

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA**



EVALUACIÓN DEL PERFIL DE TAZA Y DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE CULTIVARES DE CAFÉ DERIVADOS DE LA VARIEDAD CATIMOR RESISTENTES A LA ROYA DEL CAFETO (*Hemileia vastatrix*), COMPARADOS CON LAS VARIEDADES UTILIZADAS COMÚNMENTE, EN LAS VERAPACES.

**TRABAJO DE GRADUACIÓN EN MODALIDAD DE TESIS
PRESENTADO POR:**

LESLIE ARIELA MARROQUÍN MIRANDA DE HERNÁNDEZ

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MÁGISTER EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS Y
GESTIÓN.**

**Guatemala
2014**

EVALUACIÓN DEL PERFIL DE TAZA Y DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE CULTIVARES DE CAFÉ DERIVADOS DE LA VARIEDAD CATIMOR RESISTENTES A LA ROYA DEL CAFETO (*Hemileia vastatrix*), COMPARADOS CON LAS VARIEDADES UTILIZADAS COMÚNMENTE, EN LAS VERAPACES.

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA**



EVALUACIÓN DEL PERFIL DE TAZA Y DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE CULTIVARES DE CAFÉ DERIVADOS DE LA VARIEDAD CATIMOR RESISTENTES A LA ROYA DEL CAFETO (*Hemileia vastatrix*), COMPARADOS CON LAS VARIEDADES UTILIZADAS COMÚNMENTE, EN LAS VERAPACES.

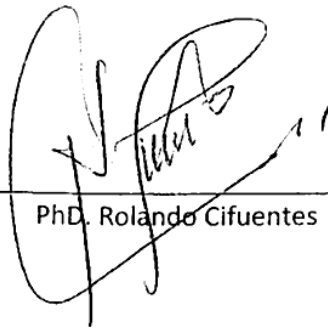
**TRABAJO DE GRADUACIÓN EN MODALIDAD DE TESIS
PRESENTADO POR:**

LESLIE ARIELA MARROQUÍN MIRANDA DE HERNÁNDEZ

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MÁGISTER EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS Y
GESTIÓN.**

**Guatemala
2014**

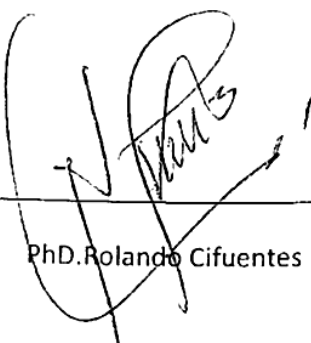
Vo. Bo.

(f) 
PhD. Rolando Cifuentes

Tribunal Examinador:

(f) 
MSc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(f) 
PhD. Marializ Gramajo Rodríguez

(f) 
PhD. Rolando Cifuentes

Fecha de aprobación: Guatemala, 30 de julio de 2014.

ÍNDICE

No.	CONTENIDO	PÁGINA
	LISTA DE CUADROS	vi
	LISTA DE FIGURAS	x
	RESUMEN	xiii
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	ANTECEDENTES	2
III.	MARCO TEÓRICO	4
IV.	JUSTIFICACIÓN	13
V.	OBJETIVOS	14
VI.	METODOLOGÍA	15
VII.	RESULTADOS	23
VIII.	DISCUSIÓN	26
IX.	CONCLUSIONES	28
X.	RECOMENDACIONES	29
XI.	BIBLIOGRAFÍA	30
XII.	ANEXOS	31

LISTA DE CUADROS

No.	CONTENIDO	PÁGINA
1	Rangos de puntuación	08
2	Calificación total del nivel de calidad	10
3	Diferentes componentes del café	10
4	Variedades evaluadas	15
5	Preparación de las diluciones para cada muestra filtrada de café	20
6	Preparación de diluciones para determinación de Polifenoles	21
7	Preparación de las muestras	21
8	Resumen de las características químicas de las variedades de café resistentes y susceptibles a la roya.	24
9	Resultados de colorimetría de las 6 variedades de café	25
10	Prueba "t" para medias de datos de cafeína de las variedades de café Catimor 5175 y Caturra	38
11	Prueba "t" para medias de datos de cafeína de dos variedades de café Costa Rica 95 y Catuaí 2144	38
12	Prueba "t" para medias de datos de cafeína de dos variedades de café Catimor y Catuaí	39
13	Prueba "t" para medias de datos de cafeína comparando las variedades resistentes con las susceptibles	39
14	Prueba "t" para medias de datos de ácidos clorogénicos comparando las variedades Catimor 5175 (Resistente) con la Caturra (Susceptible).	40
15	Prueba "t" para medias de datos de ácidos clorogénicos comparando las variedades Costa Rica 95 (Resistente) con la Catuaí 2144 (Susceptible).	40
16	Prueba "t" para medias de datos de ácidos clorogénicos comparando las variedades Catimor (Resistente) con la Catuaí (Susceptible)	41
17	Prueba "t" para medias de datos de ácidos clorogénicos comparando las variedades resistentes con las variedades susceptibles.	41
18	Prueba "t" para medias de datos de capacidad antioxidante comparando las variedades Catimor 5175 (Resistente) con la Caturra (Susceptible)	42
19	Prueba "t" para medias de datos de capacidad antioxidante comparando las variedades Costa Rica 95 (Resistente) con la Catuaí 2144 (Susceptible)	42

Continuación de Lista de Cuadros

No.	CONTENIDO	PÁGINA
20	Prueba “t” para medias de datos de capacidad antioxidante comparando las variedades Catimor (Resistente) con Catuaí (Susceptible).	43
21	Prueba “t” para medias de datos de capacidad antioxidante comparando las variedades resistentes con las variedades susceptibles	43
22	Prueba “t” para medias de datos de contenido de polifenoles comparando las variedades Catimor 5175 (Resistente) con la Caturra (Susceptible).	44
23	Prueba “t” para medias de datos de contenido de polifenoles comparando las variedades Costa Rica 95 (Resistente) con la variedad Catuaí 2144 (Susceptible).	44
24	Prueba “t” para medias de datos de contenido de polifenoles comparando las variedades Catimor (Resistente) con la variedad Catuaí (Susceptible).	45
25	Prueba “t” para medias de datos de contenido de polifenoles comparando las variedades resistentes con las variedades susceptibles	45
26	Prueba “t” para medias de datos de pH comparando las variedades Catimor 5175 (Resistente) con la Caturra (Susceptible).	46
27	Prueba “t” para medias de datos de pH comparando las variedades Costa Rica 95 (Resistente) con la variedad Catuaí 2144 (Susceptible).	46
28	Prueba “t” para medias de datos de pH comparando las variedades Catimor (Resistente) con Catuaí (Susceptible)	47
29	Prueba “t” para medias de datos de pH comparando las variedades resistentes con las variedades susceptibles	47
30	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor 5175, Repetición 1	48
31	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor 5175, Repetición 2	49
32	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor 5175, Repetición 3	50
33	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor 5175, Repetición 4	51
34	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Caturra, Repetición 1.	52

Continuación de Lista de Cuadros

No.	CONTENIDO	PÁGINA
35	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Caturra, Repetición 2.	53
36	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Caturra, Repetición 3.	54
37	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Caturra, Repetición 4.	55
38	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Costa Rica 95, Repetición 1	56
39	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Costa Rica 95, Repetición 2.	57
40	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Costa Rica 95, Repetición 3.	58
41	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Costa Rica 95, Repetición 4.	59
42	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí 2144, Repetición 1.	60
43	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí 2144, Repetición 2.	61
44	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí 2144, Repetición 3.	62
45	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí 2144, Repetición 4.	63
46	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor, Repetición 1.	64
47	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor, Repetición 2.	65
48	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor, Repetición 3.	66

Continuación de Lista de Cuadros

No.	CONTENIDO	PÁGINA
49	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor, Repetición 4.	67
50	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí, Repetición 1.	68
51	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí, Repetición 2.	69
52	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí, Repetición 3.	70
53	Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí, Repetición 4.	71

LISTA DE FIGURAS

No.	CONTENIDO	PÁGINA
1	Localización del estudio	15
2	Ejemplificación de la metodología para ubicación de los sitios de muestreo en una Finca.	16
3	Sección cosechada de los cafetos	16
4	Parte de la bandola que se cosechó	16
5	Comparación de las variedades Catimor 5175 con Caturra en Finca Santa Isabel.	23
6	Comparación de las variedades Costa Rica 95 con Catuaí 2144 en Finca Pachilha.	23
7	Comparación de las variedades Catimor con Catuaí en Finca Sepanahu.	24
8	Perfil de taza Catimor 5175	32
9	Perfil de taza Caturra	33
10	Perfil de taza Costa Rica 95	34
11	Perfil de taza Catuaí 2144	35
12	Perfil de taza Catimor	36
13	Perfil de taza Catuaí	37
14	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor 5175, repetición 1.	48
15	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor 5175, repetición 2.	49
16	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor 5175, repetición 3.	50
17	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor 5175, repetición 4.	51
18	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Caturra, repetición 1.	52

Continuación de Lista de Figuras

No.	CONTENIDO	PÁGINA
19	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Caturra, repetición 2.	53
20	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Caturra, repetición 3.	54
21	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Caturra, repetición 4.	55
22	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Costa Rica 95, repetición 1.	56
23	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Costa Rica 95, repetición 2.	57
24	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Costa Rica 95, repetición 3.	58
25	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Costa Rica 95, repetición 4.	59
26	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí 2144, repetición 1.	60
27	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí 2144, repetición 2.	61
28	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí 2144, repetición 3.	62
29	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí 2144, repetición 4.	63
30	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor, repetición 1.	64
31	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor, repetición 2.	65
32	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor, repetición 3.	66
33	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor, repetición 4.	67

Continuación de Lista de Figuras

No.	CONTENIDO	PÁGINA
34	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí, repetición 1.	68
35	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí, repetición 2.	69
36	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí, repetición 3.	70
37	Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí, repetición 4.	71

RESUMEN

El problema de la Roya del Café (*Hemileia vastatrix*) en Guatemala es innegable. Uno de los métodos para el control de la enfermedad fúngica es el genético, mediante el uso de variedades resistentes o tolerantes. A la fecha ya se han generado materiales tolerantes y resistentes en algunos países. Sin embargo, no existe información respecto al perfil de taza y características químicas de variedades tolerantes ya introducidas en Guatemala. En esta investigación se estudiaron las variedades resistentes Catimor 5175, Costa Rica 95 y Catimor, las cuales se compararon con las variedades que los productores usualmente manejan (susceptibles) en las Verapaces. Estas son: Caturra, Catuaí 2144 y Catuaí. Las fincas en donde se desarrolló la investigación se encuentran en un rango de altitud de 1,300 a 900 metros sobre el nivel del mar.

Para la realización de la presente investigación se definieron tres parcelas pareadas (variedad tolerante o resistente y la variedad control) en cada uno de los sitios de estudio. El tamaño de cada parcela fue de 441 m². De cada una de las parcelas se colectaron 50 libras en su estado óptimo de madurez. El material colectado se combinó y se generaron muestras compuestas, Se realizó el beneficiado húmedo (conversión de café cereza a café pergamino húmedo), seguido del beneficiado seco en un patio con luz solar (conversión de café pergamino húmedo a café pergamino seco). Posteriormente se realizó el proceso de trillado, tostado y molido, para continuar con el desarrollo de la Catación, mediante la metodología del Specialty Coffee Association of America (SCAA). Esto con la finalidad de obtener el perfil de taza de cada una de las variedades en estudio.

Posteriormente se desarrollaron los análisis químicos, que consistieron en: la determinación de la Cafeína y Ácidos Clorogénicos por medio de HPLC, la determinación de capacidad antioxidante por el método de DPPH, la determinación de polifenoles, pH y Colorimetría. Para cada uno de los parámetros analizados se utilizaron cuatro repeticiones por muestra.

Los resultados obtenidos indican en dos sitios que las variedades resistentes presentaron un perfil de taza igual al comparador local (variedad susceptible). Solamente en una localidad el perfil de taza de la variedad susceptible fue ligeramente mayor al de la variedad resistente.

El único parámetro químico en donde se determinó diferencia altamente significativa entre variedades resistentes y susceptibles fue la capacidad antioxidante, presentando mejor capacidad antioxidante las variedades resistentes. Respecto a los demás compuestos (cafeína, ácidos clorogénicos, polifenoles, pH y color), no se encontraron diferencias entre las variedades resistentes y susceptibles.

Lo resultados sugieren que al realizarse un reemplazo de las variedades susceptibles por las resistentes las características químicas y calidad de la taza de café no se verán afectadas.

I. INTRODUCCIÓN

La roya del café, es una enfermedad ocasionada por el hongo *Hemileia vastatrix*, esta enfermedad afecta el cultivo provocando caída de las hojas y pérdidas en la producción. En Guatemala se le conoce desde el año 1980 y recientemente en el 2011 hubo un nuevo brote de dicha enfermedad que está afectando al 70% del parque cafetalero de Guatemala hasta el día de hoy.

Para controlar esta enfermedad, se propone el manejo integrado, que incluye el control genético, biológico, químico, físico, mecánico y cultural, situándose dentro de estos métodos el genético como el principal (Anacafé 2013).

Cuando se habla de control genético, se refiere al uso de variedades resistentes como los Catimores; sin embargo, no existe información respecto al perfil de taza y características químicas de las variedades resistentes en comparación con las utilizadas comúnmente, lo cual dificulta la recomendación a los productores de café sobre la utilización de dichas variedades.

En la investigación se estudiaron y analizaron las características organolépticas y químicas para las variedades Catimor 5175, Costa Rica 95 y Catimor, en comparación con las variedades que los productores manejan de manera común en las Verapaces, siendo estas Caturra, Catuaí 2144 y Catuaí. Las fincas en donde se desarrolló la presente investigación, se encuentran en un rango altitudinal de 900 a 1,300 msnm.

Para el desarrollo de la investigación se definieron tres parcelas pareadas (variedad tolerante o resistente y la variedad control) en cada uno de los sitios de estudio, colectando 150 libras de café en su estado óptimo de madurez, en cada una de las parcelas, las cuales se beneficiaron hasta obtener café oro, luego se realizó el proceso de catación por un panel de catadores entrenados, mediante la metodología de Specialty Coffee Association of America (SCAA). Esto con la finalidad de obtener el perfil de taza de cada una de las variedades en estudio.

Posteriormente se desarrollaron los análisis químicos, que consistieron en: la determinación de la Cafeína y Ácidos Clorogénicos por medio de HPLC, la determinación de capacidad antioxidante por el método de DPPH, la determinación de polifenoles, pH y Colorimetría. Para cada uno de los parámetros analizados se utilizaron cuatro repeticiones por muestra.

Los resultados obtenidos indican en dos sitios que las variedades resistentes presentaron un perfil de taza igual al comparador local (variedad susceptible). Solamente en una localidad el perfil de taza de la variedad susceptible fue ligeramente mayor al de la variedad resistente.

El único parámetro químico en donde se determinó diferencia altamente significativa entre variedades resistentes y susceptibles fue la capacidad antioxidante, presentando mejor capacidad antioxidante las variedades resistentes. Respecto a los demás compuestos (cafeína, ácidos clorogénicos, polifenoles, pH y color), no se encontraron diferencias entre las variedades resistentes y susceptibles.

Lo resultados sugieren que al realizarse un reemplazo de las variedades susceptibles por las resistentes las características químicas y calidad de la taza de café no se verán afectadas.

II. ANTECEDENTES

A. GENERALIDADES

La roya es una enfermedad que afecta a las plantaciones de café. Esta enfermedad ocasionada por el hongo *Hemileia vastatrix*, ataca principalmente las plantaciones de las siguientes variedades: Caturra, Catuai, Bourbon, Typica, Pache y otras susceptibles. (ANACAFE 2013)

En Guatemala se le conoce desde el año 1980. Afecta hojas maduras y cuando el ataque es severo puede también infectar hojas jóvenes provocando una intensa caída de hojas y pérdidas en la producción. (ANACAFE 2013)

Recientemente se determinó que el hongo causante de la roya se manifiesta severamente en altitudes de 1968 a 3,937 pies sobre el nivel del mar (psnm). Esta enfermedad se relaciona con el alto contenido de frutos, la ausencia de fertilización, uso incorrecto de fungicidas y variación en el clima, entre otros factores que debilitan la planta, haciéndola más susceptible a ataques severos. (ANACAFE 2013)

A partir del año 2011 se observó incremento de roya en las regiones cafetaleras del país, bajo diferentes condiciones a lo observado con anterioridad. Por ello, es necesario realizar inspecciones constantes en la plantación, acompañar los ciclos de producción del café, corregir deficiencias nutricionales y planificar las aplicaciones de fungicidas basado en información de la finca. (ANACAFE 2013)

B. COMPORTAMIENTO DE LA ROYA DEL CAFÉ

Entre los factores más importantes para el desarrollo de la enfermedad están: variaciones de temperatura, mojado foliar, altitud, variedades de café, alta carga fructífera, edad de la planta, época de cosecha, nutrición desequilibrada, fertilización deficiente y esporas del ciclo anterior, entre otros. (ANACAFE 1. 2014).

Con algunas variaciones se observa una fase de desarrollo lento de la roya del cafeto de mayo a agosto; luego, la enfermedad se incrementa de forma rápida a partir de agosto o septiembre. La curva de la enfermedad alcanza su máximo potencial en el período de diciembre a febrero. (ANACAFE 1. 2014).

En general, el mayor incremento de la enfermedad se observa durante los meses de maduración del grano y en la época de cosecha. Durante marzo y abril del siguiente año hay un descenso de la enfermedad por condiciones de clima adversas al hongo, caída de hojas durante la cosecha, por los vientos de la estación seca o daño por la enfermedad. (ANACAFE 1. 2014).

C. RECOMENDACIONES DE MANEJO DE LA ROYA DEL CAFÉ

1. Monitoreo de la enfermedad. Observar la cantidad de inóculo primario de roya o esporas del año anterior. Este inóculo permanece en tejido necrosado en las hojas viejas e influye en los nuevos ciclos de la enfermedad. (ANACAFE 1. 2014).

2. Fungicidas de contacto y sistémicos. Los fungicidas sistémicos pueden aplicarse al inicio de las lluvias para reducir el inóculo primario. Los triazoles (epoxiconazole tetraconazole,

hexaconazole, cyproconazole, triadimenol) están recomendados para esta enfermedad. Actualmente existen mezclas de fungicidas sistémicos (triazoles + estrobirulinas) que ejercen mejor control del hongo. Posteriormente puede planificarse la aplicación de fungicidas de contacto como: caldo bordelés, caldo visosa, oxiclورو de cobre y óxido e hidróxido de cobre, entre otros. (ANACAFE 1. 2014).

En lotes con alta carga productiva puede realizarse una segunda aplicación de fungicidas sistémicos en la primera quincena de agosto. Esta práctica ayuda a reducir la incidencia de roya durante la cosecha del café, ya que durante ese período hay una alta esporulación y dispersión del hongo debido al movimiento de personas entre los cafetales. (ANACAFE 1. 2014).

Las aplicaciones aisladas y tardías de fungicidas cercanas a la época de cosecha o después de la misma son ineficientes en el control de la roya. Para definir el número de aplicaciones debe considerarse la recomendación técnica, la carga productiva y los aspectos económicos. (ANACAFE 1. 2014).

3. Manejo de tejidos (podas). Con esta práctica se estimula el crecimiento y tejido productivo de la planta y se elimina parte del inóculo. Debe ser planificado y realizado de acuerdo a la edad de la plantación, registros de producción y la sanidad de tejidos, entre otros. (ANACAFE 1. 2014).

4. Fertilización equilibrada. Los nutrientes ejercen funciones específicas en el metabolismo del café en su crecimiento y producción. La fertilización mejora las condiciones de resistencia de la planta a enfermedades. Se deben realizar análisis de suelo y foliar, así como aplicar materia orgánica para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. (ANACAFE 1. 2014).

5. Control biológico. Existen algunos productos comerciales que pueden emplearse, como *Bacillus subtilis* (bacteria) *Verticillium hemileiae*, que es un hongo parásito de la roya del café, presente de manera natural. Así mismo, el uso de lixiviados del cultivo de lombriz coqueta roja, que aporta elementos nutricionales a la planta y contiene alta concentración microbiana antagonista. (ANACAFE 1. 2014).

