76.75	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	83
CIA-1-41-19 cv 3	Semi duro	Limpia (Sana)	75.75	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	82.25
Tupi	Semi duro	Moho	64.12	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	82.25
CIA-Mezcla cv 178	Semi duro	Limpia (Sana)	74.62	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	80.67

Los resultados del análisis de características organolépticas de las muestras de grano de café, realizado en el laboratorio de ANACAFE para las localidades de San Marcos y Zacapa fueron:

Para la región de San Marcos el cultivar CIA mezcla línea cv 69 grano pergamino, limpio y parejo. Descripción del color en verde (grano oro), verdoso; secamiento, disparejo; tamaño visual, pequeño; olor, limpio y presencia de granos defectuosos, brocados, inmaduros, lastimados y agrios/sobre fermentados.

Cultivar H-140-3-41 cv 8: grano pergamino, limpio y parejo. Descripción del color en verde (grano oro), verdoso; secamiento, disperejo; tamaño visual, disperejo; olor, limpio y presencia de granos defectuosos, daño por hongos, granos elefantes, inmaduros y lastimados.

Cultivar H-144-17-46 cv 8: grano pergamino, limpio y parejo. Descripción del color en verde (grano oro), verde aceituna; secamiento, disperejo; tamaño visual, mediano; olor, limpio y presencia de granos defectuosos en forma de concha, dañados por hongos, granos elefantes, inmaduros, lastimados y granos en forma de muela.

Cultivar CIA-16-55-9 cv 6: grano pergamino, limpio opaco y parejo. Descripción del color en verde (grano oro), verdoso; secamiento, disperejo; tamaño visual, disperejo; olor, limpio y presencia de granos defectuosos por daños de hongos, granos elefantes, inmaduros, lastimados y negros.

Cultivar CIA-1-41-19 cv 3: grano pergamino, limpio opaco y parejo. Descripción del color en verde (grano oro), verdoso; secamiento, disperejo; tamaño visual, disperejo; olor, limpio y presencia de granos defectuosos en forma de conchas, daños por hongos, elefantes, inmaduro, lastimados, formato de muela y color negro.

Variedad Tupí: grano pergamino, limpio, opaco y parejo. Descripción del color en verde (grano oro), verde aceituna; secamiento, disperejo y húmedo, tamaño visual, mediano; olor limpio y presencia de granos defectuosos en forma de conchas, granos elefantes, inmaduros, lastimados, en forma de muela y negro parcial.

Cultivar CIA mezcla línea cv 178 CIA: grano pergamino, limpio, opaco y parejo. Descripción del color en verde (grano oro), verdoso; secamiento, disperejo; tamaño visual, disperejo; olor, a moho y presencia de granos defectuosos en forma de concha, daños por hongos, inmaduros, lastimados, forma de muela, color negro parcial y negro.

Para la localidad de Zacapa las características organolépticas de los cultivares fueron:

CIA mezcla línea cv 69: grano pergamino, opaco y disperejo. Descripción del color en verde (grano oro), verdoso; secamiento, parejo; tamaño visual, mediano; olor, limpio y presencia de granos defectuosos en forma de concha, elefante, muela, inmaduros y lastimados.

Cultivar H-140-3-41 cv 8: grano pergamino, limpio y disperejo. Color en verde (grano oro), verdoso; secamiento, parejo; tamaño visual, mediano; olor, limpio, y presencia de granos defectuosos en forma conchas, elefante, muela, inmaduros y lastimados.

Cultivar H-144-17-46 cv 8: grano pergamino, disperejo, manchado, opaco y disperejo, descripción del color en verde (grano oro), verdoso; secamiento, parejo; tamaño visual, mediano; olor limpio y presencia de granos defectuosos en forma de concha, muela, elefante, inmaduros, lastimados y negro parcial.

Cultivar CIA-16-55-9 cv 6: grano pergamino disperejo, manchado y disperejo. Descripción del color en verde (grano oro), verdoso; secamiento, disperejo y húmedo; tamaño visual, mediano; olor, limpio y presencia de granos defectuosos en forma de concha, muela, elefante, inmaduros y lastimados.

Cultivar CIA-1-41-19 cv 3 6: grano pergamino, limpio y disperejo. Color en verde (grano oro), verdoso; secamiento, disperejo; tamaño visual, mediano; olor, limpio y presencia de granos defectuosos en forma de concha, muela, elefante, inmaduros y lastimados.

Variedad Tupí: grano pergamino, disperejo, manchado, opaco y disperejo. Descripción del color en verde (grano oro), verdoso; secamiento, disperejo; tamaño visual, mediano; olor, limpio y presencia de granos defectuosos en forma de concha, elefante, muela, inmaduros, lastimados y agrios/sobrefermentados.

Cultivar CIA mezcla línea cv 178: grano pergamino, limpio y disperejo. Descripción del color en verde (grano oro), verdoso; secamiento, disperejo; tamaño visual, mediano; olor, limpio y presencia de granos defectuosos en forma de concha, elefante, muela, inmaduros y lastimados.

Granulometría y densimetría

En la determinación del tamaño de grano se utilizaron las zarandas del laboratorio de catación de ANACAFÉ. Los calibres, zaranda base (0) y de la zaranda 14 a la 20. En ambas localidades el tamaño de los granos se catalogó como mediano a grande (Tabla 19).