6. Uso de resistencia genética. A mediano plazo sería la principal estrategia para enfrentar la roya en aquellas zonas más propicias a su desarrollo. Se consideran resistentes a la roya del café las líneas de Catimor y Sarchimor. Algunas de estas se encuentran en fase de validación, sin embargo debe considerarse su comportamiento frente a otras enfermedades como el ojo de gallo, al que son muy susceptibles. Todas las variedades de café tradicionales como Caturra, Bourbon, Catuaí rojo y amarillo, Pache, Villa Sarchí y Mundo Novo, no tienen resistencia a la roya. (ANACAFE 1. 2014).

7. Registro de información. Es necesario acompañar los ciclos de producción del café en la finca y datos climáticos, principalmente datos de lluvia. (ANACAFE 1. 2014).

III. MARCO TEÓRICO

A. ESPECIES Y VARIEDADES DEL CAFETO

1. Origen: El café es originario de África, creciendo bajo diferentes regiones geográficas y climáticas. Como grupo botánico está constituido por más de 100 especies de una gran “familia”, conocida como género *Coffea*. De acuerdo a la región y clima de origen se desarrollaron diferentes tipos de cafetos, con constituciones genéticas diversas (tamaño y forma de las plantas y frutos, resistencia a enfermedades y plagas, sabor de la bebida, etc.). De este centenar únicamente dos se cultivan a nivel comercial: *Coffea arabica* integrada por diferentes variedades de “Arábica”, y *Coffea canephora* formada por diferentes grupos de “Robusta”. (ANACAFÉ 2. 2014)

En el caso de Latinoamérica las variedades tradicionales de Arábica provienen de semillas de unas pocas plantas del centro de origen de Etiopía, estas variedades son Típica y Bourbon, y las variedades Caturra, Mundo Novo, Catuai, Pache, Villa Sarchí, Pacas, Maragogipe se derivan de ellas por cruzamientos espontáneos o dirigidos, y mutaciones naturales. Ello 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 (*Hemileia vastatrix*). (ANACAFÉ 2. 2014)

El desarrollo de nuevas variedades a partir del cruzamiento de los padres, requiere de un proceso de selección de 4-5 generaciones que implica 25-35 años de investigación. A través de este proceso se generaron variedades como Catuai, Pacamara, Catimor, Sarchimor y Castillo. (ANACAFÉ 2. 2014)

2. Principales variedades de café cultivadas en Guatemala

a. Típica: Tiene la importancia histórica de constituir la base del desarrollo de la caficultura en la América Tropical, incluida Guatemala, donde su cultivo predominó hasta los años cincuenta, siendo sustituida paulatinamente por el Bourbon de mejor rendimiento. (ANACAFÉ 2. 2014)

Por conveniencia de clasificación se tomó a Típica como prototipo para la descripción de la especie Arábica, sirviendo de comparación para las otras variedades, las hojas jóvenes o brotes son de color café bronceado. También se le conoce como Arábica o Café Árabe. Esta variedad tiene una silueta de forma cónica, porte alto de 3.5 a 4 metros de altura a libre crecimiento. En relación con las actuales variedades es de baja productividad y acentuado comportamiento bienal en su producción. Existen nichos especiales de mercado para este café por su calidad de taza. (ANACAFÉ 2. 2014)

b. Bourbon: El Bourbon presenta una forma cónica menos acentuada, ramas secundarias más abundantes, ramas con un ángulo más cerrado, entrenudos más cortos y mayor cantidad de axilas florales. Los brotes son de color verde, hoja más ancha con bordes más ondulados, el fruto es de menor tamaño y un poco más corto, igual relación guarda la semilla. (ANACAFÉ 2. 2014)

Por sus condiciones de vigor, mejor conformación y mayor número de yemas florales presenta una capacidad productiva de 20 a 30% superior a Típica. Estas características motivaron a los productores guatemaltecos a cultivarlo, sustituyendo de manera gradual a la variedad Típica en los 50's. (ANACAFÉ 2. 2014)

El Bourbon es una variedad muy precoz en su maduración, con riesgos de caída de frutos por lluvias. Debido a su porte alto es más susceptible a vientos fuertes, siendo necesario protegerlo en zonas con estos problemas. Se cultiva en diferentes altitudes, los mejores resultados se obtienen en zonas medias y altas de 3,500 a 6,500 pies. Debe manejarse con 2 ejes desde el almacigo. (ANACAFÉ 2. 2014)

En la década de los 50's en la finca experimental Chocolá en Guatemala, se hizo una selección de plantas, que sirvió de base para el desarrollo de muchos cafetales. Otros materiales son el Bourbón Salvadoreño o Híbrido Salvadoreño, y el Híbrido Tico o Montecristo. En el Salvador realizaron una selección denominada Tekisic, constituida por la mezcla de varias plantas élite o superiores, incluido el Élite 14. (ANACAFÉ 2. 2014)

c. Caturra: La variedad Caturra es una mutación de Bourbón, descubierta en Brasil a principios del siglo veinte. Fue introducida a la finca Chocolá en la década de los cuarenta, pero su adopción comercial se realizó varios años más tarde. (ANACAFÉ 2. 2014)

Es una planta de porte bajo, eje principal grueso poco ramificado, con ramas secundarias abundantes y entrenudos cortos. Las hojas son grandes, anchas y de textura 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 2. 2014)

Es una variedad de alta producción y buena calidad, requiere buen manejo cultural y adecuada fertilización. Se adapta bien en las diferentes regiones del país, y prácticamente en todos los rangos altitudinales. Hay otras variedades de características agronómicas y adaptabilidad, similares que también son consideradas mutaciones de Bourbón, como Pacas de El Salvador, y Villa Sarchí de Costa Rica. (ANACAFÉ 2. 2014)

d. Catuaí: Es el resultado del cruzamiento artificial de las variedades Mundo Novo y Caturra, realizado en Brasil. Las selecciones de las primeras 4 generaciones dieron líneas con fruto rojo y amarillo. Las primeras introducciones de Catuaí al país se realizaron alrededor de 1970. (ANACAFÉ 2. 2014)

El Catuaí, es una variedad de porte bajo, un poco más grande que Caturra, las ramas laterales forman un ángulo cerrado con el tallo principal, entrenudos cortos. Las hojas nuevas o brotes son de color verde, las hojas adultas tienen una forma redondeada y son brillantes. Es una variedad muy vigorosa, que desarrolla mucho crecimiento lateral con "palmillas". El fruto no se desprende fácilmente de la rama, lo que es una ventaja para las zonas donde la maduración coincide con períodos de lluvias intensas. (ANACAFÉ 2. 2014)

Se adapta muy bien en rangos de 2,000 a 4,500 pies en la costa Sur; de 3,500 a 5,500 pies, en la zona central, oriental y norte del país. Es una variedad de alta producción que requiere un buen programa de manejo, especialmente en fertilización. (ANACAFÉ 2. 2014)

e. Pache Común: Es una mutación de Típica encontrada en la finca Brito, Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa en 1949. Es un cafeto de porte bajo con buena ramificación secundaria, de entrenudos cortos y abundante follaje, termina en una copia bastante plana o "pache". (ANACAFÉ 2. 2014)

Las plantaciones de Pache se establecieron, principalmente, en la región de oriente, donde su adaptabilidad y producción son satisfactorias, presenta sin embargo un comportamiento de producción bienal, similar al Típica del cual se deriva. (ANACAFÉ 2. 2014)

f. Pache Colis: Es originaria de Mataquescuintla, Jalapa y fue encontrada dentro de una plantación mezclada de Caturra y Pache Común. Debido a las características de porte muy bajo, podría ser el resultado de una hibridación natural entre Pache Común y Caturra, recombinando dos factores genéticos de enanismo. Los frutos son rojos y de tamaño grande, los granos son grandes, hojas elípticas onduladas de consistencia áspera. Presenta cierta tolerancia a Phoma. (ANACAFÉ 2. 2014)

Se adapta a rangos de altitud de 3,000 a 6,000 pies, donde prevalecen temperaturas frescas y suelos franco-arcillosos, y zonas muy secas. Su adaptación es muy específica, por lo cual no se recomienda su cultivo sin tener experiencia local. (ANACAFÉ 2. 2014)

g. Pacamara y Maracaturra: Pacamara es una variedad obtenida del cruzamiento entre Pacas y Maragogipe realizado en El Salvador. Sus descendencias combinan características propias del Pacas, como porte bajo, entrenudos cortos y buena productividad, con frutos y hojas de tamaño grande de tipo Maragogipe. (ANACAFÉ 2. 2014)

Presenta variaciones en el tamaño del fruto y grano. Otra variedad equivalente es Maracaturra, cruce natural entre Caturra y Maragogipe ocurrido en Nicaragua. Ambas variedades se adaptan bien en rangos de altitud de 3,000 a 4,500 pies, y precipitación anual de 2,500 a 3,000 milímetros bien distribuidos durante el período de lluvias. (ANACAFÉ 2. 2014)

h. Maragogipe: Es una mutación de Típica descubierta en Brasil en 1870, porte alto superior a Típica y Bourbon. Las hojas son lanceoladas y cerca de la base son mucho más anchas, regularmente se doblan hacia abajo. Las hojas nuevas o brotes son largos y puntiagudos. La principal característica son los frutos y semillas de gran tamaño, los frutos presentan el “ombigo” saliente y desarrollado, productividad baja. La calidad de taza del Maragogipe es muy apreciada en los mercados especiales. (ANACAFÉ 2. 2014)

i. Mundo Novo: Variedad originaria de Brasil, es el resultado de una hibridación natural entre Sumatra (Típica) y Bourbon. Es un café de porte algo, con gran vigor vegetativo y mucha capacidad de producción. Es una variedad muy vigorosa, con crecimiento lateral muy abundante, formando palmillas. Su maduración es un poco tardía comparada con el Bourbon. Se adapta bien en las regiones del centro y oriente del país, en rangos de altitud de 3,500 a 5,000 pies y precipitaciones anuales de 1,200 a 2,000 milímetros. (ANACAFÉ 2. 2014)

j. Geisha: Variedad de porte alto originaria de Etiopía, como todos los Arábicas cultivados. El interés inicial fue la resistencia a algunas razas de roya, por lo cual fue establecida en diversos centros experimentales, como el CATIE en Costa Rica. Luego fue redistribuido o llevado a los países de la región para pruebas de campo, como fue el caso en Panamá por el Ing. Francisco Serracín y donde años más tarde se descubre y valoriza la calidad de este café. (ANACAFÉ 2. 2014)

3. Variedades derivadas del Híbrido del Timor-resistente a la roya La fuente de resistencia genética a la roya más utilizada proviene de la especie *C. canephora* (Robustas). El Híbrido de Timor que tuvo su origen en un cruzamiento espontáneo entre la variedad Típica de *C. arabica* y Robusta de *C. canephora*, identificada alrededor de 1917 en una plantación en la isla de Timor Oriental (Océano Indico). (ANACAFÉ 2. 2014)

Existen tres grupos creados a partir de cruzamiento de tres diferentes cafetos del Híbrido de Timor (resistentes a la roya), 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 al concluir una selección en 5- 6 generaciones (20 a 35 años de investigación). Dos cruzamientos fueron realizados en Portugal en el CIFC (Centro Internacional de las royas del café) y un tercero en Cenicafé (Colombia). (ANACAFÉ 2. 2014)

A las descendencias del cruzamiento de Caturra por el Híbrido de Timor CIFC 832/1 se les conoce genéricamente como “Catimores”, y a las del cruzamiento de Villa Sarchí por el Híbrido de Timor CIFC 832/2 como “Sarchimores”. Del cruzamiento de Caturra Amarillo por el Híbrido de Timor CIFC 1343 se origina la variedad multilínea Colombia, y luego la variedad Castillo regional con ciclos complementarios de selección. La resistencia del Híbrido del Timor y sus derivados es de tipo “vertical” o completa, y en consecuencia menos duradera en el tiempo. (ANACAFÉ 2. 2014)

Catimor T-5269, establecido por Anacafé en los años 80 en parcelas de observación, existiendo en la actualidad varios lotes originales. Bien adaptado a baja y media altitud, calidad de taza estándar. (ANACAFÉ 2. 2014)

Catimor T-5175, la mayoría del área plantada corresponde a introducciones particulares, posee un alto vigor y producción que incentivaron su cultivo. Mala calidad de taza en zonas altas, y presencia de grano negro en zonas bajas. No se recomienda ampliar su área de cultivo. (ANACAFÉ 2. 2014)

Catimor T-8667 y variedades derivadas “Costa Rica 95” y “Lempira”, todas son de porte bajo homogéneo, brote bronce, vigor y producción alta, bien adaptadas en zonas de media altitud y altura, taza estándar o menos que estándar, algunas plantas con roya. (ANACAFÉ 2. 2014)

Sarchimor T-5296 y variedad derivada “Parainema”, otros Sarchimores, son de porte bajo, brote verde o bronce o ambos, vigor y producción alta, bien adaptado en zonas de baja y media altura con buena taza. Los estudios de taza en zonas altas están en curso. Otros Sarchimores seleccionados en Brasil: Lapar 59, Tupi y Obata. (ANACAFÉ 2. 2014)

Variedad Castillo. Porte bajo, vigorosas y productivas. La variedad Castillo es un compuesto que permite su utilización exitosa en diversidad de ambientes, su conformación genética es garantía de estabilidad en sus atributos agronómicos y de resistencia a roya, permite su siembra en las diferentes zonas donde la roya del café es un factor limitante a la producción, como también en regiones donde la enfermedad no tiene mayor incidencia. En esas regiones de mayor altitud les permite a los productores beneficiarse del mayor potencial productivo, de la excelente granulometría, y de la ventaja por ahora intangible de la tolerancia a la enfermedad de las cerezas del café. (Alvarado G. 2005)

Otras variedades resistentes:

Icatú: Cruzamiento realizado en Brasil en 1950 entre Robusta y Bourbon, luego retrocruzado varias veces con Mundo Novo. Porte alto, variedad vigorosa y productiva; en Brasil la reportan en la actualidad como moderadamente susceptible a roya. (ANACAFÉ 2. 2014)

Catuaí: descendencias de cruzamiento natural entre Icatú y Catuaí.

Híbridos F-1

La ANACAFE formó parte de una investigación orientada a crear nuevas variedades, por medio de cruzamientos que dieron como resultado tres variedades híbridas de alta producción y excelente taza. Se denominan como: Centroamericano (H-1), Milenio (H-2) Y Casiopea (H-3), las dos primeras presentan un buen nivel de resistencia a roya por tener como uno de los padres a Sarchimor. Estos materiales plantean la limitación que deben ser reproducidas vegetativamente, ya sea en laboratorio de cultivo de tejidos, o por enraizamiento de estacas. (ANACAFÉ 2. 2014)

B. EVALUACIÓN DEL PERFIL DE TAZA

1. Recomendaciones generales Se recomienda catar en las primeras horas del día cuando el sentido del gusto esté libre de contaminantes, para apreciar y degustar con mayor claridad los atributos y/o defectos que el café posee. (Chemonics International Inc. 2005)

Para llevar a cabo una catación que valore atributos específicos, más que solo la búsqueda de defectos, no se debe catar más de 5 muestras por sesión. No se recomienda catar más de 30 muestras por día debido a la saturación que pueda tener un catador al probar un número elevado de muestras con el fin de minimizar el margen de error en cada evaluación. (Chemonics International Inc. 2005)

El objetivo de la catación es evaluar las características, atributos, defectos, contaminaciones, etc., en una taza de café, pero también nos ayuda a definir la limpieza de la misma, podemos

aumentar la cantidad de tazas o muestras catadas al día, siempre y cuando no se tenga que hacer una evaluación profunda de las características del café. (Chemonics International Inc. 2005)

2. Número de tazas (repeticiones) Se debe catar mezclando agua caliente en grado de ebullición sobre el café previamente pesado y molido, considerando la cantidad de agua por cantidad de café en la taza (Proporcional gramos de café por agua) teniendo un balance en la mezcla para contar con una catación representativa, como también catar la cantidad de tazas por muestra según el objetivo de la evaluación: (Chemonics International Inc. 2005)

2 tazas = Para identificar defectos y/o atributos naturales.

3 tazas = Recomendable en la mayoría de cataciones para definir la limpieza en taza.

5 tazas = Para definir atributos específicos del café.

5 o más = Para revisión de cafés para exportación.

3. Agua Cada laboratorio de catación debe conocer la composición química del agua que emplea. El pH se encuentra neutral al nivel 7 que es lo ideal. La cantidad de sólidos disueltos es de 125-175 ppm (partes por millón), sin ser menos de 100ppm o más de 250ppm. Siempre se debe usar agua purificada pero no destilada. (Chemonics International Inc. 2005).

El agua es uno de los elementos más importantes en la catación, debe ser fresca y libre de contaminaciones, se recomienda calentarla en teteras de acero inoxidable, en calentadores eléctricos o calentadores industriales de marca reconocida. Al iniciar el punto de ebullición (aprox. 98°C) se debe de suspender el proceso de calentamiento y verterlo en la taza. No se debe recalentar el agua con el fin de volver a utilizarla porque se disminuye la calidad de la misma. (Chemonics International Inc. 2005)

4. Documentación general

- **Formulario de catación**

Proporciona un medio de grabación de atributos de sabor importantes para el café: Fragancia / Aroma, sabor, regusto, acidez, cuerpo, equilibrio, uniformidad, taza limpia, Dulzura, defectos, y general. Los atributos específicos de sabor son las puntuaciones positivas de la calidad reflejando una calificación del catador; los defectos son puntuaciones negativas denotan desagradable sensaciones de sabor, la puntuación global se basa en la experiencia del sabor del catador individual, como una apreciación personal. Estos se clasifican en una escala de 16 puntos que representan los niveles de calidad en incrementos de un cuarto de punto entre los valores numéricos 6-9. (Specialty Coffee Association of America -SCAA- 2009). Los rangos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Rangos de puntuación

Bueno	Muy Bueno	Excelente	Extraordinario
6.00	7.00	8.00	9.00
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Fuente: Specialty Coffee Association of America (SCAA) 2009.

5. Aspectos a evaluar en el café

- **Fragancia:** La fragancia es el olor del café de la muestra molida sin agua. Es el primer indicador de la calidad de la muestra, sin embargo no se debe de calificar como punto aparte sin

tomar en cuenta el aroma. Desde este inicio se pueden manifestar atributos positivos o negativos del café que se está analizando. (Specialty Coffee Association of America –SCAA- 2009).

- **Aroma:** El aroma es el olor del café y nos da una impresión general de la muestra ya molida una vez agregada el agua. Se debe de apreciar acercando la nariz lo más cerca posible a la superficie de la taza utilizando una cuchara para romper la espuma, simultáneamente inhalando el aroma desprendido. Para la calificación se debe considerar conjuntamente el aspecto de la fragancia y el aroma al definir la puntuación de ambas. (Specialty Coffee Association of America –SCAA- 2009).

- **Sabor:** El sabor es la propiedad que describe la combinación de los atributos y defectos que se hacen presentes en una taza de café, regularmente se unifican a un criterio considerando las propiedades: fragancia/aroma, acidez y cuerpo. El catador tiene la potestad de definir si la taza es agradable o desagradable otorgándole una calificación alta o baja respectivamente de acuerdo a los estándares para la cual la muestra está siendo analizada. (Specialty Coffee Association of America -SCAA- 2009).

- **Sabor residual/post gusto:** El Sabor Residual es la permanencia del sabor en el paladar después de haber expulsado el café de la boca. Este puede ser agradable dejando un sabor dulce y refrescante o desagradable dejando un sabor amargo o áspero. (Specialty Coffee Association of America –SCAA- 2009).

- **Acidez:** La acidez es la propiedad que describe la impresión gustativa causada por la presencia de ácidos orgánicos en la infusión de café. Existen diferentes tipos de ácidos que se describen con: cítrico, agrio, vinoso, frutoso. (Specialty Coffee Association of America -SCAA- 2009).

- **Cuerpo:** El cuerpo es el grosor del sabor, consistencia o espesor del líquido. (Specialty Coffee Association of America –SCAA- 2009).

- **Balance:** Es la combinación de los atributos de acidez, cuerpo y sabor, cuando se presentan cafés limpios y sanos. (Specialty Coffee Association of America –SCAA- 2009).

- **Dulzura:** No todos los cafés presentan esta característica, ya que se observa con más intensidad en los cafés de altura, el buen café debe poseer un aspecto de dulzura. (Specialty Coffee Association of America –SCAA- 2009).