Tabla 19

Resultados de granulometría y densidad de grano pergamino en cultivares de café, ensayos ubicados en San Marcos y Zacapa

Ref. Cultivar	Granulometría			Densidad				
	Pequeño (%)	Mediano (%)	Grande (%)	Peso oro (g)	Da oro (g/l)	Peso tostado (g)	Da tostado (g/l)	Rendimiento oro/tostado (%)
Localidad de San Marcos								
49*	23	67	10	100	714	84	328	84
31	18	29	53	100	685	85	333	85
22	19	28	54	100	714	85	366	85
15	20	34	46	100	685	87	345	87
13	26	33	42	100	690	87	335	87
Tupí	11	19	70	100	725	84	359	84
46	24	30	46	100	694	86	339	86
Localidad de Zacapa								
49	12	40	49	100	714	81	388	81
31	8	22	70	100	704	83	374	83
22	10	34	56	100	730	85	419	85
15	13	24	64	100	704	83	393	83
13	15	28	57	100	725	82	390	82
*49 = CIA mezcla cv 69					15 = CIA-16-55-9 cv 6			
31 = H-140-3-41 cv 8					13 = CIA-1-41-19 cv 3			
22 = H-144-17-46 cv 8					46 = CIA-mezcla cv 178			

Para los cultivares del grupo 2, establecidos en el 2014, en la localidad de Santiago Atitlán, Sololá, se realizó el análisis de calidad de taza únicamente para grano de los cultivares que presentaron resistencia a la roya del café y a las tres variedades testigo cultivadas por el agricultor en dicho lugar. Del análisis efectuado, los resultados para los diez cultivares fueron tipo de taza estrictamente duro y con punteos de 80.19 a 84.25 puntos, considerados como cafés especiales. La variedad de referencia con característica de tener resistente a la roya del café en esta localidad, fue Catimor, tuvo un punteo de 75.38 y tipo de taza duro, características inferiores a los cultivares en estudio (Tabla 20).

Tabla 20

Resultados de análisis de catación de café en laboratorio de ANACAFÉ para los cultivares del grupo 2 en la localidad de Sololá.

TIPO Y TAZA			
Cultivar	Tipo	Limpieza	Punteo
IAPAR 59	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	84
H29-1-3-1-2-5-5	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	81.62
H32-11-17-4-5-4	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	80.19
Catiguá MG2	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	80.69
Pau Brasil	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	82.62
CIA mezcla de línea cv 69	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	82.75
H-140-3-41 cv.8	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	83.125
H-144-17-46 cv.8	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	84.25
Catiguá MG2	Estrictamente duro	Aspero (leve)	80.56
Arañas	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	82.125
Caturra	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	83.375
Borbón	Estrictamente duro	Limpia (Sana)	82.44
Catimor	Duro	Limpia (Sana)	75.375

El análisis granulométrico de éstos cultivares fue variado. Se obtuvo granos pequeños para IAPAR 59 con porcentaje de 53%, granos medianos para Catiguá MG2 con 62 % y granos grandes para el cultivar H32-11-17-4-5-4 con 54 % (Tabla 21).

Tabla 21

Resultados de granulometría y densidad de grano pergamino en cultivares de café grupo 2, ensayo de Santiago Atilán, Sololá.

Cultivar	Granulometría			Peso oro (g)	Da oro (g/l)	Densidad		Rendimiento oro/tostado (%)
	pequeño %	mediano %	Grande %			Peso tostado (g)	Da tostado (g/l)	
IAPAR 59	53	43	4	100	735	86	406	86
H29-1-3-1-2-5-5	18	51	30	100	714	86	386	86
H32-11-17-4-5-4	6	41	54	100	719	81	377	81
Catigua MG2	46	49	5	100	735	77	410	77
PAU BRASIL	25	64	11	100	714	80	406	80
CIA mezcla de línea cv 69	28	68	4	100	709	84	385	84
H-140-3-41 cv.8	10	35	55	100	714	83	395	83
H-144-17-46 cv.8	16	56	28	100	694	88	415	88
Catiguá MG2	16	62	22	100	730	85	403	85
Arañas	10	35	55	100	719	88	386	88
Caturra	14	49	37	100	704	87	395	87
Borbón	29	66	5	100	741	87	385	87
Catimor	6	30	64	100	725	87	395	87

El informe del 100% de las muestras de café catadas y analizadas permitieron caracterizar a los cultivares con las características del grano tostado como: color poco oscuro a oscuro, de textura poco rugosa a rugosa y con poca presencia de granos Quakers, en ambas localidades.

6.4 Impacto del proyecto

Con la investigación de selección de cultivares de café en regiones cafetaleras de Guatemala, se logró conocer aquellos cultivares que presentaron resistencia a *H. vastatrix*, agente causal de la roya del café. Se realizó en diferentes localidades o ambientes donde hubo ensayos de cultivares de café. Fue posible caracterizar la resistencia de los cultivares de café de acuerdo a las localidades. Se estudió el ataque de otros patógenos que ocasionaron enfermedades en los cultivares de café y fue variable. La enfermedad Ojo de Gallo se presentó en cultivares resistentes a la roya del café en la localidad de mayor altitud a 1514 msnm. Respecto a plagas, hubo ataque de plagas comunes en Guatemala como el minador de las hojas y la broca del café. Los cultivares seleccionados como resistentes a la roya del café, también presentaron alto rendimiento y buena calidad de taza. De los cultivares de café seleccionados como promisorios, hubo aceptación por parte de los agricultores y que permiten ser recomendadas para su futura transferencia y producción comercial. La semilla de los cultivares de café considerados como promisorios y seleccionados en este estudio, está disponible con los caficultores en diferentes regiones de Guatemala.

Otro aspecto de importancia para los caficultores en Guatemala es la respuesta al manejo vegetativo (podas) que fue indicado. No obstante, se recomienda dar seguimiento a los cultivares seleccionados en ésta investigación y socializar el uso de los mismos en el país.

Producto de la investigación los cultivares: Pau Brasil, IPAR 59, Catiguá MG2, Paraíso, H29-1-3-1-2-5-5 y Arañas, presentaron resistencia al patógeno, considerados como promisorios para uso comercial. A través de los resultados obtenidos en el estudio, se demuestra la relevancia de adaptar cultivares resistentes como parte de la estrategia de control de la enfermedad.

7. Análisis y discusión de resultados

En el estudio de selección de cultivares de café adaptado a las regiones cafetaleras de Guatemala y condiciones de los agricultores, basado en su resistencia a plagas, enfermedades y con buena calidad de taza, se determinó que el comportamiento de los cultivares mejorados en Brasil varía de una región a otra, tanto en resistencia a la roya del café, otras enfermedades y ataque de plagas. El mejoramiento de los cultivares de café fue realizado en Brasil en diferentes localidades. Así, los cultivares procedentes del IAPAR, seleccionados en Londrina, Brasil se adaptaron mejor en Santiago Atitlán, Sololá, con ambiente análogo de su procedencia. El cultivar Catigua y Pau Brasil, que fueron seleccionados en Minas Gerais, presentan buena adaptación (EPAMIG, 2013) en las diferentes localidades en Guatemala. El rendimiento de los cultivares evaluados y considerados como promisorios, fue alto, comparado al rendimiento de las variedades locales de los agricultores. De acuerdo a protocolos que se consideran en ANACAFÉ, se indica que el rendimiento promedio de café en grano pergamino en Guatemala es de 1000 kg/ha, con densidad de siembra promedio de 3500 plantas de cafeto por hectárea. El distanciamiento de siembra de los cultivares en estudio fue de 2.0 m entre surcos y 1.0 m entre plantas, que permite densidad de 5000 plantas por hectárea. El rendimiento para los cultivares en plantas de café de primer año de producción, fue superior al promedio nacional indicado, lo que indica que presentan potencial en su uso como variedades comerciales para los caficultores en el futuro.

En relación a la roya del café ocasionada por *H. vastatrix*, es una enfermedad que limita la producción de *C. arabica* en el mundo, en variedades susceptibles. La resistencia genética se podría considerar como la principal forma de control (Manchego, R., et al. 1999), mismo que no siempre se obtiene o no es precedera. Los cultivares promisorios evaluados en este estudio, presentaron variabilidad en cuanto a la resistencia al hongo que ocasiona ésta enfermedad, en las diferentes localidades donde se evaluaron los cultivares de café. Los cultivares Catiguá MG2, Pau Brasil y Tupí fueron caracterizados como resistentes a la roya del café durante el periodo 2014-2017, además de que presentaron excelentes características de agromorfológicas en todas las localidades donde fueron evaluados. Se

observó susceptibilidad en baja escala a otras enfermedades y plagas comunes como el caso del minador y broca del café.

La calidad de taza de los cultivares de café caracterizados, comercialmente es aceptable. En algunos casos, catalogado como café tipo estrictamente duro, considerado como café especial, lo que permite la comercialización sin obstáculo para el caficultor. En Brasil, fueron seleccionados por presentar buen rendimiento y perfil de taza considerada como café especial, según el informe agropecuario de la EPAMIG en Minas Gerais (EPAMIG, 2013). Situación análoga fue observada en los cultivares en ensayos de café en Guatemala. McDonald (2015), realiza la clasificación de perfil y taza de café basado en criterios como: variedad botánica, se refiere a la variedad a la cual pertenece el café y la altitud o región. Para Guatemala, se clasifica por tipo de café de acuerdo a lo siguiente: estrictamente duro (Strictly Hard Bean-SHB), arriba de 1400 msnm, duro (Hard Bean-HB) de 1200-1400 msnm, semi duro (Semi Hard Bean-SHB) 1000-1200 msnm, extra prima lavado (Washed Extra Prime) 800-1000 msnm y prima lavado (Prime Washed) de 600-800 msnm. En el perfil de taza, se consideran las características: fragancia/aroma, sabor, retrogusto o sabor residual, acidez, cuerpo, dulzura, balance, uniformidad, limpieza, impresión general y defectos. Se asignan puntajes para su clasificación: menor de 80= baja calidad; de 80-84.99, café especial; 85-89.99 origen especial y de 90-100 considerado como especialidad rara.

En relación a la calidad del café proveniente de las plantas de los cultivares evaluados. Los cultivares del grupo 1, presentaron ser de tipo semi duro a duro en altitud de 721 msnm y estrictamente duro a 1480 msnm, respectivamente, la altitud, afectó la calidad. Los puntajes de perfil de taza, para la localidad de San Marcos fueron de 74 a 79.25 y se encuentran por debajo de una calidad especial, en la localidad de Zacapa de 80 a 84.75 catalogados como café especial. Los cultivares correspondientes al grupo 2, en la localidad de Santiago Atitlán, Sololá, en la primera cosecha el puntaje fue entre 80.19 a 84.25 y considerados como café especial. ANACAFÉ indica que las primeras cosechas no son determinantes en la calidad en taza del café. Por ello, se requiere de análisis posteriores para saber si la calidad de café, se mantiene o puede aumentar. De cualquier forma, la calidad del café analizado fue aceptable dentro de los requerimientos del mercado en Guatemala.

8. Conclusiones

Los cultivares de café considerados como promisorios, basado en buenas características agro morfológicas, en su resistencia a plagas, enfermedades y con buena calidad de taza fueron: en la localidad de San Marcos, Variedad Tupí, CIA mezcla de línea cv 69 y H-140-3-41 cv 8. En la localidad de Zacapa Tupí, H-140-3-41 cv 8 y H-144-17-46 cv 8, en Chiquimula los siete cultivares evaluados CIA mezcla de línea cv 69, H-140-3-41 cv 8, H-144-17-46 cv 8, CIA-16-55-9 cv 6, CIA-1-41-19 cv 3, Tupí y CIA mezcla línea cv 178 presentaron buen vigor y tolerancia a sequía. En Santiago Atitlán, Sololá, IAPAR 59, H29-1-3-1-2-5-5, H32 11 17-4-5-4, Catiguá MG2, Pau Brasil, CIA mezcla de línea cv 69, H-140-3-41 cv.8, H-144-17-46 cv.8, Catiguá MG2, Arañas y IPR 107 que presentó buen vigor, adaptación, rendimiento y aceptación por los caficultores.