- **Limpieza:** La no presencia de defectos en las tazas de una muestra. Se refiere a la falta de impresiones negativas de primera ingestión y de gusto final, es decir una “transparencia” de la taza. Specialty Coffee Association of America –SCAA- 2009.

- **Uniformidad:** La uniformidad entre distintas tazas de una sola muestra, puede ser uniforme tanto por atributos y características, como en defectos y/o contaminaciones, el catador la puede catalogar como positiva o negativa. (Specialty Coffee Association of America –SCAA- 2009).

- **Aspecto global de puntuación.** Tiene la intención de reflejar la forma holística integrada. Es la valoración de cómo es percibida la muestra en general por el panelista. (Specialty Coffee Association of America –SCAA- 2009).

- **Punteo final** El punteo final será calculado, primero, sumando los punteos individuales dados para cada uno de los atributos primarios. Los defectos entonces se sustraen del punteo Total, hasta llegar al “punteo final”. La siguiente Clave de Punteo, ha sido probada, como una forma significativa para describir el rango de calidad del café para el punteo final. (Specialty Coffee Association of America –SCAA- 2009).

Cuadro 2. Calificación total del nivel de calidad

Punteo	Calificación	
90-100	Outstanding	Specialty
85-89.99	Excellent Specialty	
80-84.99	Very Good	
<80.0	Bellow Specialty Quality Not Special	Not Specialty

Fuente: Specialty Coffee Association of America (SCAA) 2009.

C. COMPUESTOS QUÍMICOS DEL CAFÉ

1. Composición química del grano de café El grano almendra de café de la variedad Arábica se compone químicamente de agua y materia seca, siendo la materia seca: minerales, carbohidratos, lípidos, proteínas, alcaloides (cafeína y trigonelina), ácidos carboxílicos y fenólicos y compuestos volátiles siendo estos los responsables del aroma. (Cuadro 3). (Puerta, 2011).

Cuadro 3. Diferentes componentes del café

Componente químico	Arábica %
Polisacáridos	50,8
Sacarosa	8,00
Azúcares reductores	0,10
Proteínas	9,80
Aminoácidos	0,50
Cafeína	1,20
Trigonelina	1,00
Lípidos	16,20
Ácidos alifáticos	1,10
Ácidos clorogénicos	6,90
Minerales	4,20
Compuestos aromáticos	trazas

Fuente: Puerta 2011

2. Reacciones químicas ocurridas durante el tostado del café De acuerdo a Puerta (2011) una de las etapas que es de mucha importancia en todo el proceso que lleva el café, es el Tostado, ya que los granos se tuestan a una temperatura entre 210°C – 230°C; donde se generan diversas reacciones entre los componentes del café, conduciendo a profundos cambios en la composición química del café como: se carameliza la sacarosa, se degradan aminoácidos, disminución de agua, reacción de Maillard entre los azúcares reductores y aminoácidos, formación de melanoidinas, muchas de la cuales se deben a la reacción de Maillard, se despolimerizan carbohidratos y proteínas, se oxidan lípidos y ácidos fenólicos, reaccionan y se forman ácidos, se genera el color, se generan los compuestos volátiles por ende el aroma que se va a percibir al beberlo. Durante el tostado van cambiando los compuestos químicos pero también va cambiando su concentración.

Las reacciones que suceden durante el tostado tienen un efecto en las características sensoriales en la bebida (Puerta, 2011), los polisacáridos retienen aromas, contribuyen al cuerpo y espuma del expreso; la sacarosa da amargo, sabor, color, acidez y aroma; los azúcares reductores dan color, sabor y aroma; los lípidos ayudan en el transporte de aromas y sabores dando en el expreso sabor y cuerpo; las proteínas dan amargo, sabor y en el expreso ayudan a formar la espuma; la cafeína y trigonelina contribuyen al amargo; ácidos clorogénicos dan cuerpo, amargo y astringencia; y los ácidos alifáticos acidez, cuerpo y aroma.

3. Factores que influyen en la calidad y composición de la química del café A través del método científico realizado por Puerta (2011), se identificaron los factores que influyen en la calidad y composición química del café. Como primer punto se debe tomar en cuenta que la calidad del café está determinada por todo el proceso que éste requiere, es decir las buenas prácticas agrícolas y de manufactura, capacitación del personal, trazabilidad, control de la cosecha, el beneficio, la fermentación, secado, almacenamiento, transporte, tostado, comercialización, hasta las etapas de preparación de la bebida de café; logrando conservar y destacar las cualidades dadas por la genética de la planta así como los componentes químicos naturales del grano.

4. Ácidos clorogénicos El café es uno de los cultivos más importantes del mundo, y la producción mundial fue de casi siete millones de toneladas en 2005. Granos de café verde se tuestan, proceso que cambia la composición química drásticamente. La reacción de Maillard es una de las reacciones dominantes que se producen durante el tostado. Ésta reacción, en la que los azúcares reductores reaccionan en una cascada de pasos con grupos amino, conduce a la formación deseada de compuestos de sabor y color característicos. La reacción de coloración café, Reacción de Maillard, en los productos finales, se denominan melanoidinas, y que a menudo se definen como de color marrón, alto peso molecular (Mw), productos finales nitrogenados de la reacción de Maillard. (Bekedam. *et al.* 2008)

El contenido de melanoidina en la bebida de puede ser un 25% de la seca materia seca. Las propiedades funcionales y químicas, de las melanoidinas en el café, no son comprendidas completamente, debido a la composición química tan compleja de estas moléculas. Una de las propiedades funcionales importantes de las melanoidinas es su actividad antioxidante, lo que se cree que es debido a la incorporación parcial de los ácidos clorogénicos. (Bekedam, *et al.* 2008)

5. Polifenoles en el café De acuerdo con Scalbert *et.al.* (2012) los polifenoles son los más abundantes antioxidantes en la dieta. Su ingesta dietética total podría ser tan alta como 1 gramo por día, que es mucho mayor que la de todas las demás clases de fitoquímicos y antioxidantes de la dieta conocida. En perspectiva, esto es 10 veces mayor que la ingesta de vitamina C y 100 veces mayor que la ingesta de vitamina E y carotenoides. Sus fuentes alimentarias más importantes son las frutas y las bebidas de origen vegetal tales como zumos de fruta, té, café y vino tinto. Verduras, cereales, chocolate y las legumbres secas también contribuyen a la ingesta de polifenoles totales.

A pesar de su amplia distribución en las plantas, los efectos en la salud de los polifenoles en la dieta han llamado la atención de los nutricionistas. Hasta mediados de la década de 1990, los más estudiados antioxidantes eran las vitaminas antioxidantes, carotenoides y minerales. La investigación sobre los flavonoides y otros polifenoles, sus propiedades antioxidantes, y sus efectos en la prevención de enfermedades realmente comenzó después de 1995. El principal factor que ha retrasado la investigación de los polifenoles es la considerable diversidad y complejidad de sus estructuras químicas. (Scalbert *et.al* 2012).

La evidencia actual apoya firmemente una contribución de los polifenoles para la prevención de las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y la osteoporosis, y sugiere un papel en la prevención de enfermedades neurodegenerativas y diabetes mellitus. (Scalbert *et.al* 2012).

Progreso significativo se ha hecho en el campo de las enfermedades cardiovasculares, y en la actualidad está bien establecido que algunos polifenoles, administrados en forma de suplementos o con alimentos, mejoran el estado de salud, según lo indicado por distintos marcadores estrechamente asociados con el riesgo cardiovascular. Los estudios epidemiológicos, tienden a confirmar los efectos protectores del consumo de polifenoles contra las enfermedades cardiovasculares. (Scalbert *et.al* 2012).

En pruebas actuales para efectos de protección contra las enfermedades, los polifenoles han generado nuevas expectativas de mejoras en la salud, con gran interés de la industria de alimentos y suplementos nutricionales con respecto a la promoción y desarrollo de productos ricos en polifenoles. Sin embargo, todavía es imposible evaluar los beneficios individuales y sociales que los aumentos en la ingesta de polifenoles podrían tener para la población en general o para determinados grupos en situación de riesgo específico de la enfermedad (Scalbert *et.al* 2012).

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios generalmente involucrados en adaptación de las plantas a condiciones de estrés ambiental. Los ácidos clorogénicos (CGA) y compuestos relacionados son los principales componentes de la fracción fenólica de granos de café verdes, alcanzando niveles de hasta 14 % (en base de materia seca). (Farah A., *et al.* 2006).

Estos compuestos tienen una serie de propiedades beneficiosas para la salud relacionados con su potente actividad antioxidante, así como hepatoprotector, hipoglucémico y actividades antivirales. Los principales grupos de ácidos clorogénicos que se encuentran en los granos de café verdes incluyen ácidos cafeoilquínicos, ácidos dicafeoilquínicos, ácidos feruloylquinicos, ácidos p - coumaroylquinicos y diésteres mixtos de ácidos cafeico y ferúlico con ácido quínico, cada grupo con al menos tres isómeros. Durante el procesamiento del café, los ácidos clorogénicos pueden ser isomerizados, hidrolizados o degradados en compuestos de bajo peso molecular. (Farah A., *et al.* 2006).

Las altas temperaturas de tostado también producen la transformación de una parte de los ácidos clorogénicos en quinolactonas y, junto con otros compuestos, melanoidinas. Esta revisión se centra en las características químicas, la biosíntesis y distribución de los ácidos clorogénicos y compuestos relacionados en el café. El impacto de los ácidos clorogénicos en la composición del café verde en la calidad de taza también se acercó. A pesar de la existencia de información sustancial sobre los niveles totales de CGA en el café, se necesita más investigación sobre la composición de los compuestos fenólicos e isómeros menores específicos de los ácidos clorogénicos y sustancias relacionadas en granos de café verde y tostado, así como su impacto en la calidad del café. (Farah A., *et al.* 2006).

IV. JUSTIFICACIÓN

La Roya es una enfermedad del café causada por el hongo *Hemileia vastatrix*. Se encuentra presente en Guatemala desde el año 1980. Según el grado de severidad puede provocar una intensa caída de hojas y pérdidas en la producción.

De acuerdo con la Asociación Nacional del Café, las pérdidas de producción ocasionadas por la roya del cafeto son evidentes en el campo, la cosecha 2012-13 fue de 4.1 millones de quintales oro representando una pérdida del 15 por ciento en relación a la cosecha 2011-12. El 70 por ciento del parque cafetalero tiene presencia del hongo de la roya, situación que afectó económicamente al sector cafetalero, especialmente al pequeño productor, debido a que de acuerdo con estadísticas de ANACAFÉ, de los 90 mil caficultores registrados, 85,748 son pequeños, 4,200 medianos y 52 grandes.

Para el control de la Roya, se encuentra la realización de un manejo integrado, éste involucra el control genético, biológico, químico, físico, mecánico y cultural, situándose dentro de estos métodos el genético como el principal. (Anacafé 2013). Para el control genético, se ha recomendado el uso de variedades resistentes como son los Catimores, sin embargo, no existe información respecto al perfil de taza y características químicas de las variedades resistentes a la roya, por lo que en esta investigación se realizó el estudio de las características mencionadas para las variedades Catimor 5175, Costa Rica 95 y Catimor, en comparación con las variedades que los productores manejan de manera común en las Verapaces.

La información que se generó en ésta investigación permitirá en primera instancia establecer los mercados específicos para las características organolépticas y químicas que presenten las variedades de café en estudio, así como la recomendación para su siembra en función del perfil de taza.

V. OBJETIVOS

A. GENERAL:

Determinar si la calidad de taza y características químicas en variedades resistentes a la roya del café es similar a las variedades convencionales.

B. ESPECÍFICOS:

1. Elaborar el perfil de taza medido por medio de los atributos de catación: fragancia/aroma, sabor, acidez, balance, preferencia, cuerpo, postgusto, uniformidad, taza limpia, dulzura, defectos.
2. Determinar el contenido de cafeína, ácidos clorogénicos, capacidad antioxidante, contenido de polifenoles, pH y color.
3. Realizar un análisis comparativo entre las variedades de café analizadas.

VI. METODOLOGÍA

A. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

Los sitios utilizados en el estudio se localizan en Alta Verapaz (Finca Santa Isabel, Finca Pachilha y Finca Sepanahu), en un rango altitudinal de 900 a 1,300 msnm. (Figura 1).

Figura 1. Localización del Estudio



B. VARIEDADES EVALUADAS

Se evaluaron tres variedades de café resistentes a la roya (Catimor 5175, Costa Rica 95 y Catimor) y tres variedades susceptibles (Caturra, Catuaí 2144 y Catuaí). (Cuadro 4).

Los materiales de café fueron sembrados hace 4 años y actualmente están en etapa productiva. El área actual de siembra de cada variedad varía de 30 a 60 manzanas. Cada uno de los sitios cuenta con una variedad resistente y una susceptible.

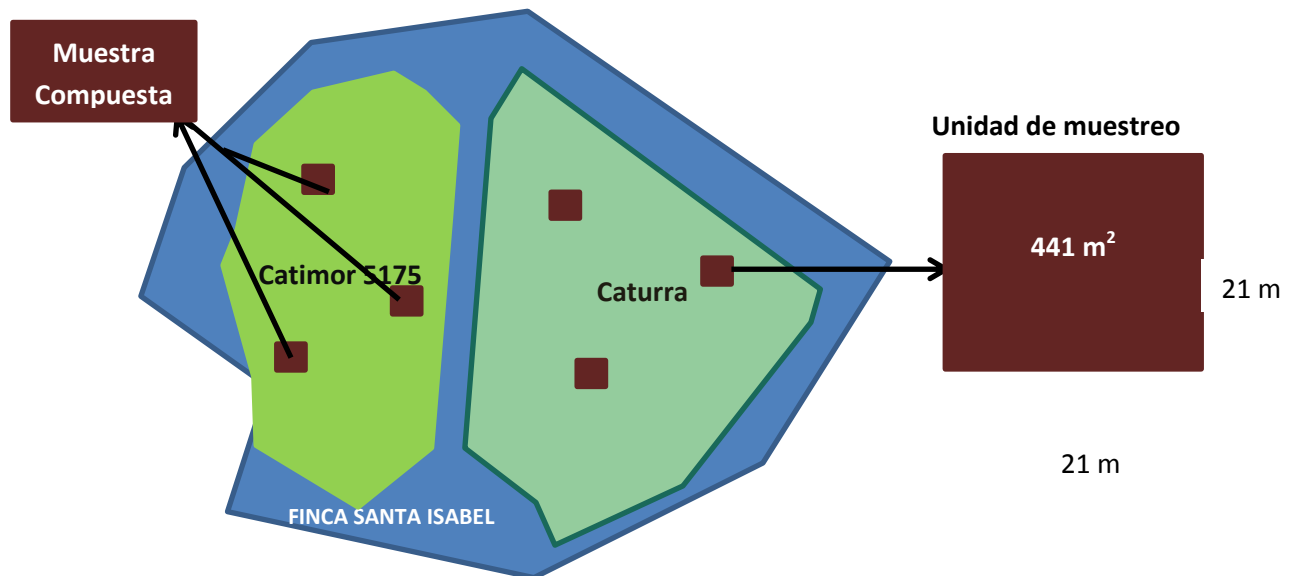
Cuadro 4. Variedades evaluadas en el estudio

No.	SITIO FINCA	UBICACIÓN	ALTITUD (msnm)	VARIEDAD	
				RESISTENTE	COMPARADOR LOCAL
1	Finca Santa Isabel	San Cristóbal, Alta Verapaz	1,300 msnm	Catimor 5175	Caturra
2	Finca Pachilha	Tucuru, Alta Verapaz	950 msnm	Costa Rica 95	Catuaí 2144
3	Finca Sepanahu	Alta Verapaz	900 msnm	Catimor	Catuaí

C. DISEÑO DEL ESTUDIO

1. Metodología de muestreo En cada sitio experimental se ubicaron unidades de muestreo para cada una de las variedades en evaluación. Cada unidad de muestreo consistió de 441 m² (1 cuerda de 24 x 24 varas). Las mismas se distribuyeron aleatoriamente en cada sitio experimental (Figura 2).

Figura 2. Ejemplificación de la metodología para ubicación de los sitios de muestreo en una Finca.



En cada unidad experimental se recolectó una muestra de 50 libras de café cereza en su estado óptimo de madurez. El corte se realizó en el pico de cosecha, con el fin de evitar granos verdes e inmaduros. Toda la muestra se colectó en un solo corte. Se cosecharon las plantas que se encontraban dentro del lote de manera aleatoria, cosechando la parte media de los cafetos, tal como se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Sección cosechada de los cafetos.

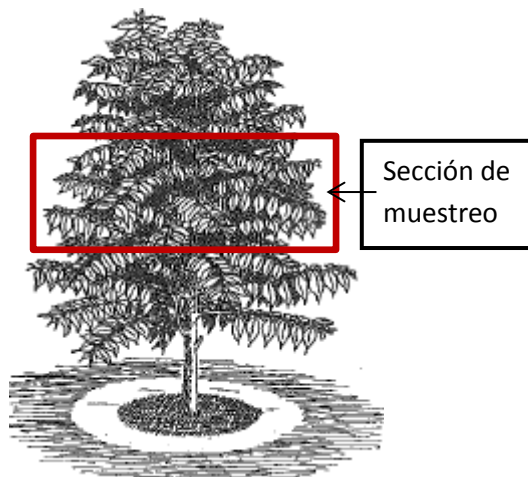


Figura 4. Parte de la bandola que se cosechó



En la Figura 4 se observa la parte de la bandola que se cosechó, la cual corresponde al área en donde se encontraban los frutos de café en su punto óptimo de madurez.

Luego de coleccionar las 50 libras por unidad de muestreo, se combinaron las tres submuestras de cada variedad y se formó una muestra compuesta. La muestra compuesta se procesó como se explica en los siguientes puntos.

2. Beneficiado húmedo del café El café se despulpó el mismo día utilizando para ello un despulpador manual. Posterior a ello se realizó el proceso de fermentación natural. La cuál consistió en la degradación del mucílago a una sustancia soluble. Este proceso se realizó en un período de 6 a 48 horas.

3. Beneficiado seco del café Se secaron las muestras al sol, moviéndolas a cada hora. Esto evitó un secado heterogéneo y la humedad se llevó al 12%, para ello se realizó un monitoreo frecuente utilizando el medidor de humedad de grano Dole 400.

D. CATACIÓN

1. Codificación de las muestras Se enviaron muestras de 15 libras de café pergamino de cada una de las muestras compuestas al laboratorio de Catación. Se identificaron con la codificación A,B,C,D,E,F, evitando el sesgo en el proceso de apreciación de las muestras.

2. Conformación del panel de catación El panel de catación, estuvo conformado por tres catadores entrenados quienes cataron todas las muestras en evaluación.

3. Conversión de café pergamino a café oro El café pergamino seco se trilló, a fin de obtener el café en oro.

4. Tostado y molido del café Se pesaron 1,200 gramos de café oro por muestra. Posteriormente se colocó en la tostadora probatino. El tueste que se realizó fue medio, que aproximadamente equivale a 63 en escala Agtron, el tostado fue completado entre 8 a 12 minutos. Después del tueste se dejó enfriar lo más rápido posible, sin utilizar agua durante este proceso. Posteriormente se realizó el molido, logrando una molienda media.

5. Preparación de las muestras para catar y número de repeticiones Se pesaron 11.5 gramos de café tostado en grano para cada taza de café. Para el presente estudio se realizaron 5 repeticiones por muestra.

Se molieron los 11.5 gramos de muestra para cada una de las tazas preparadas. Se preparó la infusión de las tazas. Se verificó el funcionamiento del Calentador de Agua y se colocó agua caliente (temperatura ideal) a cada una de las tazas de café tostado molido sobre la mesa preparada. Se llenó cada una de las tazas hasta el borde sin derramar el café, posteriormente se activó el cronómetro para la referencia de los catadores (tiempo vrs Temperatura).