Los cultivares con resistencia a la roya del café y tolerancia a otras enfermedades en las 6 localidades fueron: Tupí, CIA-1-41-19 cv 3, IAPAR 59, H29-1-3-1-2-5-5, H32 11 17-4-5-4, Catiguá MG2, Pau Brasil, H-140-3-41 cv.8, H-144-17-46 cv.8, Arañas y Paraíso.

El rendimiento de los cultivares seleccionados en quintales pergamino/ha durante el tercer año de establecidos en campo fue: Catucaí amarelo 2SL 54.58, Catuaí amaerlo 52.08, Paraíso MG2 45.42, IPR 100 42.86, Catuaí vermelho 99 41.52, Catiguá MG2 41.25 y Acaí 474-19 40.0.

Los cultivares seleccionados por presentar buena calidad de taza: fueron: CIA mezcla de línea cv 69 (84.75 puntos) tipo de taza estrictamente duro, H-144-17-46 cv 8 (84.17 puntos) tipo de taza estrictamente duro, IAPAR 59 (84 puntos) tipo de taza estrictamente duro y H-144-17-46 cv.8 con 84,25 puntos y tipo de y taza estrictamente duro.

9. Recomendaciones

Los cultivares: Pau Brasil, IPAR 59, Catiguá MG2, Paraíso, H29-1-3-1-2-5-5 y Arañas, por presentar resistencia al patógeno que ocasiona la roya del café, buen rendimiento, aceptables características agromorfológicas y calidad de taza de café, son considerados como promisorios y para uso comercial.

Continuar con la evaluación de los ensayos de cultivares de café en campo seleccionados en ésta investigación, para determinar su rendimiento y calidad de taza obtenido en cosechas posteriores

Evaluar la respuesta al manejo vegetativo (podas) de los cultivares seleccionados como promisorios según localidad.

10. Referencias

- Alfaro Villatoro, M. A. (2015). *Evaluación de líneas mejoradas de café con resistencia al hongo *Hemileia vastatrix* y comportamiento agronómico en diferentes regiones cafetaleras de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- ANACAFÉ. (s.f.-a). Especies y variedades del cafeto. Recuperado de https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura_VarietadesCafeto
- ANACAFÉ. (s.f.-b). Laboratorio de Catación. Recuperado de https://www.anacafe.org/glifos/index.php/09SERV:Catacion_servicios
- ANACAFÉ. (s.f.-c). Ojo de Gallo. Recuperado de https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Prevencion_Ojo_de_Gallo
- ANACAFÉ. (2014). Anacafé-14 una nueva variedad de café de Guatemala. Recuperado de <http://www.anacafe.org/glifos/index.php/13NOT:Anacafe-14-nueva-variedad>
- ANACAFÉ. (2017). Ingreso de divisas. Recuperado de http://www.anacafe.org/glifos/index.php/02EYP:Registro_expodivisas
- Anzuetto R., F. (2013). Variedades de café resistentes a la roya. Recuperado de https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Variedades_resistentes_a_roya
- Armando García, E. (s.f.). Algunas Características Importantes de las variedades más Conocidas en Guatemala. Recuperado de https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Variedades_de_cafe
- APS. The American Phytopathological Society. (2011). Coffee rust (*Hemileia vastatrix*). Recuperado de <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Basidiomycetes/Pages/CoffeeRust.aspx>
- Avelino, J., & Rivas, G. (2014). La roya anaranjada del cafeto. Recuperado de <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01071036/document>

- Consórcio Pesquisa Café. (2011). Cultivares de Café. Recuperado de <http://www.consorcioquesquisacafe.com.br/index.php/2016-05-09-18-10-56>
- Constantino, L. M., Flórez, J. C. ., Benvides, P. ., & Bacca, T. (2011). Minador de las hojas del cafeto. Una plaga potencial por efectos del cambio climático. *Avances Técnicos Cenicafé*, (409). Recuperado de <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04091.pdf>
- Escobar Molina, M. C. (2017). *Selección de cultivares promisorios de café Coffea arabica L. basado en resistencia a roya del café Hemileia vastatrix Berk. & Br. in vitro y en condiciones de campo en zonas cafetaleras de Guatemala C.A.* Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/6890>
- EPAMIG. (2013). Informe Agropecuario Semana Internacional do Café, 34(ISSN 0100-3364).
- Espinoza, N. A. (2016). XXVII Seminario Regional Cafetalero, Pérez Zeledón, 2016 (p. 49). Costa Rica. Recuperado de [http://www.mag.go.cr/informacion/prog-nac-cafe-XXVII Seminario Regional Perez Zeledon 2016 MG CICAFE.pdf](http://www.mag.go.cr/informacion/prog-nac-cafe-XXVII_Seminario_Regional_Perez_Zeledon_2016_MG_CICAFE.pdf)
- Fazuoli, L. C., Braghini, M. T., Silvarolla, M. B., & Baião de Oliveira, A. C. (2007). A ferrugem alaranjada do cafeeiro e a obtenção de cultivares resistentes. *O Agrônomo*, 59(1), 6.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2010). Principales plagas y enfermedades del café. Recuperado de http://cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/manejo_agronomico/
- Fuentes López, M. R. (n.d.). *Descriptores del café (Coffea spp. y Psilanthus spp.)*. Recuperado de https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/72790/Descriptores_café_487.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García Bastidas, F. (2012). Identificación y caracterización de marcadores moleculares de