6. Análisis organoléptico / Sensorial

a. Evaluación de fragancia: Se realizó, acercando la taza con el café molido hacia la nariz, inhalando los olores que emanaron del mismo.

b. Preparación de la infusión: Se efectuó vertiendo el agua caliente sobre el café molido hasta el borde de las tazas. Se activó el cronómetro en este momento y se esperó de 3 a 5 minutos para que la extracción fuera realizada adecuadamente.

c. Evaluación de aroma: Se realizó acercando la nariz a la taza, rompiendo suavemente con la cuchara la nata formada en la superficie, en no más de tres ocasiones, para inhalar los vapores

que emanaron de la misma y con el cuidado de no agitar el café depositado en el fondo para evitar una sobre extracción.

d. Remoción o eliminación de espuma: Con la cuchara, se limpió la espuma y partículas flotantes en la superficie del vaso.

e. Evaluación de características organolépticas (Catación): Se dejó que la temperatura de la bebida disminuyera a una temperatura tolerable para el catador pudiera proceder al análisis sensorial (aproximadamente 71°C o de 8 a 10 min contados a partir de la preparación de la infusión). Se tomó una porción de la bebida utilizando la cuchara de catación. Se dio un sorbo de la porción de la bebida de tal forma que esta se esparciera y cubriera la mayor área de la boca como fuera posible, especialmente la lengua y la parte superior del paladar, a la vez que los vapores aromáticos fueron forzados hacia la cavidad retro-nasal. Se repitió la evaluación tres veces conforme la temperatura de la bebida fue disminuyendo.

7. Formulario de catación Los atributos que se evaluaron fueron los utilizados en la metodología de Specialty Coffee Association of America (SCAA), los cuales se mencionan a continuación: Fragancia / Aroma, sabor, postgusto, acidez, cuerpo, equilibrio, uniformidad, taza limpia, Dulzura, defectos, y general, así como los rangos de puntuación que van de Bueno, Muy Bueno, Excelente y Extraordinario.

E. ANALISIS QUÍMICO

1. Preparación de las muestras de café Se pesaron 100 mg de cada muestra de café molido y se les agregó 50 ml de agua desmineralizada. Se calentó en una estufa marca Thermo Scientific a 50°C durante una hora y se les colocó un agitador magnético para mantenerlos con agitación constante. Luego de eso, se aforó cada una de las muestras a 100ml en un balón volumétrico.

2. Determinación de cafeína y ácidos clorogénicos

a. Materiales

- Muestras de café (Según sección A preparación de las muestras de café)
- Cafeína marca Sigma-Aldrich, pureza 100.7%
- Ácido Clorogénico 5-cafeoilquínico marca Sigma-Aldrich, pureza $\geq 95\%$
- Metanol marca Merck, pureza 99.9%
- Agua destilada
- Balones volumétricos
- Jeringa con filtro marca Millex (tamaño del poro 0.22 μ m)
- Viales

b. Equipo HPLC marca Agilent modelo 1100 con detector de UV/VIS con arreglo de diodos con una columna Eclipse Plus C-18 y un tamaño de partícula de 5 μ m.

c. Estándares Se pesaron 0.025g de cafeína y se aforó en un balón volumétrico de 50ml. Una vez aforado, se realizaron 5 distintas diluciones en balones volumétricos con una concentración de 5, 10, 15, 20 y 25 partes por millón. Se realizó la curva estándar utilizando el equipo de HPLC inyectando una por una las muestras, desde la primera hasta la quinta muestra, con un tiempo entre corridas de 3 min. La longitud de onda que se utilizó fue de 274 nm usando una fase móvil de metanol-agua en una relación 40:60 con un flujo de 1.5 ml/min inyectando 20 μ l

de muestra. Las concentraciones fueron calculadas utilizando la ecuación de regresión lineal y el área bajo la curva.

Para la preparación de los estándares de ácidos clorogénicos se pesaron 0.0526g de ácido clorogénico 5-cafeoilquinico y se aforó en un balón volumétrico de 50 ml. Luego de ello, se realizaron 5 diluciones en balones volumétricos con una concentración de 10, 20, 30, 40 y 50 partes por millón. Se realizó el mismo procedimiento de inyección con el equipo de HPLC descrito previamente para los estándares de cafeína. La longitud de onda que se utilizó fue de 325 nm.

d. Muestras Se filtraron 2ml de cada una de las muestras preparadas según la sección A preparación de las muestras de café, usando la jeringa con el filtro y se colocó en un vial. Se realizó el mismo procedimiento de inyección con el equipo de HPLC, inyectando las muestras del café en estudio. La lectura se aplicó para ambos análisis, cafeína y ácidos clorogénicos.

3. Determinación de capacidad antioxidante por método de DPPH

a. Materiales

- Reactivo de DPPH marca Sigma-Aldrich
- Metanol marca Merck, pureza 99.9%
- Agua Destilada
- Balones volumétricos
- Agitador magnético
- Papel filtro marca Whatman #4 con tamaño de poro 110 mm.
- Envases plásticos
- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Pipetas de 1 mL

b. Equipo

- Espectrofotómetro UV/VIS marca Thermo Electron Corporation modelo Genesys 10 UV scanning
- Vortex
- Micropipeta con puntas de 1 mL

c. Preparación de muestras: Se preparó una solución de agua-metanol 30:70 y se tomaron 50ml de esta solución para mezclar con 10ml de cada una de los extractos de café preparados según la sección "A. Preparación de las Muestras de Café". Se agitaron utilizando un agitador magnético a temperatura ambiente durante una hora. Se filtraron las soluciones usando filtros #4 y se almacenaron en refrigeración en envases plásticos. Se prepararon 10 tubos para cada una de las soluciones filtradas de café según las diluciones en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Preparación de las diluciones para cada muestra filtrada de café

# Tubo	Bebida Diluida MI	Metanol mL	DPPH mL
1	0.2	2.8	1.0
2	0.4	2.6	1.0
3	0.6	2.4	1.0
4	0.8	2.2	1.0
5	1.0	2.0	1.0
6	1.2	1.8	1.0
7	1.4	1.6	1.0
8	1.6	1.4	1.0
9	1.8	1.2	1.0
10	2.0	1.0	1.0

d. Procedimiento: Se colocaron los 10 tubos en una gradilla para luego ser agitados por un vortex durante 15 seg cada uno y así obtener una mezcla homogénea en cada tubo. Luego de eso, se midió la absorbancia de cada tubo a través del espectrofotómetro a una longitud de onda de 517 nm, utilizando como blanco al metanol puro. Después de la lectura, se almacenó en un lugar oscuro durante 30 min. Al transcurrir el tiempo, se volvió a repetir las lecturas de absorbancia agitándolas previamente en el Vortex por 15 segundos más. Una vez obtenidos los datos para el tiempo 0 y para el tiempo 30 min, se continuó con la determinación de la capacidad antioxidante a través de la ecuación 1 para obtener el porcentaje de pérdida de absorbancia. Se graficaron los datos para poder encontrar la ecuación de la recta y así determinar el valor para IC50.

$$\% \text{ pérdida de absorbancia} = \left[\frac{(abs_0 - abs_{30})}{abs_0} \right] \times 100$$

(Ecuación 1)

4. Determinación de Polifenoles

a. Materiales

- Reactivo de Folin-Ciocalteu marca Merck
- Reactivo Catecol marca Sigma-Aldrich, pureza 99%
- Reactivo Carbonato de Sodio marca Merck, pureza 99.9%
- Metanol marca Merck, pureza 99.9%
- Agua destilada
- Papel aluminio
- Pipetas de 1 mL

b. Equipo

- Vortex
- Aparato de Espectrofotometría UV/VIS marca Thermo Electron Corporation modelo Genesys 10 UV scanning
- Equipo para Baño de María
- Micropipeta con puntas de 1 mL

c. Estándares: Se preparó una solución de Folin-Ciocalteu pesando 10ml del reactivo y se aforó en un balón de agua destilada de 100ml. Para el Catecol, se pesaron 0.0060g del reactivo y

se aforó en un balón de 100ml con agua destilada. Y para el carbonato de sodio, se pesaron 7.5040g del reactivo y se aforó en un balón de 100ml con agua destilada. El reactivo de Folin-Ciocalteu así como el Catecol se empacaron con papel aluminio en su totalidad.

Luego se prepararon 5 tubos y un blanco siguiendo las diluciones del Cuadro 6, las cuales fueron agregadas en el siguiente orden: primero Catecol, segundo Agua, tercero Carbonato de Sodio, cuarto Reactivo de Folin Diluido. Una vez agregado el reactivo de Folin, se agitó cada tubo durante 10 segundos utilizando un vortex. Luego, los tubos se colocaron en un baño de María a una temperatura de 45°C durante 20 min. Se configuró el equipo para la elaboración de una curva estándar a una longitud de onda de 765 nm. Se realizó la lectura de cada uno de los tubos, primero con el blanco y luego con el resto de las muestras para poder obtener la curva.

Cuadro 6. Preparación de diluciones para determinación de polifenoles

Tubo #	Agua (ml)	Catecol (ml)	Folin (ml)	Na ₂ CO ₃ (ml)
1	0.8	0.2	2.5	2.0
2	0.6	0.4	2.5	2.0
3	0.4	0.6	2.5	2.0
4	0.2	0.8	2.5	2.0
5	0	1.0	2.5	2.0
Blanco	1.0	0	2.5	2.0

d. Muestras: Se utilizaron las muestras preparadas en la sección "Preparación de Muestras". Luego, se usaron los reactivos preparados de Folin y Bicarbonato de Sodio para el análisis de las muestras. Con el uso de tubos, se les adicionó a cada uno los reactivos anteriores usando las diluciones según el cuadro 6, en el siguiente orden: primero la muestra, segundo el Carbonato de Sodio y por último el Folin (Cuadro 7). Después se agitaron por 10 segundos en un vortex y fueron colocados en un baño de María durante 20 min a una temperatura de 45°C. Luego de ello se leyó la absorbancia de cada tubo, utilizando como blanco la solución preparada en el cuadro seis. Se determinó la concentración de polifenoles a través del uso de estequiometria.

Cuadro 7. Preparación de las muestras

Muestra (ml)	Na ₂ CO ₃ (ml)	Folin (ml)
1.0	2.0	2.5

5. Determinación de pH y Colorimetría

a. Determinación de pH: Se utilizó un potenciómetro marca Hanna modelo HI 99161 para determinar el pH de cada una de las muestras preparadas en la sección A Preparación de las muestras de café, y se calibró con la solución buffer de pH 4.01 y 7.00 marca Merck. El electrodo fue introducido en el extracto de café para tomar la lectura hasta que se estabilizó el aparato según las indicaciones que presenta.

b. Colorimetría: Se utilizó el colorímetro marca Hunter Lab modelo ColorQUEST II para medir el color en cada una de las muestras preparadas de café en la sección A preparación de las muestras. Se utilizaron 100mL de extracto de café en la celda y se realizó la lectura de cada muestra.

F. TABULACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

1. **Catación:** Se realizó un diagrama en donde se integraron los puntajes en las 11 características analizadas en cada muestra de café. Posteriormente se compararon las variedades resistentes con las variedades cultivadas localmente.

2. Análisis químico Por cada una de las mediciones de las muestras compuestas de café se realizaron cuatro repeticiones.

G. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

1. Perfil de taza / catación: Para la determinación del perfil de taza se utilizaron 5 repeticiones (5 tazas de café) de cada una de las muestras compuestas. La catación fue realizada por un especialista.

2. Análisis químico: El análisis estadístico se realizó mediante una prueba de "t" para medias de dos muestras pareadas. Esto permitió comparar las variedades resistentes con las variedades susceptibles. El software utilizado fue INFOSAT VERSIÓN 2013.

VII. RESULTADOS

A. PERFIL DE TAZA

Los resultados de la catación de las muestras de café, se presenta en las figuras 5, 6 y 7.

Figura 5. Comparación de las variedades Catimor 5175 con Caturra en Finca Santa Isabel.

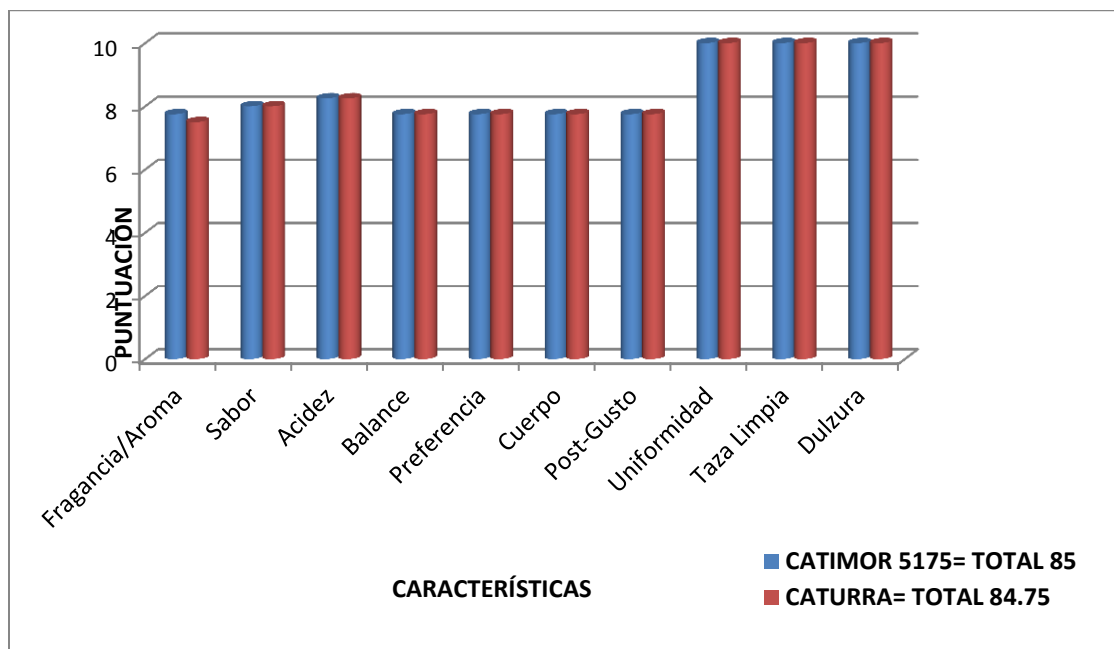


Figura 6. Comparación de las variedades Costa Rica 95 con Catuaí 2144 (Susceptible) en Finca Pachilha.

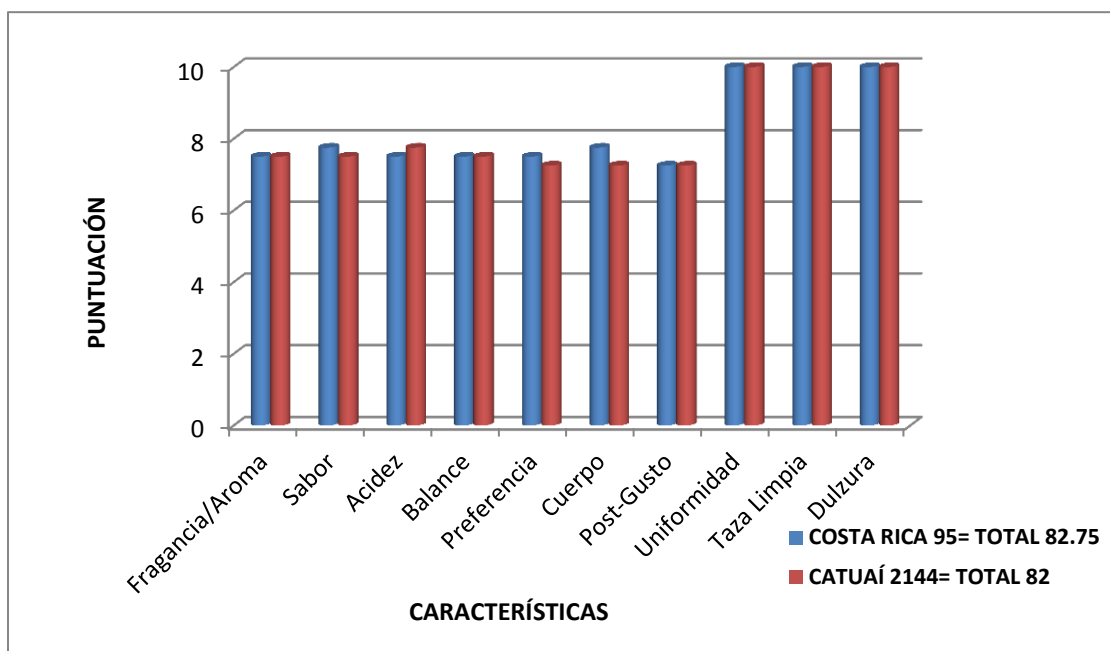
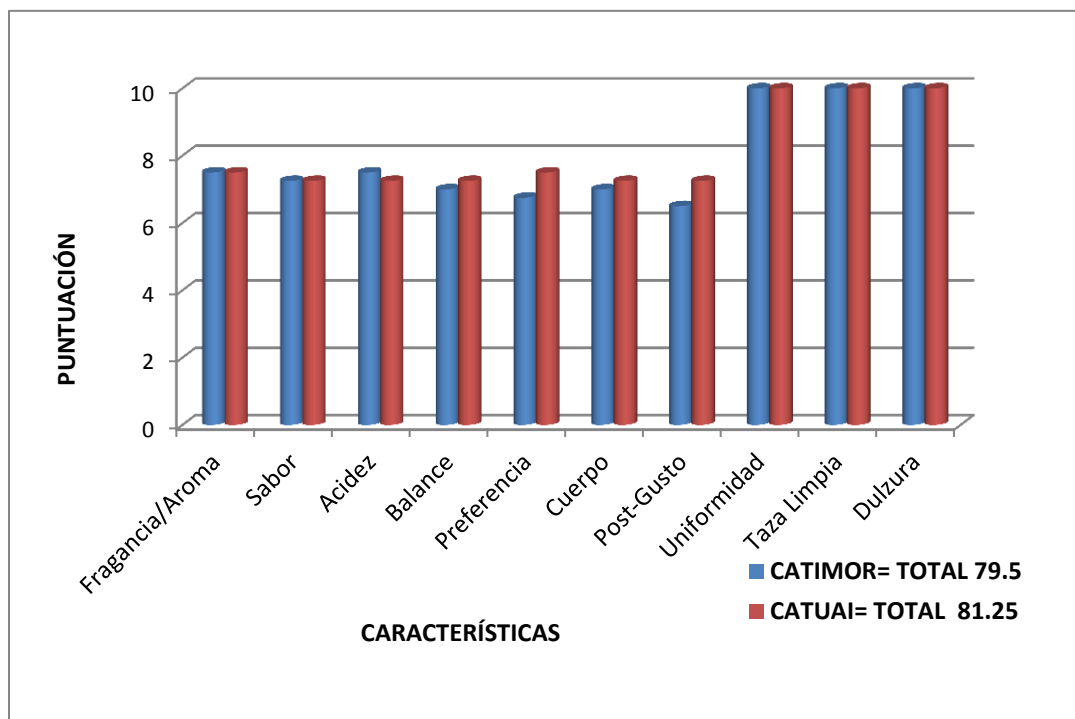


Figura 7. Comparación de las variedades Catimor con Catuaí en Finca Sepanahu.



B. ANÁLISIS QUÍMICO

Cuadro 8. Resumen de las características químicas de las variedades de café resistentes y susceptibles a la roya.

Atributo	Finca Santa Isabel (1,300 msnm)				Finca Finca Pachilha (950 msnm)				Finca Sepanahu (900 msnm)				Resumen			
	Catimor 5175		Caturra		Costa Rica 95		Catuaí 2144		Catimor		Catuaí		Resistente		Susceptible	
	\bar{x}	\pm SD	\bar{x}	\pm SD	\bar{x}	\pm SD	\bar{x}	\pm SD	\bar{x}	\pm SD	\bar{x}	\pm SD	\bar{x}	\pm SD	\bar{x}	\pm SD
Cafeína	1.39 ^{N.S}	0.04	1.38 ^{N.S}	0.05	1.34 ^{N.S}	0.1	1.29 ^{N.S}	0.09	1.75 ^{N.S}	0.04	1.68 ^{N.S}	0.1	1.49 ^{N.S}	0.2	1.45 ^{N.S}	0.19
Ácidos Clorogénicos	1.02 ^{N.S}	0.08	0.92 ^{N.S}	0.26	0.88 ^{N.S}	0.4	1.13 ^{N.S}	0.7	1.57*	0.15	1.02*	0.23	1.16 ^{N.S}	0.38	1.02 ^{N.S}	0.42
Capacidad Antioxidante	55.08*	2.08	79.6*	5.65	65.41*	5.05	88.26*	7.62	54.15**	1.96	102.47**	3.44	58.21**	6.13	90.11**	11.17
Contenido de Polifenoles	43.02 ^{N.S}	4.1	38.64 ^{N.S}	0.18	38.38 ^{N.S}	0.66	38.23 ^{N.S}	1.35	41.2 ^{N.S}	1.55	41.42 ^{N.S}	0.62	40.87 ^{N.S}	3.06	39.26 ^{N.S}	1.67
Ph	5.85 ^{N.S}	0.03	5.84 ^{N.S}	0.03	5.77 ^{N.S}	0.02	5.75 ^{N.S}	0.02	5.74 ^{N.S}	0.03	5.75 ^{N.S}	0.01	5.79 ^{N.S}	0.06	5.78 ^{N.S}	0.05

*Significativo= $p < 0.05$ **Altamente Significativo= $p < 0.01$

DETERMINACIÓN DE COLORIMETRÍA

Cuadro 9. Resultado de colorimetría para las 6 variedades de café *

No	Variedad	Valor L* ($\bar{x} \pm$ desviación estándar)	Valor a* ($\bar{x} \pm$ desviación estándar)	Valor b* ($\bar{x} \pm$ desviación estándar)
1	Catimor 5175	32.33 \pm 0.18	5.89 \pm 0.08	36.15 \pm 0.07
2	Caturra	31.42 \pm 0.08	5.55 \pm 0.03	37.24 \pm 0.03
3	Costa Rica 95	30.45 \pm 0.03	5.56 \pm 0.03	35.15 \pm 0.02
4	Catuaí 2144	32.24 \pm 0.04	5.35 \pm 0.04	38.14 \pm 0.12
5	Catimor	30.19 \pm 0.05	6.21 \pm 0.07	37.79 \pm 0.09
6	Catuaí	29.21 \pm 0.12	5.42 \pm 0.10	37.95 \pm 0.68

VIII. DISCUSIÓN

En la Figura 5 podemos comparar las variedades Catimor 5175 (Resistente a la roya) con la Caturra (Susceptible), en donde se observa que la variedad resistente presenta un punteo total de 85 en comparación con el de la variedad susceptible con punteo total de 84.75, se puede decir que son iguales respecto al perfil de taza.

En la Figura 6, se puede observar que tanto el perfil de taza de la variedad resistente a la roya (Costa Rica 95) en comparación en el de la variedad susceptible (Catuaí 2144), tienen una puntuación que los ubica en el rango de excelente, esto significa que son iguales respecto a sus características organolépticas. Esto quiere decir que el productor al sustituir la variedad resistente por la susceptible no afectara el perfil de taza.

Al comparar la variedad Catimor (Resistente) con la variedad Catuaí (Susceptible) (Figura 7), se observa que esta última presenta una puntuación mayor, por una diferencia de 1.75; ubicándose la Variedad Catuaí dentro del rango de Muy Bueno y la Variedad Catimor pertenece al rango de calificación de “Por debajo de la Calidad Especial”, es decir, no se le considera especial.

Los atributos que incidieron en la evaluación de la calidad de taza en la variedad resistente son preferencia, cuerpo y postgusto. Es importante mencionar que los factores que determinan la calidad son: la variedad, el microclima, el manejo agronómico y el beneficiado del café. En el presente estudio se compararon las variedades resistentes con las susceptibles, estando ubicadas en el mismo microclima, bajo el mismo manejo agronómico y con un riguroso beneficiado del café, tanto húmedo como seco, así también el proceso de tostado y molido del café fue homogéneo para todas las muestras; esto permitió evaluar específicamente el perfil de taza en relación con las variedades estudiadas, es decir enfocándonos específicamente en las características del grano en función de la genética.

En el estudio realizado por Puerta G. (1998), en donde evaluó la calidad de la bebida de las variedades de café (*Coffea arabica*) sembradas en Colombia: Típica, Caturra, Borbón y Colombia de fruto rojo y amarillo, analizando los atributos sensoriales: intensidad del aroma del café molido, aroma, acidez, amargor, cuerpo e impresión global, bajo las mismas condiciones de beneficiado húmedo, tostación y molienda, se encontró que la calidad de las variedades cultivadas en Colombia es muy homogénea; la bebida presenta cuerpo y amargor suave, aroma y acidez pronunciadas para grados medios de tostación. La intensidad de las características depende del punto de tostación. Se comprobó que la variedad Colombia se destaca por su alta acidez.” (Puerta G, 1998).

En el estudio realizado por Alvarado G. (2005), sobre Castillo nueva variedad de café con resistencia a la roya, en el aspecto de calidad de taza, se realizaron numerosas pruebas por parte del panel de investigación de Centro Nacional de Investigaciones de Café –CENICAFE-, mencionadas pruebas fueron doblemente ciegas, descriptivas, cuantitativas y sensoriales, sobre muestras de café maduro en comparación con los testigos comerciales Típica, Caturra, Borbón, y Colombia. De los resultados, se destaca que la calidad de la variedad Castillo y la de las otras variedades cultivadas en el país son muy homogéneas. La bebida presenta cuerpo y amargor suave, y aroma y acidez pronunciadas para grados medios de tostación, cuando las muestras se procesaron bajo similares y óptimas condiciones durante el beneficio, la torrefacción y la preparación de la bebida. No se detectaron diferencias significativas en la calidad de la bebida.

Las investigaciones anteriormente citadas, nos indican que no existen diferencias significativas entre la calidad de taza de variedades resistentes y susceptibles, situación que se pudo observar en la presente investigación, esto nos indica que se puede recomendar a los productores que

realicen la sustitución de las variedades susceptibles por las resistentes sin que esto afecte el perfil de taza.

Se puede observar en el Cuadro 8, que el único compuesto químico en donde se determinó diferencia altamente significativa entre variedades resistentes y susceptibles, fue la capacidad antioxidante, presentando una mejor capacidad antioxidante las variedades resistentes a la roya del café, es decir que al consumir café, proveniente de variedades resistentes con alta actividad antioxidante, se logra aumentar la defensa antioxidante del organismo, contra el “estrés oxidativo”, responsable de diferentes tipos de daño celular.

La capacidad antioxidante se midió utilizando el IC 50, el cual representa la cantidad de bebida, que reduce la absorbancia de la solución de DPPH (radical libre) en un 50%, así un menor valor de IC 50, indica mayor actividad antioxidante, porque se requiere menos cantidad de la bebida para disminuir en un 50% la absorbancia de la solución de DPPH.

Con respecto a los demás compuestos (cafeína, ácidos clorogénicos, polifenoles, pH y color), no se encontraron diferencias entre las variedades resistentes y susceptibles; lo cual significa que al realizarse un reemplazo de las variedades susceptibles por las resistentes las características químicas no se verán afectadas.

De acuerdo con Puerta (2011) una de las etapas que es de mucha importancia en todo el proceso que lleva el café, es el Tostado, ya que los granos se tuestan a una temperatura entre 210°C – 230°C; donde se generan diversas reacciones entre los componentes del café, conduciendo a profundos cambios en la composición química del café como: se carameliza la sacarosa, se degradan aminoácidos, disminución de agua, reacción de Maillard entre los azúcares reductores y aminoácidos, formación de melanoidinas (compuestos con actividad antioxidante), muchas de las cuales se deben a la reacción de Maillard, se despolimerizan carbohidratos y proteínas, se oxidan lípidos y ácidos fenólicos, reaccionan y se forman ácidos, se genera el color, se generan los compuestos volátiles por ende el aroma que se va a percibir al beberlo. Durante el tostado van cambiando los compuestos químicos pero también va cambiando su concentración. El proceso de tostado que se realizó en la presente investigación fue el mismo para todas las muestras, siendo un tostado medio, equivalente a 63 en escala agtron (medición del tostado relacionado al color), lográndose entre los 8 y 12 minutos, dependiendo de la composición de los granos de café de cada una de las muestras, el molido utilizado para todas las muestras fue medio, con esto se logró conservar y destacar las cualidades dadas por la genética de la planta así como los componentes químicos naturales del grano.

Al comparar las variedades resistentes con las variedades susceptibles en el atributo color, no se encontró diferencia alguna. Se utilizó el sistema CIE (Comisión Internacional en Iluminación) ($L^*a^*b^*$), en donde L define la claridad, a^* denota el valor de rojo/verde y b^* el valor de color amarillo/azul; el valor L, se encuentra en un rango de 29.21 a 32.33, indicando que las muestras son oscuras; y los valores para a^* van de 5.35 a 6.21 y para b^* de 35.15 a 38.14; esto quiere decir que las muestras presentaron en su mayoría tonalidades de color amarillo/azul ; no hubo mucha variación entre las muestras, debido a que el tostado utilizado para las muestras fue medio (63 en escala Agtron), molido medio y la cantidad de agua por gramos de café, para preparar la solución, fue igual para todas las muestras.

IX. CONCLUSIONES

1. Excepto por la variedad Catimor a 900 msnm, en general el perfil de taza fue similar al comparar las tres variedades resistentes con las tres variedades susceptibles.
2. El perfil de taza varió principalmente en función de la altura del sitio.
3. El único atributo químico diferente entre variedades resistentes y susceptibles, independientemente de la altitud del sitio, fue la capacidad antioxidante, la cual fue significativamente mayor en las variedades resistentes (Catimor 5175, Costa Rica 95 y Catimor) en comparación con las variedades susceptibles (Caturra, Catuai 2144 y Catuai).
4. A nivel global el perfil y calidad de taza de café no se vieron afectados con la introducción de variedades de café resistentes a la roya.

X. RECOMENDACIONES

1. Como una medida para combatir la roya del café sin afectar la calidad de taza que se obtenga; se recomienda la sustitución de Caturra (susceptible) por Catimor 5175 (resistente); o Catuaí 2144 (susceptible) por Costa rica 95 (resistente), debido a que según el presente estudio, la calidad de taza es similar en las variedades mencionadas.
2. Realizar este estudio en otras regiones cafetaleras de Guatemala.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado G., *et al.* 2005. Castillo nueva variedad de café con resistencia a la roya. Centro Nacional de Investigaciones de Café –CENICAFÉ-. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Colombia. P 1- 8.

Asociación Nacional del Café. 2013. La roya del Café es una enfermedad temible pero puede controlarse. http://www.anacafe.org/glifos/index.php/Recomendaciones_Control_Roya.

Asociación Nacional del Café –ANACAFE-. 2014 (1). Manejo integrado de la roya del cafeto. http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Manejo_de_Roya.

Asociación Nacional del Café –ANACAFE-. 2014 (2) *Guía Técnica de Caficultura*. Segunda Edición. Guatemala. P. 22-28

Bekedam, Koen E., *et al.* 2008. *Incorporation of Chlorogenic Acids in Coffee Brew Melanoidins*. Journal of agricultural and food chemistry. Vol 56. Wageningen University. Wageningen, The Netherlands. P. 2055-2063.

Chemonics International Inc. 2005. *Normas y Estándares de Catación para la región de Centro América*. Evaluación de taza. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnadg946.pdf. P. 27

Farah A., *et al.* 2006. Phenolic compounds in coffee. Brazilian journal of plant physiology. Vol 18. Universidad Federal de Rio de Janeiro. Brasil. P 1-23.

Puerta G. 1998. Calidad en taza de las variedades de Coffea arabica L. cultivadas en Colombia. 265-278

Puerta, G. 2011. *Factores de origen y proceso en la calidad y la química del café*. Centro Nacional de Investigaciones de Café. Colombia. P 5.

Scalbert, A., Johnson, I. y Saltmarsh, M. 2012. “Polyphenols: antioxidants and beyond”. The American Journal of Clinical Nutrition. 215-217p.

Specialty Coffee Association of America (SCAA) 2009. *SCAA Protocols - Cupping Specialty Coffee*. P 1-7

Puerta G. 1998. Calidad en taza de las variedades de Coffea arabica L. cultivadas en Colombia. 265-278

XII. ANEXOS

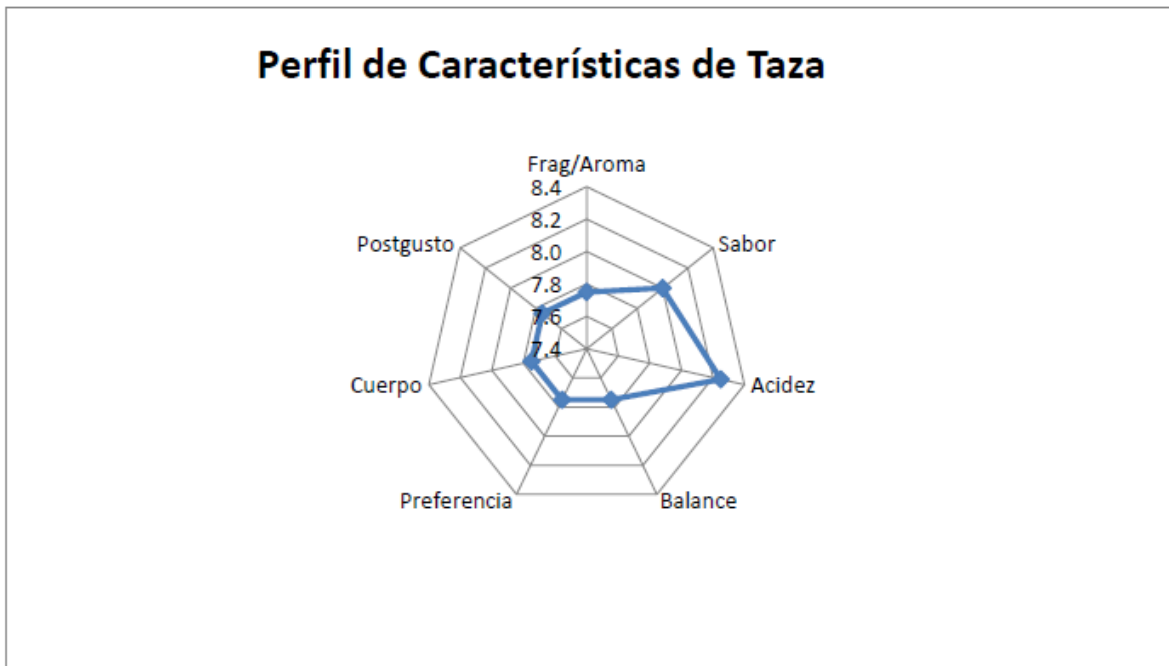
PERFIL DE TAZA

Fecha: 24 de marzo de 2014
 Emitido a: Leslie Marroquín
 Finca: Santa Isabel
 Referencia: Catimor 5175
 Jurisdicción: San Cristóbal, Alta Verapaz

Figura 8. Perfil de taza Catimor 5175

Frag/Aroma	7.75	Uniformidad	10.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Quality scale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.00</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>7.00</td> <td>Muy bueno</td> </tr> <tr> <td>8.00</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>9.00</td> <td>Sobresaliente</td> </tr> </tbody> </table>	Quality scale		6.00	Bueno	7.00	Muy bueno	8.00	Excelente	9.00	Sobresaliente
Quality scale														
6.00	Bueno													
7.00	Muy bueno													
8.00	Excelente													
9.00	Sobresaliente													
Sabor	8.00	Taza limpia	10.00											
Acidez	8.25	Dulzura	10.00											
Balance	7.75	Defectos												
Preferencia	7.75	PUNTEO	85.00											
Cuerpo	7.75													
Postgusto	7.75													

Formulario: SCAA Junio 2008



Comentarios

Aroma, Intenso, caramelo, afrutado, Sabor, Citrico naranja, complejo, manzana, azucar, Postgusto Prolongado, Acidez Brillante citrica naranja, dulce, manzana verde, Cuerpo Completo, cremoso, consistente

PERFIL DE TAZA

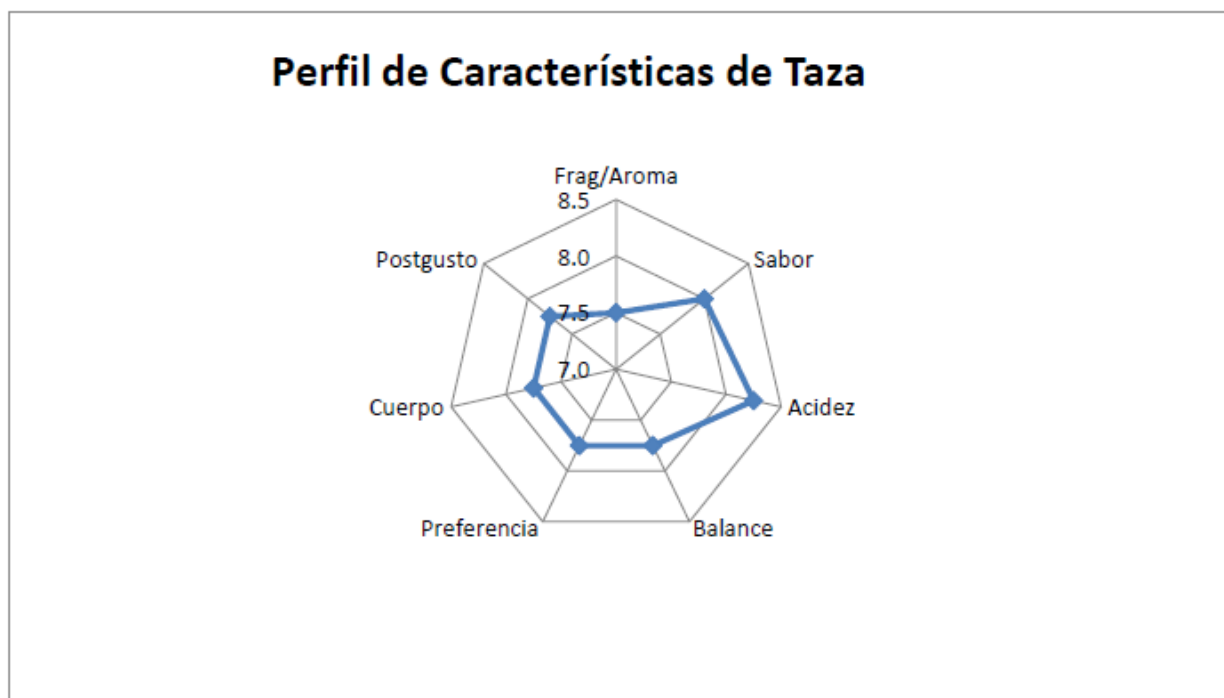
Fecha: 24 de marzo de 2014
 Emitido a: Leslie Marroquín
 Finca: Santa Isabel
 Referencia: Caturra
 Jurisdicción: San Cristóbal, Alta Verapaz

Figura 9. Perfil de taza Caturra

Frag/Aroma	7.50	Uniformidad	10.00
Sabor	8.00	Taza limpia	10.00
Acidez	8.25	Dulzura	10.00
Balance	7.75	Defectos	
Preferencia	7.75	PUNTEO	84.75
Cuerpo	7.75		
Postgusto	7.75		

Quality scale	
6.00	Bueno
7.00	Muy bueno
8.00	Excelente
9.00	Sobresaliente

Formulario: SCAA Junio 2008



Comentarios

Aroma, Intenso, chocolate, Sabor, Citrico Toronja, bayas, frutas secas, miel, Postgusto Prolongado, Acidez Brillante, aguda, naranja, Cuerpo Completo, consistente.