- introgresión provenientes de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. en líneas F5 de *Coffea arabica* L., 31–43. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6779/1/12751523.2012.pdf>
- García P., E., & Lozoja G., E. (2004). Genes de Resistencia a Enfermedades en Plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 22(3), 414–422.
- Instituto Nacional de Estadística. (2015). República de Guatemala : Encuesta Nacional Agropecuaria 2014. Recuperado de <https://www.ine.gov.gt/sistema/uploads/2015/10/16/iQH6CPCSZUC1uOPe8fRZPen2qvS5DWsO.pdf>
- MAGA. (2013). Acceso a la información de la roya del café. Recuperado de http://web.maga.gov.gt/wp-content/uploads/img/roya/acceso_informacion-roya_del_cafe.pdf
- Manchego, R., Bustamante, J. & G. J. (1999). Evaluación Agronómica de ocho líneas de café (*Coffea arabica* L.) resistentes a la roya del café en la localidad de El Playón, Estado de Mérida, 11(3), 97–102. Recuperado de [http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev11\(3\)/3. Evaluación agronómica de ocho.pdf](http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev11(3)/3.Evaluación%20agron%C3%B3mica%20de%20ocho.pdf)
- Marín López, Sandra M.; Arcila Pulgarín, Jaime; Montoya Restrepo, Esther C.; Oliveros Tascón, C. E. (2004). Relación entre el estado de madurez del fruto del café y las características de beneficio rendimiento y calidad de la bebida. *Cenicafé*, 54(4), 297–315.
- McCook, S., & Vandermeer, J. (2015). The Big Rust and the Red Queen: Long-Term Perspectives on Coffee Rust Research. *Phytopathology*, 105(9), 1164–1173. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-04-15-0085-RVW>
- McDonald. (2015). Evaluación Sensorial Del Café, 37. Recuperado de <http://scanprogram.org/wp-content/uploads/2012/08/20151026-Evaluacion-sensorial-del-cafe.pdf>
- Montilla-Pérez, J., Arcila-Pulgarín, J., Aristizábal-Loaiza, M., Montoya-Restrepo, E. C.,

- Puerta-Quintero, G. I., Oliveros-Tascón, C. E., & Cadena -Gómez, G. (2008). Propiedades Físicas y Factores de Conversión del Café en el Proceso de Beneficio. *Avances Técnicos Cenicafé*, 370.
- Orozco Miranda, E.F. (2015). *Experiencias en el manejo no químico de la roya del café en Guatemala*. Taller AGROECOLOGÍA Y ROYA DEL CAFÉ, FAO-2015, Panamá.
- Ramírez, E., Álvarez, J., & Fajardo, O. (s.f.). Manejo fitosanitario de la roya del café, 22. Recuperado de http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnach860.pdf
- Rijo, L. (1974). *Hemileia vastatrix*. *Canadian Journal of Botany*, 52(6), 1363–1367. <https://doi.org/10.1139/b74-177>
- SENASICA. (2013). Ficha Técnica No. 40 Roya del cafeto *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome. *Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad Y Calidad Agroalimentaria (SENASICA)*, 40(978-607-715-150-0), 2–23.
- Silva, M. D. C., Várzea, V., Guerra-Guimarães, L., Azinheira, H. G., Fernandez, D., Petitot, A. S., Nicole, M. (2006). Coffee resistance to the main diseases: Leaf rust and coffee berry disease. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18(1), 119–147. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2005.11.005>
- Soto Muñoz, K. R. (2012). *Selección de genotipos promisorios de café (Coffea arabica L.) basados en caracteres agromorfológicos, resistencia a plagas y enfermedades en finca Las Flores, Barberena, Santa Rosa, Guatemala, C.A.* Universidad de San Carlos de

11. Apéndices

Apéndice 1

Estadísticos descriptivos para las características cuantitativas de los cultivares de café de en Santiago Atitlán, Sololá