PERFIL DE TAZA

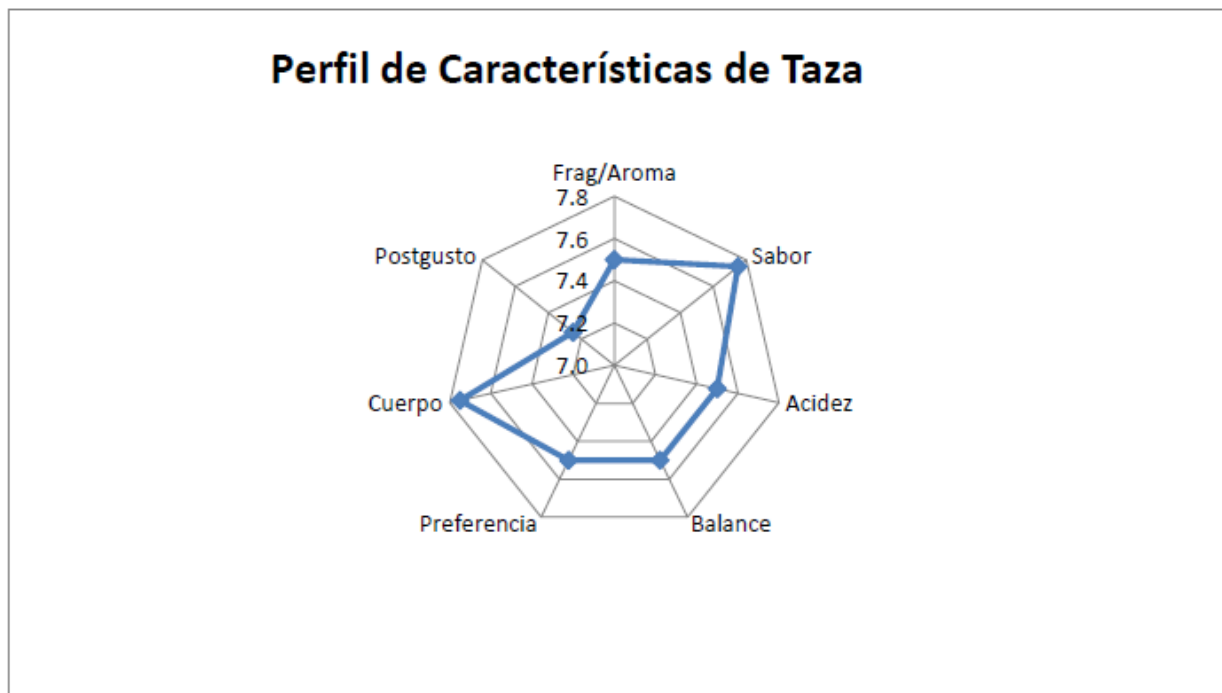
Fecha: 24 de marzo de 2014
 Emitido a: Leslie Marroquín
 Finca: Pachilha
 Referencia: Costa Rica 95
 Jurisdicción: Tukurú, Alta Verapaz

Figura 10. Perfil de taza Costa Rica 95

Frag/Aroma	7.50	Uniformidad	10.00
Sabor	7.75	Taza limpia	10.00
Acidez	7.50	Dulzura	10.00
Balance	7.50	Defectos	
Preferencia	7.50	PUNTEO	82.75
Cuerpo	7.75		
Postgusto	7.25		

Quality scale	
6.00	Bueno
7.00	Muy bueno
8.00	Excelente
9.00	Sobresaliente

Formulario: SCAA Junio 2008



Comentarios

Aroma, Intenso, caramelo, Sabor, Chocolate negro, amargo, frutas secas, chocolate, caramelo, Postgusto Medio, Acidez Seca, manzana verde, Cuerpo Redondo, pesado, arenoso.

PERFIL DE TAZA

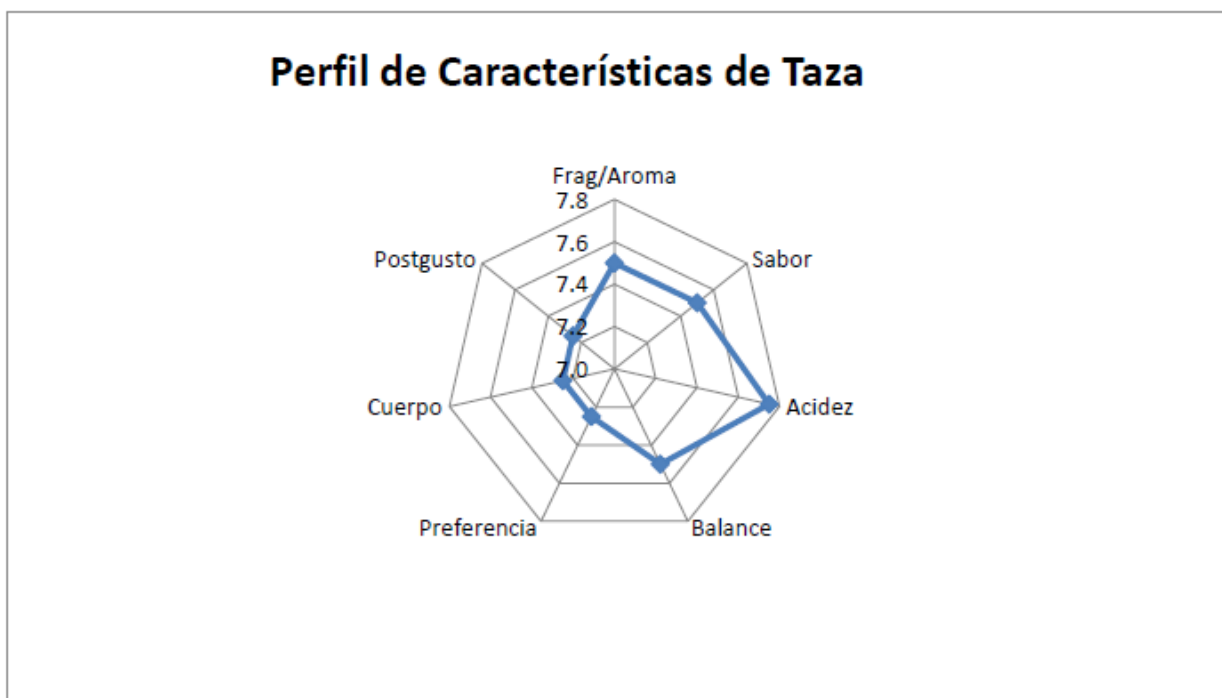
Fecha: 24 de marzo de 2014
 Emitido a: Leslie Marroquín
 Finca: Pachilha
 Referencia: Catuaí 2144
 Jurisdicción: Tukurú, Alta Verapaz

Figura 11. Perfil de taza Catuaí 2144

Frag/Aroma	7.50	Uniformidad	10.00
Sabor	7.50	Taza limpia	10.00
Acidez	7.75	Dulzura	10.00
Balance	7.50	Defectos	
Preferencia	7.25	PUNTEO	82.00
Cuerpo	7.25		
Postgusto	7.25		

Quality scale	
6.00	Bueno
7.00	Muy bueno
8.00	Excelente
9.00	Sobresaliente

Formulario: SCAA Junio 2008



Comentarios

Aroma, Intenso, chocolate, afrutado, Sabor Toronja, azucar, amargo, Postgusto Prolongado, Acidez Seca, Cuerpo medio, arenoso.

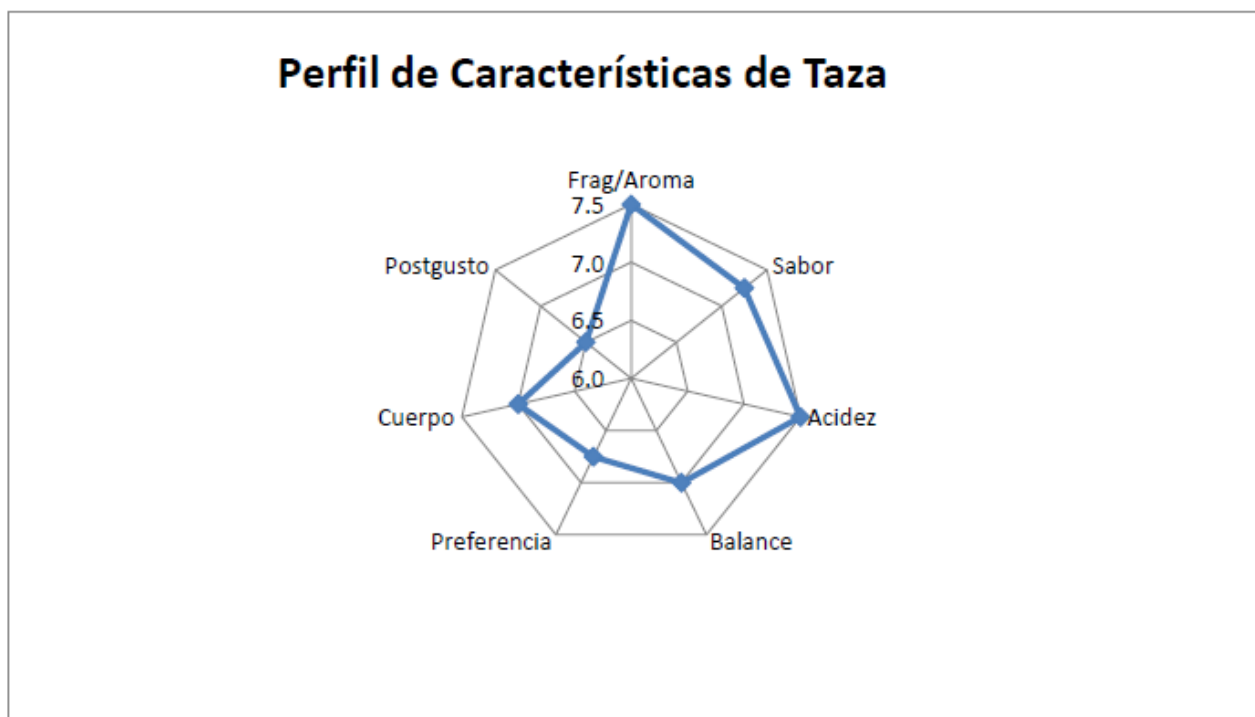
PERFIL DE TAZA

Fecha: 24 de marzo de 2014
 Emitido a: Leslie Marroquín
 Finca: Sepanahú
 Referencia: Catimor
 Jurisdicción: Alta Verapaz

Figura 12. Perfil de taza Catimor

Frag/Aroma	7.50	Uniformidad	10.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Quality scale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.00</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>7.00</td> <td>Muy bueno</td> </tr> <tr> <td>8.00</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>9.00</td> <td>Sobresaliente</td> </tr> </tbody> </table>	Quality scale		6.00	Bueno	7.00	Muy bueno	8.00	Excelente	9.00	Sobresaliente
Quality scale														
6.00	Bueno													
7.00	Muy bueno													
8.00	Excelente													
9.00	Sobresaliente													
Sabor	7.25	Taza limpia	10.00											
Acidez	7.50	Dulzura	10.00											
Balance	7.00	Defectos												
Preferencia	6.75	PUNTEO	79.50											
Cuerpo	7.00													
Postgusto	6.50													

Formulario: SCAA Junio 2008



Comentarios

Aroma, Intenso, chocolate, Sabor Liegero Herbaceo, vegetales, amargo, Postgusto Medio, Ordinario, Acidez Aguda, seca, Cuerpo Medio, arenoso.

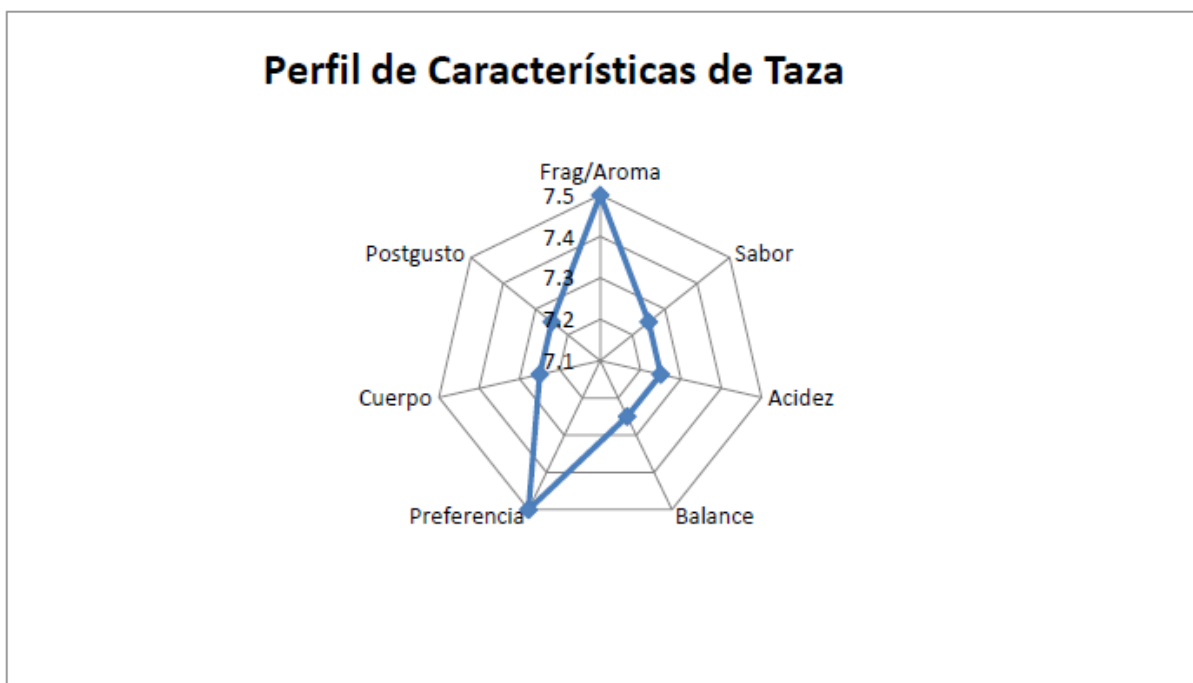
PERFIL DE TAZA

Fecha: 24 de marzo de 2014
 Emitido a: Leslie Marroquín
 Finca: Sepanahú
 Referencia: Catuaí
 Jurisdicción: Alta Verapaz

Figura 13. Perfil de taza Catuaí

Frag/Aroma	7.50	Uniformidad	10.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Quality scale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.00</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>7.00</td> <td>Muy bueno</td> </tr> <tr> <td>8.00</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>9.00</td> <td>Sobresaliente</td> </tr> </tbody> </table>	Quality scale		6.00	Bueno	7.00	Muy bueno	8.00	Excelente	9.00	Sobresaliente
Quality scale														
6.00	Bueno													
7.00	Muy bueno													
8.00	Excelente													
9.00	Sobresaliente													
Sabor	7.25	Taza limpia	10.00											
Acidez	7.25	Dulzura	10.00											
Balance	7.25	Defectos												
Preferencia	7.50	PUNTEO	81.25											
Cuerpo	7.25													
Postgusto	7.25													

Formulario: SCAA Junio 2008



Comentarios

Aroma, Moderado, chocolate, Sabor Chocolate amargo, dulce, Postgusto medio, Acidez Citrica, seca, Cuerpo completo, consistente.

Cuadro 10. Prueba “t” para medias de datos de cafeína de las variedades de café Catimor 5175 y Caturra.

	Catimor 5175	Caturra
Media	1.3895	1.38375
Varianza	0.001485667	0.002672917
Observaciones	4	4
Coeficiente de correlación de Pearson	0.216869195	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	3	
Estadístico t	0.20036394	
P(T<=t) una cola	0.427004901	
Valor crítico de t (una cola)	2.353363435	
P(T<=t) dos colas	0.854009802	
Valor crítico de t (dos colas)	3.182446305	

Cuadro 11. Prueba “t” para medias de datos de cafeína de dos variedades de café Costa Rica 95 y Caturra 2144

	Costa Rica 95	Caturra 2144
Media	1.33525	1.28875
Varianza	0.010626917	0.008962917
Observaciones	4	4
Coeficiente de correlación de Pearson	-0.474946669	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	3	
Estadístico t	0.547434643	
P(T<=t) una cola	0.311088693	
Valor crítico de t (una cola)	2.353363435	
P(T<=t) dos colas	0.622177386	
Valor crítico de t (dos colas)	3.182446305	

Cuadro 12. Prueba “t” para medias de datos de cafeína de dos variedades de café Catimor y Catuaí

	<i>Catimor</i>	<i>Catuaí</i>
Media	1.75	1.6755
Varianza	0.00174667	0.01116967
Observaciones	4	4
Coefficiente de correlación de Pearson	-	
Diferencia hipotética de las medias	0.75179626	
Grados de libertad	0	
Estadístico t	3	
P(T<=t) una cola	1.06543694	
Valor crítico de t (una cola)	0.18240973	
P(T<=t) dos colas	2.35336343	
Valor crítico de t (dos colas)	0.36481945	
	3.18244631	

Cuadro 13. Prueba “t” para medias de datos de cafeína comparando las variedades resistentes con las susceptibles.

	<i>Resistente</i>	<i>Susceptible</i>
Media	1.49158333	1.449333333
Varianza	0.0407399	0.035761333
Observaciones	12	12
Coefficiente de correlación de Pearson	0.80599189	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	1.19610467	
P(T<=t) una cola	0.12840094	
Valor crítico de t (una cola)	1.79588482	
P(T<=t) dos colas	0.25680187	
Valor crítico de t (dos colas)	2.20098516	

Cuadro 14. Prueba “t” para medias de datos de ácidos clorogénicos comparando las variedades Catimor 5175 (Resistente) con la Caturra (Susceptible).

	<i>Catimor 5175</i>	<i>Caturra</i>
Media	1.02475	0.9175
Varianza	0.006282917	0.07274567
Observaciones	4	4
Coeficiente de correlación de Pearson	0.463238335	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	3	
Estadístico t	0.881428907	
P(T<=t) una cola	0.221494753	
Valor crítico de t (una cola)	2.353363435	
P(T<=t) dos colas	0.442989506	
Valor crítico de t (dos colas)	3.182446305	

Cuadro 15. Prueba “t” para medias de datos de ácidos clorogénicos comparando las variedades Costa Rica 95 (Resistente) con la Caturra 2144 (Susceptible).

	<i>Costa Rica 95</i>	<i>Caturra 2144</i>
Media	0.88025	1.12925
Varianza	0.164448917	0.49915358
Observaciones	4	4
Coeficiente de correlación de Pearson	-0.188476177	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	3	
Estadístico t	-0.566934463	
P(T<=t) una cola	0.305202782	
Valor crítico de t (una cola)	2.353363435	
P(T<=t) dos colas	0.610405564	
Valor crítico de t (dos colas)	3.182446305	

Cuadro 16. Prueba “t” para medias de datos de ácidos clorogénicos comparando las variedades Catimor (Resistente) con la Catuaí (Susceptible).

	<i>Catimor</i>	<i>Catuaí</i>
Media	1.57	1.02075
Varianza	0.023404	0.05253758
Observaciones	4	4
Coeficiente de correlación de Pearson	0.64968883	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	3	
Estadístico t	6.30258462	
P(T<=t) una cola	0.00403517	
Valor crítico de t (una cola)	2.35336343	
P(T<=t) dos colas	0.00807034	
Valor crítico de t (dos colas)	3.18244631	

Cuadro 17. Prueba “t” para medias de datos de ácidos clorogénicos comparando las variedades resistentes con las variedades susceptibles.

	<i>Resistente</i>	<i>Susceptible</i>
Media	1.158333333	1.0225
Varianza	0.149180424	0.178455
Observaciones	12	12
Coeficiente de correlación de Pearson	-0.072131671	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	0.794028216	
P(T<=t) una cola	0.221985732	
Valor crítico de t (una cola)	1.795884819	
P(T<=t) dos colas	0.443971465	
Valor crítico de t (dos colas)	2.20098516	

Cuadro 18. Prueba “t” para medias de datos de capacidad antioxidante comparando las variedades Catimor 5175 (Resistente) con la Caturra (Susceptible).

	<i>Catimor 5175</i>	<i>Caturra</i>
Media	55.0775	79.59775
Varianza	4.348615	31.9818863
Observaciones	4	4
Coeficiente de correlación de Pearson	-0.573340716	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	3	
Estadístico t	-6.945562606	
P(T<=t) una cola	0.003060712	
Valor crítico de t (una cola)	2.353363435	
P(T<=t) dos colas	0.006121425	
Valor crítico de t (dos colas)	3.182446305	

Cuadro 19. Prueba “t” para medias de datos de capacidad antioxidante comparando las variedades Costa Rica 95 (Resistente) con la Catuaí 2144 (Susceptible).

	<i>Costa Rica 95</i>	<i>Catuaí 2144</i>
Media	65.414	88.26375
Varianza	25.54278733	58.1962489
Observaciones	4	4
Coeficiente de correlación de Pearson	-0.847778121	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	3	
Estadístico t	-3.742450811	
P(T<=t) una cola	0.016644216	
Valor crítico de t (una cola)	2.353363435	
P(T<=t) dos colas	0.033288432	
Valor crítico de t (dos colas)	3.182446305	

Cuadro 20. Prueba “t” para medias de datos de capacidad antioxidante comparando las variedades Catimor (Resistente) con Catuaí (Susceptible).

	<i>Catimor</i>	<i>Catuaí</i>
Media	54.1515	102.468
Varianza	3.864237667	11.8846327
Observaciones	4	4
Coeficiente de correlación de Pearson	0.002171329	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	3	
Estadístico t	-24.37288355	
P(T<=t) una cola	7.56997E-05	
Valor crítico de t (una cola)	2.353363435	
P(T<=t) dos colas	0.000151399	
Valor crítico de t (dos colas)	3.182446305	

Cuadro 21. Prueba “t” para medias de datos de capacidad antioxidante comparando las variedades resistentes con las variedades susceptibles.

	<i>Resistente</i>	<i>Susceptible</i>
Media	58.21433333	90.10983333
Varianza	37.63573388	124.7939196
Observaciones	12	12
Coeficiente de correlación de Pearson	-0.318894912	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-7.695554818	
P(T<=t) una cola	4.71407E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1.795884819	
P(T<=t) dos colas	9.42814E-06	
Valor crítico de t (dos colas)	2.20098516	

Cuadro 22. Prueba “t” para medias de datos de contenido de polifenoles comparando las variedades Catimor 5175 (Resistente) con la Caturra (Susceptible).

	<i>Catimor 5175</i>	<i>Caturra</i>
Media	43.02	38.64
Varianza	16.8368	0.03306667
Observaciones	4	4
Coeficiente de correlación de Pearson	0.491055387	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	3	
Estadístico t	2.180679343	
P(T<=t) una cola	0.058637145	
Valor crítico de t (una cola)	2.353363435	
P(T<=t) dos colas	0.117274291	
Valor crítico de t (dos colas)	3.182446305	

Cuadro 23. Prueba “t” para medias de datos de contenido de polifenoles comparando las variedades Costa Rica 95 (Resistente) con la variedad Catuaí 2144 (Susceptible).

	<i>Costa Rica 95</i>	<i>Catuaí 2144</i>
Media	38.38	38.23
Varianza	0.444266667	1.8468
Observaciones	4	4
Coeficiente de correlación de Pearson	-0.365938466	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	3	
Estadístico t	0.174548455	
P(T<=t) una cola	0.436274695	
Valor crítico de t (una cola)	2.353363435	
P(T<=t) dos colas	0.87254939	
Valor crítico de t (dos colas)	3.182446305	

Cuadro 24. Prueba “t” para medias de datos de contenido de polifenoles comparando las variedades Catimor (Resistente) con la variedad Catuaí (Susceptible).

	<i>Catimor</i>	<i>Catuaí</i>
Media	41.2	41.42
Varianza	2.43306667	0.38666667
Observaciones	4	4
Coeficiente de correlación de Pearson	0.56140865	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	3	
	-	
Estadístico t	0.33446137	
P(T<=t) una cola	0.38002476	
Valor crítico de t (una cola)	2.35336343	
P(T<=t) dos colas	0.76004951	
Valor crítico de t (dos colas)	3.18244631	

Cuadro 25. Prueba “t” para medias de datos de contenido de polifenoles comparando las variedades resistentes con las variedades susceptibles.

	<i>Resistente</i>	<i>Susceptible</i>
Media	40.86666667	39.43
Varianza	9.351660606	2.808763636
Observaciones	12	12
Coeficiente de correlación de Pearson	0.168922793	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	1.541085353	
P(T<=t) una cola	0.075777882	
Valor crítico de t (una cola)	1.795884819	
P(T<=t) dos colas	0.151555764	
Valor crítico de t (dos colas)	2.20098516	

Cuadro 26. Prueba “t” para medias de datos de pH comparando las variedades Catimor 5175 (Resistente) con la Caturra (Susceptible).

	<i>Catimor 5175</i>	<i>Caturra</i>
Media	5.85	5.84
Varianza	0.00125	0.00085
Observaciones	5	5
Coeficiente de correlación de Pearson	-0.751860438	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	0.370116605	
P(T<=t) una cola	0.365029889	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.730059779	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

Cuadro 27. Prueba “t” para medias de datos de pH comparando las variedades Costa Rica 95 (Resistente) con la variedad Catuaí 2144 (Susceptible).

	<i>Costa Rica 95</i>	<i>Catuaí 2144</i>
Media	5.77	5.75
Varianza	0.00025	0.00045
Observaciones	5	5
Coeficiente de correlación de Pearson	0.149071198	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	1.825741858	
P(T<=t) una cola	0.070963724	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.141927448	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

Cuadro 28. Prueba “t” para medias de datos de pH comparando las variedades Catimor (Resistente) con Catuaí (Susceptible).

	<i>Catimor</i>	<i>Catuaí</i>
Media	5.7375	5.75
Varianza	0.00096875	0.0002
Observaciones	5	5
Coeficiente de correlación de Pearson	0.11359237	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
	-	
Estadístico t	0.85498196	
P(T<=t) una cola	0.220374	
Valor crítico de t (una cola)	2.13184679	
P(T<=t) dos colas	0.440748	
Valor crítico de t (dos colas)	2.77644511	

Cuadro 29. Prueba “t” para medias de datos de pH comparando las variedades resistentes con las variedades susceptibles.

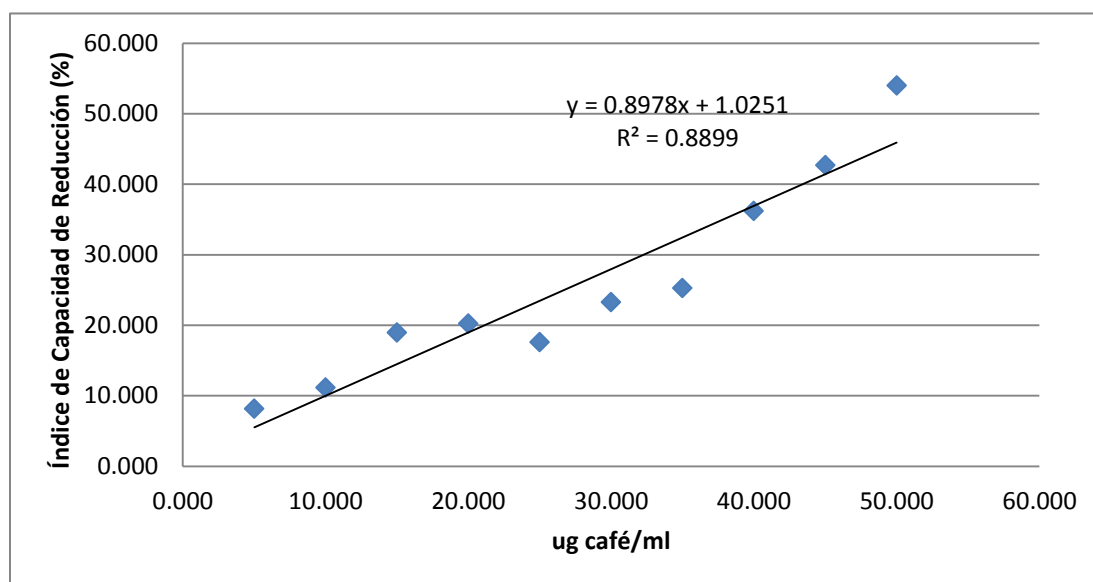
	<i>Resistente</i>	<i>Susceptible</i>
Media	5.785833333	5.78
Varianza	0.003335606	0.002509091
Observaciones	12	12
Coeficiente de correlación de Pearson	0.641050003	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	0.437267143	
P(T<=t) una cola	0.335189161	
Valor crítico de t (una cola)	1.795884819	
P(T<=t) dos colas	0.670378322	
Valor crítico de t (dos colas)	2.20098516	

Determinación de la Capacidad Antioxidante por el método DPPH

Cuadro 30. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor 5175, Repetición 1.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.985	1.824	5.000	8.111	
0.4	1.937	1.722	10.000	11.100	
0.6	1.855	1.504	15.000	18.922	
0.8	1.753	1.399	20.000	20.194	56.878
1	1.712	1.411	25.000	17.582	
1.2	1.684	1.293	30.000	23.219	
1.4	1.602	1.198	35.000	25.218	
1.6	1.562	0.997	40.000	36.172	
1.8	1.416	0.812	45.000	42.655	
2	1.217	0.56	50.000	53.985	

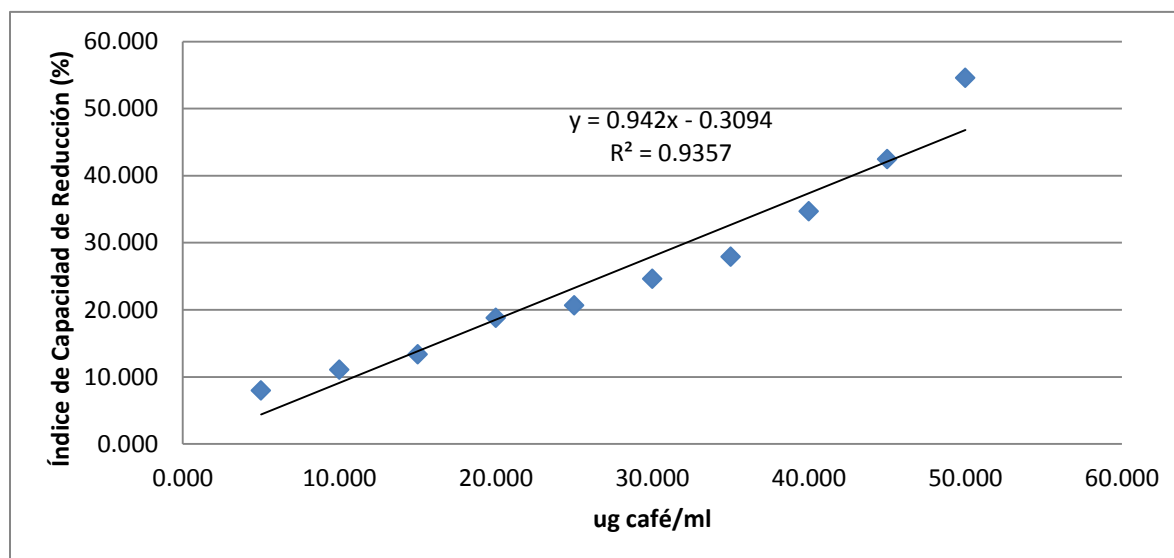
Figura 14. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor 5175, Repetición 1.



Cuadro 31. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor 5175, Repetición 2.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.983	1.825	5.000	7.968	
0.4	1.935	1.721	10.000	11.059	
0.6	1.858	1.61	15.000	13.348	
0.8	1.721	1.398	20.000	18.768	53.407
1	1.774	1.408	25.000	20.631	
1.2	1.712	1.291	30.000	24.591	
1.4	1.649	1.189	35.000	27.896	
1.6	1.511	0.987	40.000	34.679	
1.8	1.414	0.814	45.000	42.433	
2	1.211	0.55	50.000	54.583	

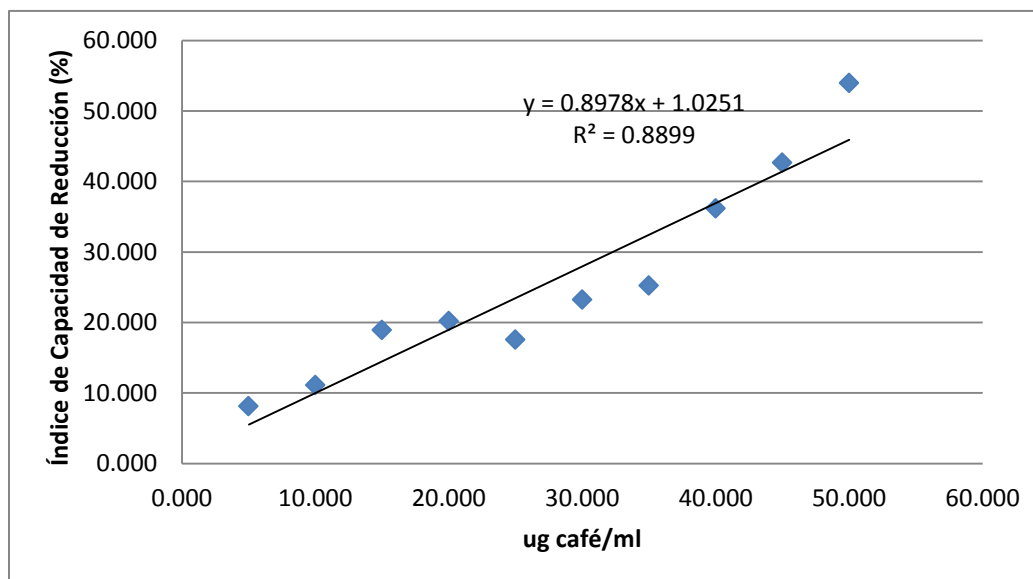
Figura 15. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor 5175, repetición 2.



Cuadro 32. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor 5175, Repetición 3.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.983	1.844	5.000	7.010	
0.4	1.886	1.699	10.000	9.915	
0.6	1.875	1.604	15.000	14.453	
0.8	1.723	1.484	20.000	13.871	56.884
1	1.698	1.351	25.000	20.436	
1.2	1.797	1.299	30.000	27.713	
1.4	1.611	1.171	35.000	27.312	
1.6	1.542	0.966	40.000	37.354	
1.8	1.401	0.833	45.000	40.542	
2	1.212	0.551	50.000	54.538	

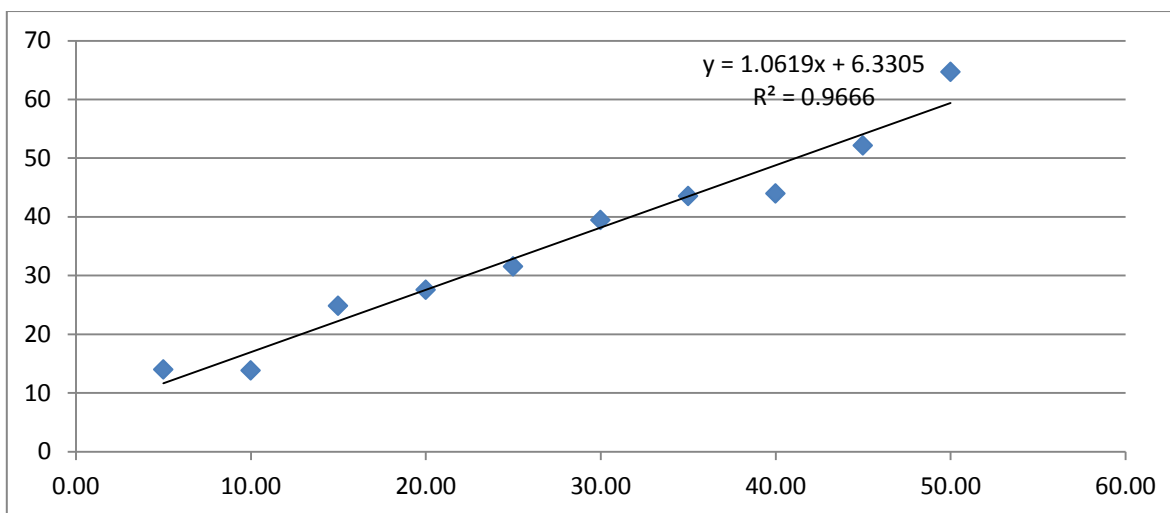
Figura 16. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor 5175, repetición 3.



Cuadro 33. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor 5175, Repetición 4.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.742	1.499	5.00	13.94948335	
0.4	1.515	1.306	10.00	13.79537954	
0.6	1.442	1.084	15.00	24.82662968	
0.8	1.376	0.997	20.00	27.54360465	53.14150943
1	1.284	0.879	25.00	31.54205607	
1.2	1.174	0.711	30.00	39.43781942	
1.4	0.998	0.564	35.00	43.48697395	
1.6	0.812	0.455	40.00	43.96551724	
1.8	0.716	0.343	45.00	52.09497207	
2	0.719	0.254	50.00	64.67315716	

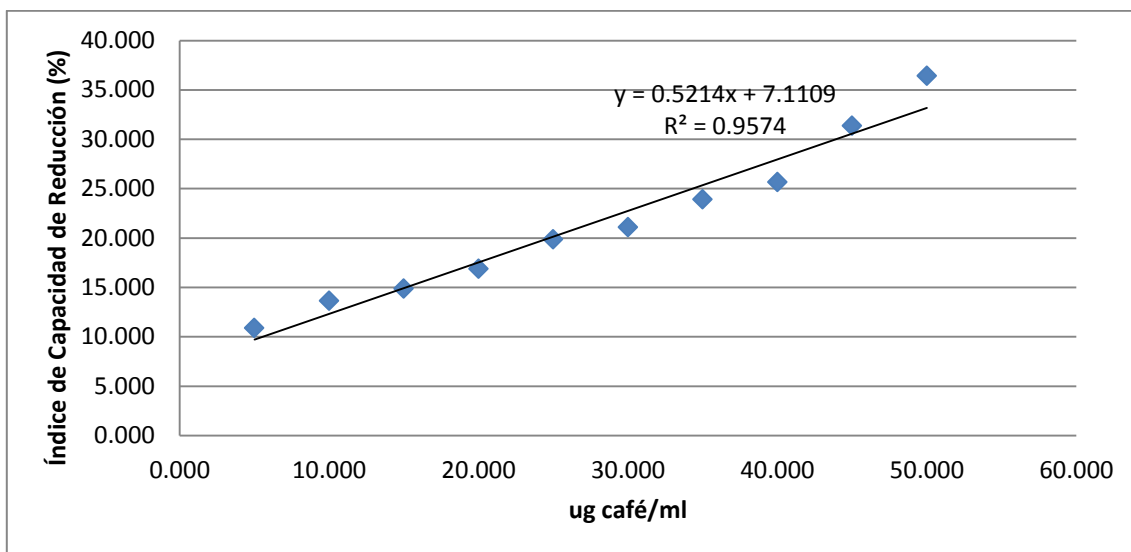
Figura 17. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor 5175, repetición 4.



Cuadro 34. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Caturra, Repetición 1.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.516	1.351	5.000	10.884	
0.4	1.460	1.261	10.000	13.630	
0.6	1.448	1.233	15.000	14.848	
0.8	1.417	1.178	20.000	16.867	82.481
1	1.450	1.162	25.000	19.862	
1.2	1.437	1.134	30.000	21.086	
1.4	1.380	1.050	35.000	23.913	
1.6	1.373	1.021	40.000	25.637	
1.8	1.314	0.902	45.000	31.355	
2	1.233	0.784	50.000	36.415	

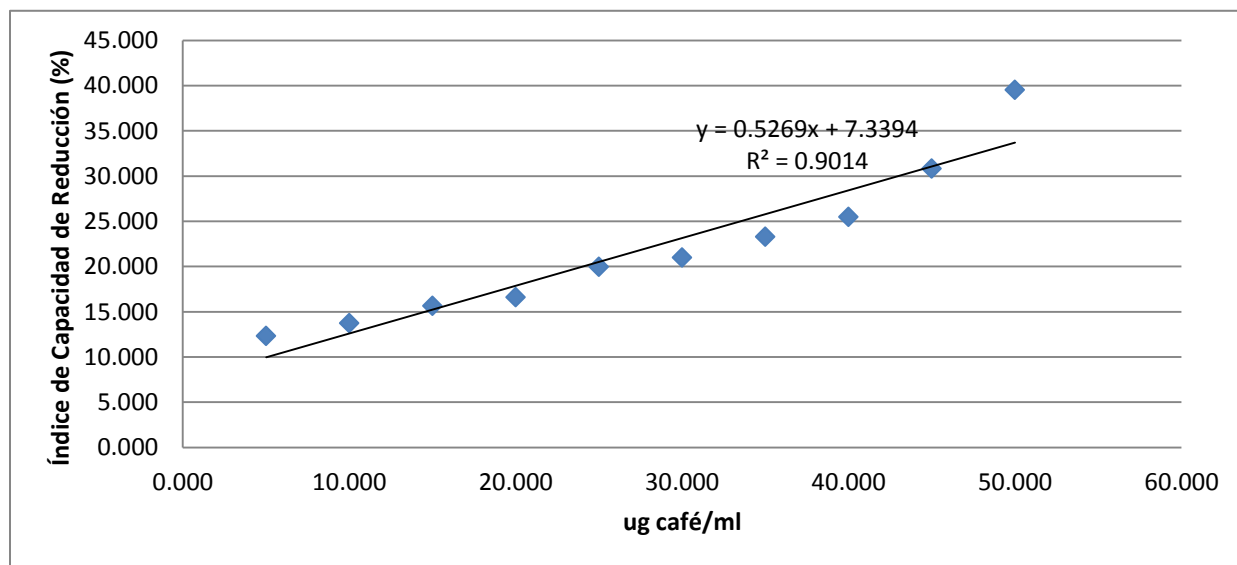
Figura 18. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Caturra, repetición 1.