Cultivar	Resumen	Altura (cm)	Diámetro (mm)	RF	Long RF	Long/Hoja	Ancho/Hoja
Acaia 474-19	Media	215.67	42.11	75.07	84.60	16.36	6.20
Acaia 474-19	CV	14.84	11.08	9.44	12.55	7.74	9.68
Acaia 474-19	Min	142.00	30.13	60.00	70.00	14.50	5.50
Acaia 474-19	Máx	263.00	48.13	86.00	108.00	18.00	7.00
Acaia Cerrado	Media	210.00	46.29	77.85	87.67	15.48	6.36
Acaia Cerrado	CV	10.11	12.14	8.22	6.37	10.20	7.51
Acaia Cerrado	Min	155.00	29.13	64.00	80.00	13.50	5.70
Acaia Cerrado	Máx	240.00	52.23	86.00	100.00	18.00	6.80
Arañas	Media	133.62	35.81	57.50	65.33	16.41	7.32
Arañas	CV	13.30	10.30	5.37	10.22	6.94	6.65
Arañas	Min	86.00	29.27	52.00	56.00	15.00	6.50
Arañas	Máx	156.00	43.64	62.00	79.00	18.00	8.00
Araponga	Media	126.23	33.01	60.00	56.18	15.18	6.69
Araponga	CV	13.80	14.68	11.47	13.24	6.00	10.53
Araponga	Min	100.00	22.80	48.00	44.00	14.50	5.40
Araponga	Máx	156.00	39.63	70.00	69.00	17.60	8.00
Bourbon	Media	191.38	37.34	62.00	81.67	16.41	6.56
Bourbon	CV	16.34	25.96	16.90	18.50	9.52	9.57
Bourbon	Min	143.00	25.47	46.00	58.00	13.50	5.50
Bourbon	Máx	252.00	56.45	80.00	106.00	19.00	7.50
Catigua MG2	Media	134.87	39.59	68.83	77.33	17.94	7.75
Catigua MG2	CV	4.62	5.85	5.47	5.61	6.39	12.40
Catigua MG2	Min	124.00	35.97	64.00	72.00	16.00	6.80
Catigua MG2	Máx	144.00	44.20	76.00	85.00	20.00	9.50
Catiguá MG2	Media	133.71	39.04	63.27	67.18	17.69	7.89
Catiguá MG2	CV	2.77	7.53	6.67	12.14	7.39	9.30
Catiguá MG2	Min	126.00	32.29	56.00	55.00	16.50	7.10
Catiguá MG2	Máx	142.00	42.95	70.00	81.00	20.00	9.00
Catimor	Media	148.08	37.91	60.92	66.38	16.44	7.34
Catimor	CV	13.33	13.10	22.89	15.90	7.35	5.35
Catimor	Min	113.00	26.00	26.00	52.00	14.00	7.00
Catimor	Máx	170.00	43.54	72.00	89.00	18.00	8.00
Catuai Amarelo 17	Media	134.40	38.36	72.86	69.85	14.96	6.71
Catuai Amarelo 17	CV	7.49	8.08	7.36	11.51	6.16	8.24
Catuai Amarelo 17	Min	116.00	33.38	62.00	54.00	14.00	6.00
Catuai Amarelo 17	Máx	156.00	44.34	82.00	85.00	17.00	7.50
Catuai Amarelo 62	Media	118.20	31.72	54.44	53.38	14.97	6.43
Catuai Amarelo 62	CV	12.62	11.66	15.12	16.73	8.18	9.52
Catuai Amarelo 62	Min	97.00	25.00	42.00	42.00	12.00	5.00
Catuai Amarelo 62	Máx	139.00	36.26	64.00	67.00	16.50	7.00
Catuai Vermelho 144	Media	110.50	28.16	54.25	51.38	14.86	5.95
Catuai Vermelho 144	CV	17.63	23.71	17.67	17.96	8.16	12.55
Catuai Vermelho 144	Min	72.00	17.54	40.00	42.00	13.00	4.50
Catuai Vermelho 144	Máx	139.00	36.31	74.00	71.00	17.00	7.20
Catuai Vermelho 99	Media	127.00	33.01	60.00	67.64	15.54	6.95
Catuai Vermelho 99	CV	9.28	10.97	14.02	14.68	8.76	7.05
Catuai Vermelho 99	Min	94.00	24.56	34.00	51.00	14.00	6.00
Catuai Vermelho 99	Máx	143.00	37.39	66.00	84.00	18.00	8.00
Catucai Amarelo 28L	Media	126.67	34.11	62.62	67.08	15.73	6.80
Catucai Amarelo 28L	CV	6.51	7.70	5.89	10.72	7.17	7.94
Catucai Amarelo 28L	Min	116.00	29.90	56.00	58.00	13.50	6.00
Catucai Amarelo 28L	Máx	142.00	39.24	66.00	82.00	17.00	7.60
Caturra	Media	117.00	30.34	52.46	49.46	15.94	6.57
Caturra	CV	17.28	16.52	14.94	17.96	7.75	5.70
Caturra	Min	88.00	22.59	42.00	38.00	14.50	6.00
Caturra	Máx	155.00	36.67	66.00	70.00	18.00	7.00
H29-1-3-1-2-5-5	Media	130.20	38.85	61.38	73.67	15.68	7.51
H29-1-3-1-2-5-5	CV	10.46	11.63	7.45	13.42	4.99	9.55
H29-1-3-1-2-5-5	Min	106.00	30.76	54.00	60.00	14.70	6.50
H29-1-3-1-2-5-5	Máx	150.00	46.98	70.00	92.00	17.00	9.00
H32-11-17-4-5-4	Media	135.80	37.71	60.50	78.21	15.98	7.20
H32-11-17-4-5-4	CV	10.46	12.53	11.46	8.60	6.44	11.11
H32-11-17-4-5-4	Min	103.00	27.26	46.00	66.00	14.70	6.50
H32-11-17-4-5-4	Máx	161.00	43.57	70.00	91.00	17.50	9.00

Continuación, apéndice 1

Iapar 100	Media	114.36	34.70	56.67	57.71	15.62	7.08
Iapar 100	CV	5.55	6.62	9.79	3.93	6.01	9.51
Iapar 100	Mín	104.00	29.93	48.00	54.00	14.20	5.80
Iapar 100	Máx	123.00	36.98	66.00	61.00	17.50	8.20
Iapar 107	Media	98.64	32.33	48.77	53.62	16.18	6.65
Iapar 107	CV	13.26	12.62	11.30	16.95	8.16	10.08
Iapar 107	Mín	82.00	25.11	36.00	34.00	14.00	6.00
Iapar 107	Máx	125.00	28.92	56.00	65.00	18.50	8.00
Iapar 59	Media	118.79	37.39	61.43	65.93	17.16	7.80
Iapar 59	CV	8.55	7.68	8.02	9.55	4.60	5.73
Iapar 59	Mín	99.00	31.27	52.00	53.00	15.50	7.20
Iapar 59	Máx	137.00	42.00	70.00	76.00	18.00	8.50
Iapar 95	Media	102.14	31.99	53.00	53.85	16.03	7.28
Iapar 95	CV	13.06	14.41	13.79	11.22	6.61	11.22
Iapar 95	Mín	69.00	22.50	40.00	46.00	14.50	6.40
Iapar 95	Máx	126.00	38.00	62.00	66.00	17.80	9.00
Iapar 98	Media	95.57	29.41	55.45	55.75	15.53	6.39
Iapar 98	CV	12.40	17.47	5.37	7.02	4.31	8.83
Iapar 98	Mín	62.00	16.60	52.00	49.00	14.70	5.50
Iapar 98	Máx	109.00	35.84	60.00	60.00	16.50	7.20
Iapar 99	Media	111.77	35.19	56.50	62.75	16.53	7.81
Iapar 99	CV	12.09	17.57	9.91	10.77	6.20	11.93
Iapar 99	Mín	90.00	21.65	48.00	53.00	15.00	6.50
Iapar 99	Máx	130.00	42.40	64.00	73.00	18.00	9.00
Mundo Novo 376-4	Media	211.60	44.32	67.57	91.07	14.19	5.88
Mundo Novo 376-4	CV	7.04	10.09	6.69	12.86	9.99	14.08
Mundo Novo 376-4	Mín	175.00	36.09	56.00	77.00	12.80	4.70
Mundo Novo 376-4	Máx	239.00	53.04	72.00	111.00	17.00	7.30
Mundo Novo 379-19	Media	122.75	32.61	38.80	48.70	16.72	6.98
Mundo Novo 379-19	CV	36.99	25.41	25.28	30.89	10.89	10.28
Mundo Novo 379-19	Mín	79.00	23.62	24.00	28.00	13.50	6.20
Mundo Novo 379-19	Máx	208.00	46.54	56.00	76.00	20.00	8.30
Oeiras	Media	96.64	27.21	49.11	44.40	15.83	7.28
Oeiras	CV	27.57	20.27	8.17	18.40	8.32	9.88
Oeiras	Mín	32.00	17.60	44.00	30.00	14.00	6.20
Oeiras	Máx	130.00	35.70	56.00	59.00	18.10	8.50
Paraíso MG2	Media	123.50	34.90	62.31	68.38	16.67	7.24
Paraíso MG2	CV	11.40	7.62	7.95	11.29	6.18	9.76
Paraíso MG2	Mín	83.00	30.35	54.00	55.00	15.50	6.00
Paraíso MG2	Máx	137.00	38.00	72.00	83.00	18.50	8.00
Paraíso MGH 419-1	Media	102.33	31.63	53.25	53.63	15.65	6.26
Paraíso MGH 419-1	CV	16.24	15.97	19.66	22.44	8.39	11.51
Paraíso MGH 419-1	Mín	77.00	22.05	36.00	35.00	13.50	5.10
Paraíso MGH 419-1	Máx	131.00	37.70	68.00	73.00	18.00	7.50
Pau Brasil	Media	114.07	35.73	63.69	64.42	15.68	6.76
Pau Brasil	CV	14.76	10.71	16.85	8.41	7.28	13.06
Pau Brasil	Mín	88.00	28.63	40.00	56.00	13.50	5.00
Pau Brasil	Máx	143.00	40.95	80.00	72.00	17.00	7.80
Sacramento	Media	110.44	32.67	54.67	57.00	16.91	7.98
Sacramento	CV	15.36	18.14	15.63	18.96	6.49	45.89
Sacramento	Mín	80.00	22.48	44.00	41.00	15.50	5.30
Sacramento	Máx	138.00	40.98	66.00	72.00	19.00	17.50
Topazio MG1190	Media	111.00	31.31	59.27	50.27	14.17	6.23
Topazio MG1190	CV	12.02	13.80	10.59	12.36	5.85	5.50
Topazio MG1190	Mín	91.00	23.50	46.00	41.00	13.00	5.80
Topazio MG1190	Máx	131.00	36.75	64.00	61.00	15.00	6.80
Travessia MG2	Media	118.14	32.74	66.83	69.00	16.05	6.61
Travessia MG2	CV	15.48	19.72	6.31	14.01	7.02	6.59
Travessia MG2	Mín	67.00	13.69	60.00	55.00	14.20	5.70
Travessia MG2	Máx	136.00	38.71	74.00	84.00	17.50	7.00

Apéndice 2

Ilustración de la metodología aplicada en la investigación, 2017.



Apéndice 3

Ensayo de cultivares de café en Santiago Atitlán, Sololá, 2017.



Cultivar Catiguá MG2 en Santiago Atitlán a 1583 msnm, 2017.



Apéndice 4

Reproducción de la variedad Tupí, ensayo de cultivares de café en la localidad de El Rodeo, San Marcos, Guatemala, 2017.



Apéndice 5

Cultivares de café ensayo Sierra Las Minas, Usulutlán, Zacapa, 2017.

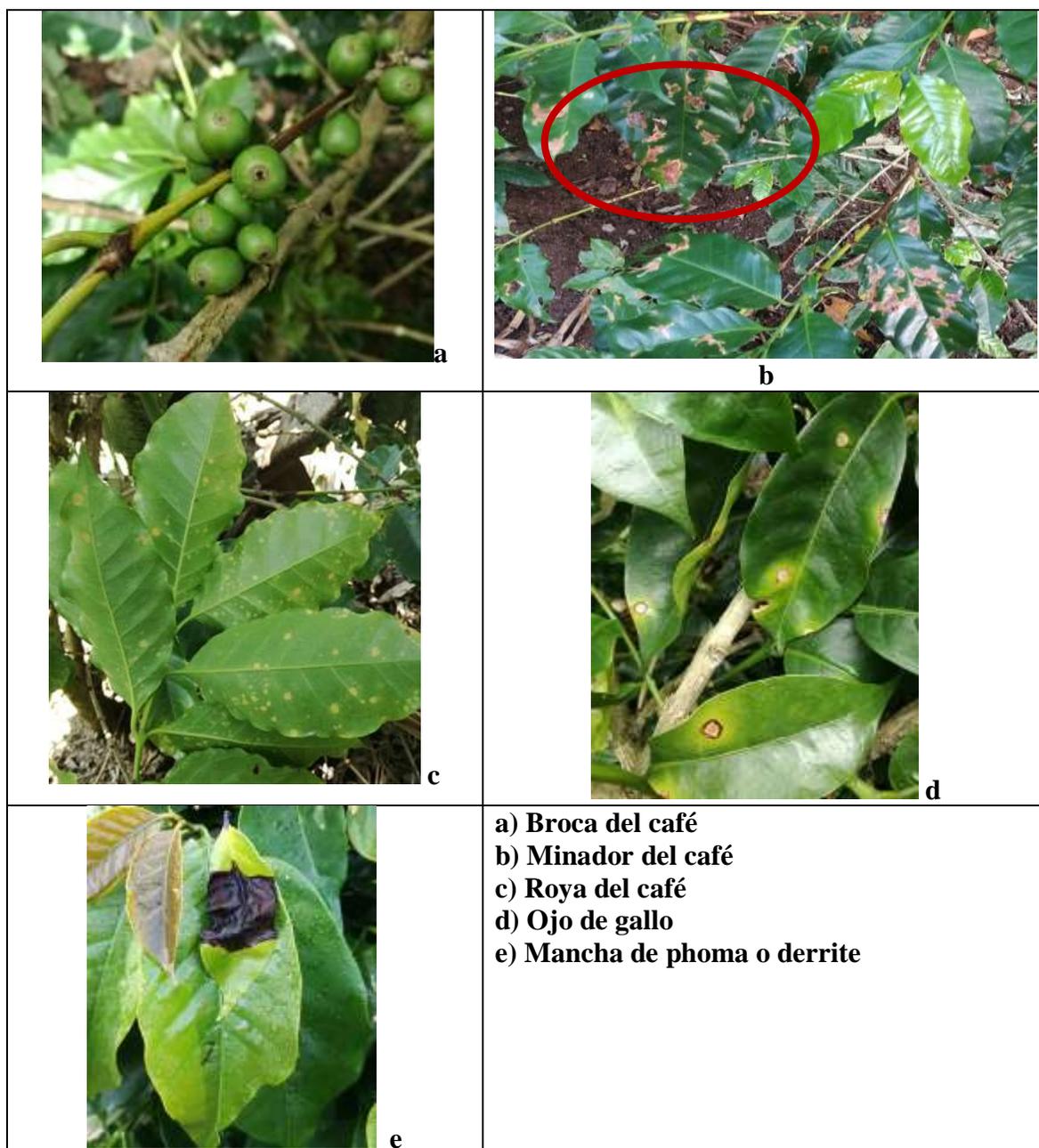


a) H-144-17-46 cv 8

b) H-140-3-41 cv 8

Apéndice 6

Síntomas de plagas y enfermedades en los cafetos en estudio, en la presente investigación de cultivares de café en regiones cafetaleras de Guatemala, 2017.



Apéndice 7

Resultados de catación, análisis técnico y perfil de taza, 2017.

Análisis de Catación Orden Laboratorio: 827 Inv - 1741	<u>Clase</u> PERGAMINO
--	----------------------------------

2016/2017

FECHA:	16-mar-17	Jurisdicción	
Finca			
Emitido a	UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
Referencia	15		

PERGAMINO:

Color (Pergamino)	Limpio
Homogeneidad (Pergamino)	Parejo

VERDE:

Descripción color verde	Verdoso
Deficiencias en color (Verde)	Película plateada
Secamiento	Parejo
Tamaño (Visual)	Pequeño
Olor	Limpio
Granos defectuosos predominantes	Brocados leves (Algunos) , Brocados severos (Algunos) , Conchas (Algunos) , Elefantes (Algunos) , Lastimados (Algunos) , Muelas (Algunos)

TOSTADO:

Homogeneidad (Tostado)	Parejo
Textura	Rugoso
Coloración (Tostado)	Oscuro
Presencia de Quakers	Pocos quakers

TIPO, TAZA Y COSECHA:

Tipo	ESTRICTAMENTE DURO -
Cosecha	2016/2017
Limpieza	Limpia (Sana)

PERFIL DE TAZA:

PORCENTAJE DE HUMEDAD POR CAPACITANCIA

Porcentaje Humedad: 12.20%

RENDIMIENTO BRUTO

Rendimiento: 1.26

RENDIMIENTO BRUTO

Porcentaje Rendimiento: 0.80

GERMAN FEDERICO DE LA ROCA GARAVITO

Perfil de Taza Orden Laboratorio: 827 Inv - 1737	Clase PERGAMINO
--	--------------------------------------

FECHA:	16-mar-17	Jurisdicción	
Finca			
Emitido a	UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
Referencia	8		

Form: SCAA June 2003

CARACTERISTICAS PERFIL DE TAZA

Aroma	7.75
Sabor	7.62
PGusto	7.38
Acidez	7.62
Cuerpo	7.50
Balance	7.25
Apreciación	7.38

Uniformidad	10.00
Limpieza	10.00
Dulzura	10.00
Defectos	0.00
Punteo:	82.50

Escala de Calidad	
6.00	Bueno
7.00	Muy Bueno
8.00	Excelente
9.00	Excepcional



Comentarios: Acidez: Aguda(1), Cítrica(1), Toronja(1), Aroma: Aromatico(1), Moderado(1), Cuerpo: Liviano(1), Medio(1), PGusto: Medio(2), Poco seco(1), Sabor: Azúcar(1), Caramelo(1), Cítricos(1), Lima(1)

GERMAN FEDERICO DE LA ROCA GARAVITO

12. Orden de pago

Listado de todos los integrantes del equipo de investigación

Contratados por contraparte y colaboradores	
Dr. Edin F. Orozco Miranda	

Contratados por la Dirección General de Investigación

Nombre	Categoría	Registro personal	PAGO DIGI		FIRMA
			SI	NO	
Carlos Hernández Méndez	Auxiliar de investigación II	20170590	x		

Dr. Edin F. Orozco Miranda

Nombre coordinador del Proyecto de investigación

firma

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar

Vo.Bo. Nombre coordinador del Programa Universitario

firma

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar

Vo. Bo. Nombre coordinador General de Programas

firma