Cuadro 35. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Caturra, Repetición 2.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.598	1.401	5.000	12.328	
0.4	1.458	1.258	10.000	13.717	
0.6	1.453	1.226	15.000	15.623	
0.8	1.415	1.180	20.000	16.608	82.058
1	1.448	1.159	25.000	19.959	
1.2	1.440	1.138	30.000	20.972	
1.4	1.378	1.057	35.000	23.295	
1.6	1.367	1.019	40.000	25.457	
1.8	1.311	0.907	45.000	30.816	
2	1.308	0.791	50.000	39.526	

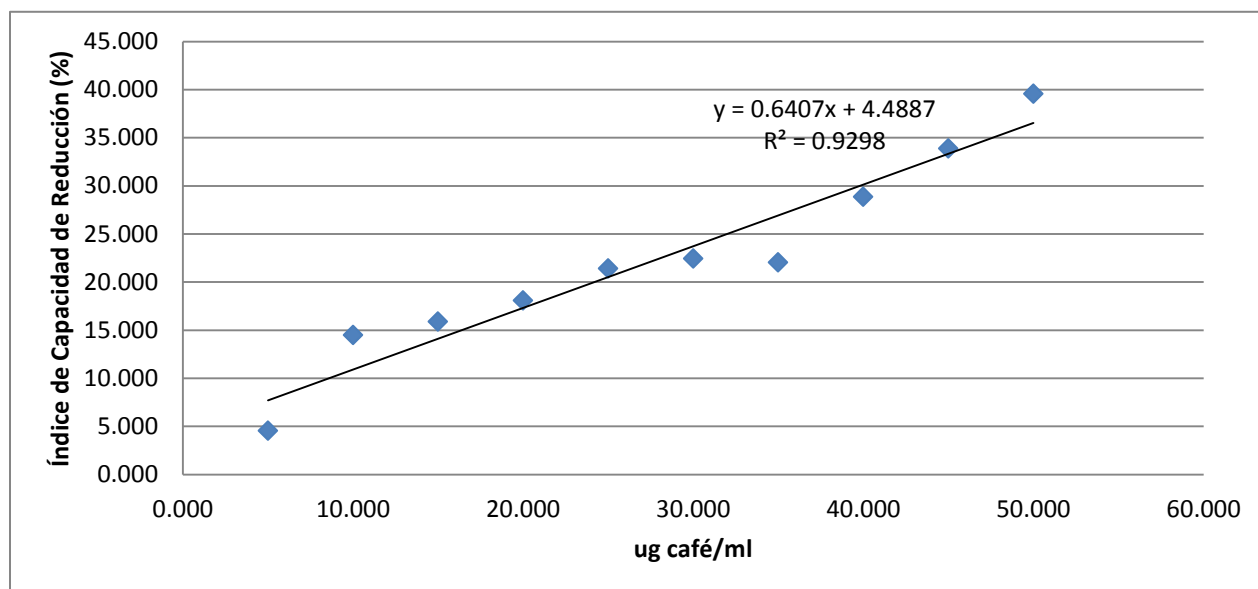
Figura 19. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Caturra, repetición 2.



Cuadro 36. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Caturra, Repetición 3.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.416	1.352	5.000	4.520	
0.4	1.360	1.163	10.000	14.485	
0.6	1.348	1.134	15.000	15.875	
0.8	1.317	1.079	20.000	18.071	71.125
1	1.350	1.061	25.000	21.407	
1.2	1.337	1.037	30.000	22.438	
1.4	1.280	0.998	35.000	22.031	
1.6	1.279	0.910	40.000	28.851	
1.8	1.214	0.803	45.000	33.855	
2	1.133	0.685	50.000	39.541	

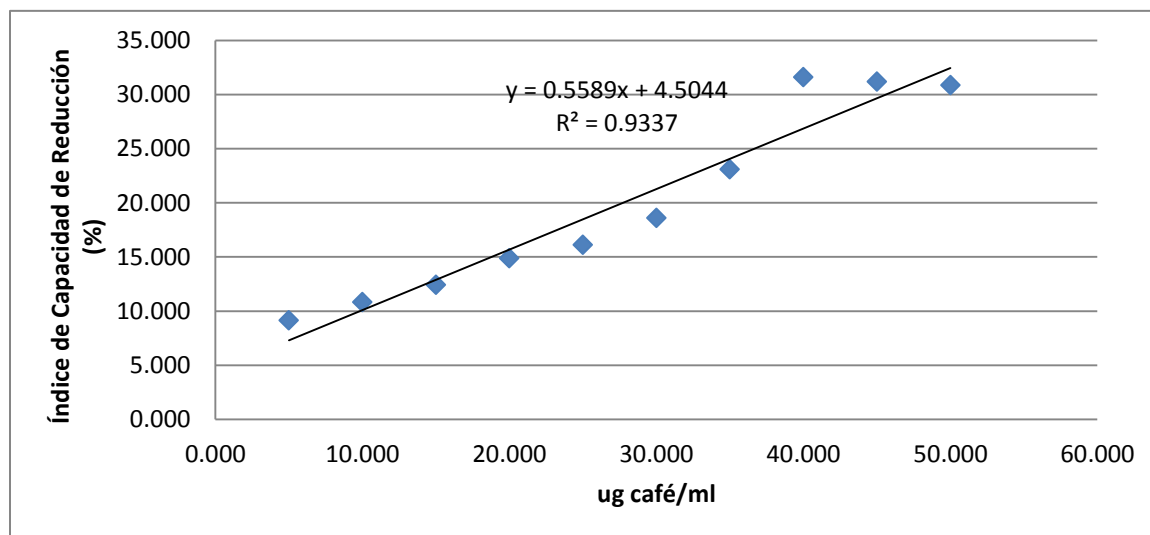
Figura 20. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Caturra, repetición 3.



Cuadro 37. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Caturra, Repetición 4.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.752	1.592	5.000	9.132	
0.4	1.708	1.523	10.000	10.831	
0.6	1.643	1.439	15.000	12.416	
0.8	1.619	1.378	20.000	14.886	82.727
1	1.719	1.442	25.000	16.114	
1.2	1.617	1.316	30.000	18.615	
1.4	1.511	1.162	35.000	23.097	
1.6	1.478	1.011	40.000	31.597	
1.8	1.298	0.893	45.000	31.202	
2	1.141	0.789	50.000	30.850	

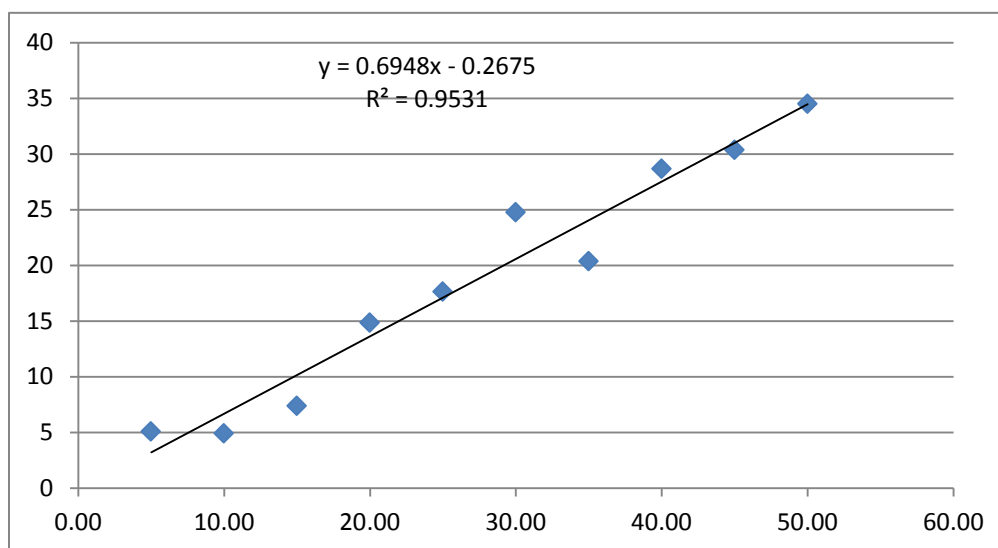
Figura 21. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Caturra, repetición 4.



Cuadro 38. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Costa Rica 95, Repetición 1.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	2.213	2.101	5.00	5.061003	
0.4	2.211	2.103	10.00	4.884668	
0.6	2.183	2.022	15.00	7.375172	
0.8	2.129	1.813	20.00	14.84265	72.22270115
1	2.101	1.731	25.00	17.61066	
1.2	1.991	1.498	30.00	24.76143	
1.4	1.523	1.213	35.00	20.35456	
1.6	1.671	1.192	40.00	28.66547	
1.8	1.631	1.136	45.00	30.34948	
2	1.682	1.102	50.00	34.48276	

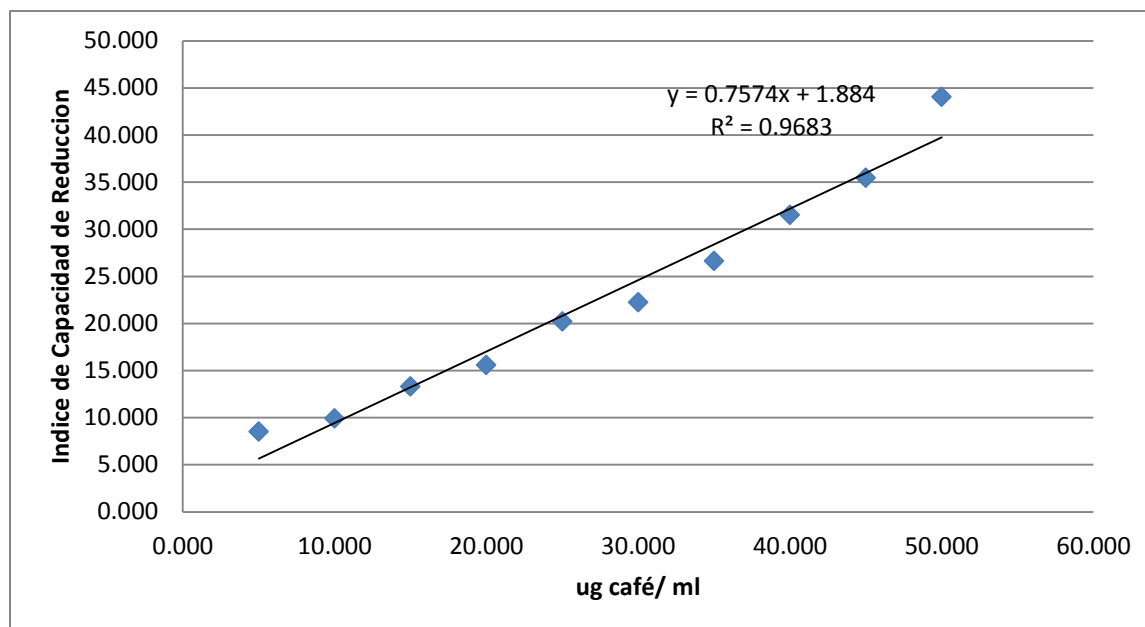
Figura 22. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Costa Rica 95, repetición 1.



Cuadro 39. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Costa Rica 95, Repetición 2.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.389	1.271	5.000	8.495	
0.4	1.388	1.251	10.000	9.870	
0.6	1.325	1.149	15.000	13.283	
0.8	1.266	1.069	20.000	15.561	63.561
1	1.309	1.045	25.000	20.168	
1.2	1.261	0.981	30.000	22.205	
1.4	1.210	0.888	35.000	26.612	
1.6	1.121	0.768	40.000	31.490	
1.8	1.101	0.711	45.000	35.422	
2	0.988	0.553	50.000	44.028	

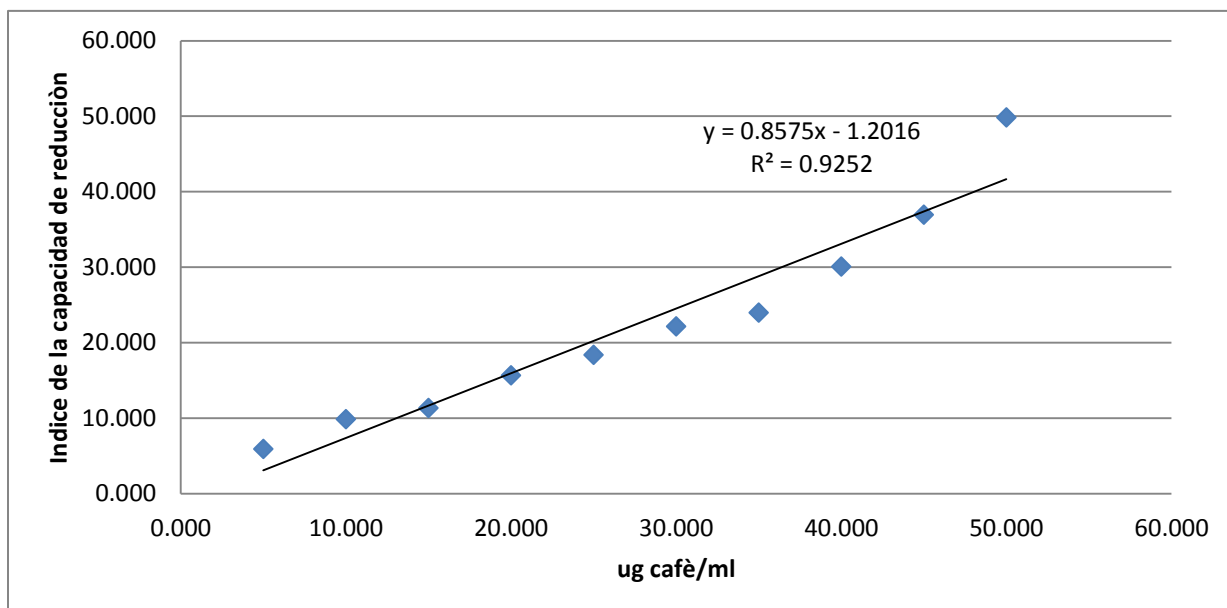
Figura 23. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Costa Rica 95, repetición 2.



Cuadro 40. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Costa Rica 95, Repetición 3.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.379	1.298	5.000	5.874	
0.4	1.428	1.288	10.000	9.804	
0.6	1.378	1.222	15.000	11.321	
0.8	1.355	1.143	20.000	15.646	60.235
1	1.364	1.114	25.000	18.328	
1.2	1.321	1.029	30.000	22.104	
1.4	1.265	0.962	35.000	23.953	
1.6	1.208	0.845	40.000	30.050	
1.8	1.111	0.701	45.000	36.904	
2	1.018	0.511	50.000	49.804	

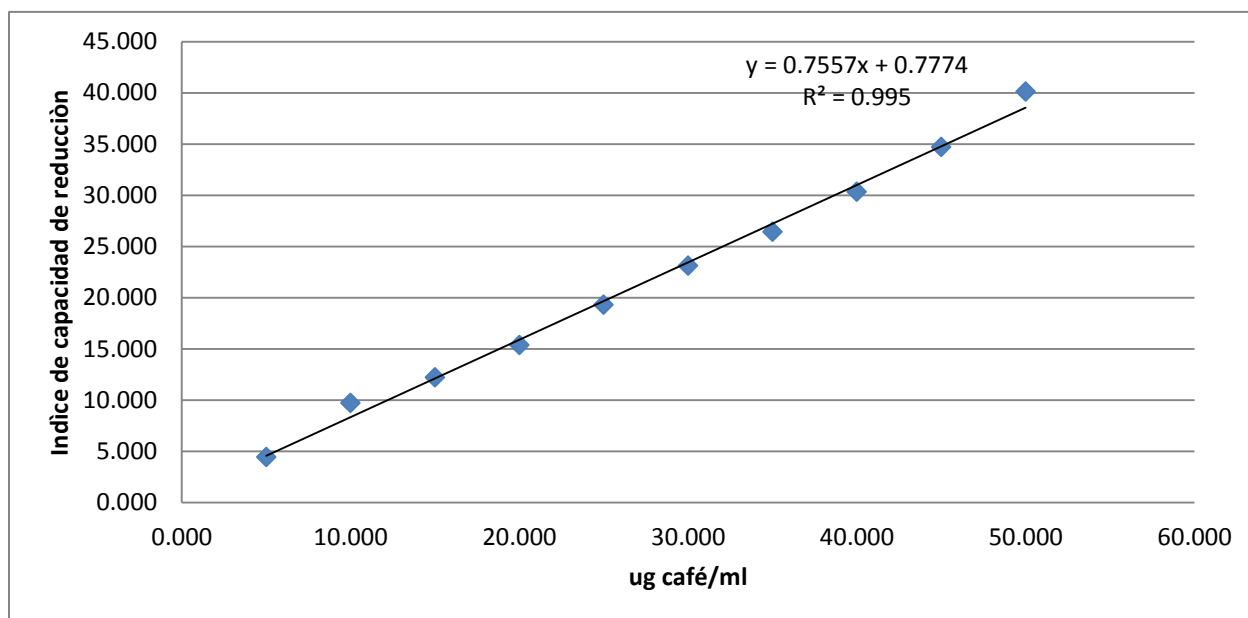
Figura 24. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Costa Rica 95, repetición 3.



Cuadro 41. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Costa Rica 95, Repetición 4.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.378	1.317	5.000	4.427	
0.4	1.513	1.366	10.000	9.716	
0.6	1.386	1.217	15.000	12.193	
0.8	1.388	1.175	20.000	15.346	65.640
1	1.447	1.168	25.000	19.281	
1.2	1.389	1.068	30.000	23.110	
1.4	1.329	0.978	35.000	26.411	
1.6	1.312	0.914	40.000	30.335	
1.8	1.254	0.819	45.000	34.689	
2	1.210	0.725	50.000	40.083	

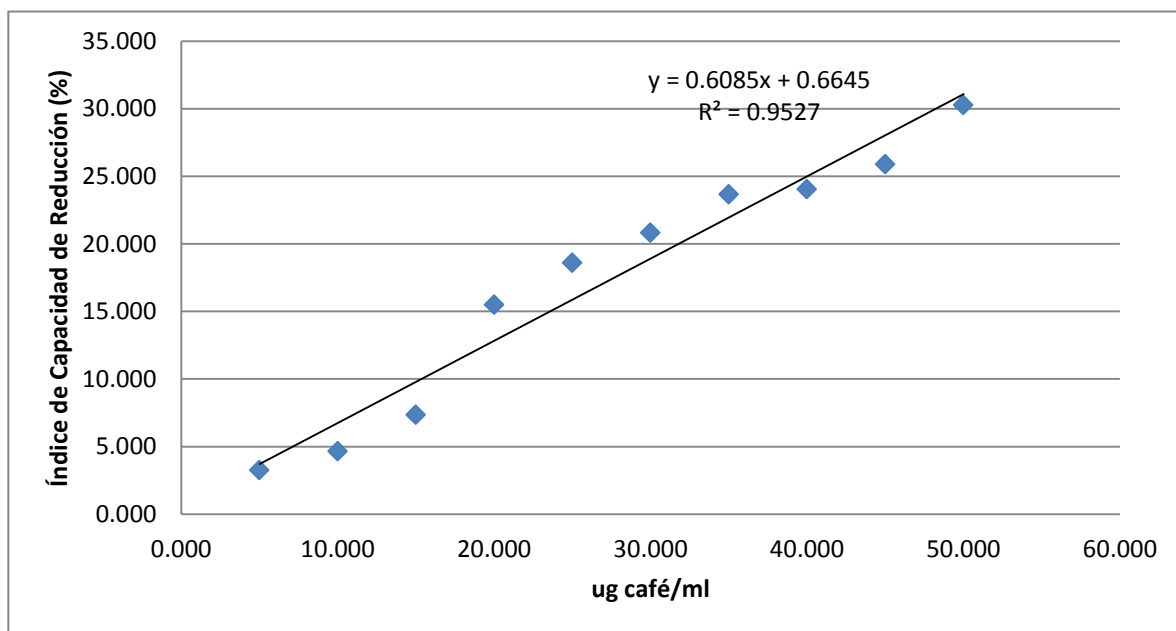
Figura 25. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Costa Rica 95, repetición 4.



Cuadro 42. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí 2144, Repetición 1.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	2.214	2.142	5.000	3.252	
0.4	2.112	2.014	10.000	4.640	
0.6	2.084	1.931	15.000	7.342	
0.8	2.028	1.714	20.000	15.483	81.145
1	2.005	1.632	25.000	18.603	
1.2	1.893	1.499	30.000	20.814	
1.4	1.724	1.316	35.000	23.666	
1.6	1.572	1.194	40.000	24.046	
1.8	1.534	1.137	45.000	25.880	
2	1.583	1.104	50.000	30.259	

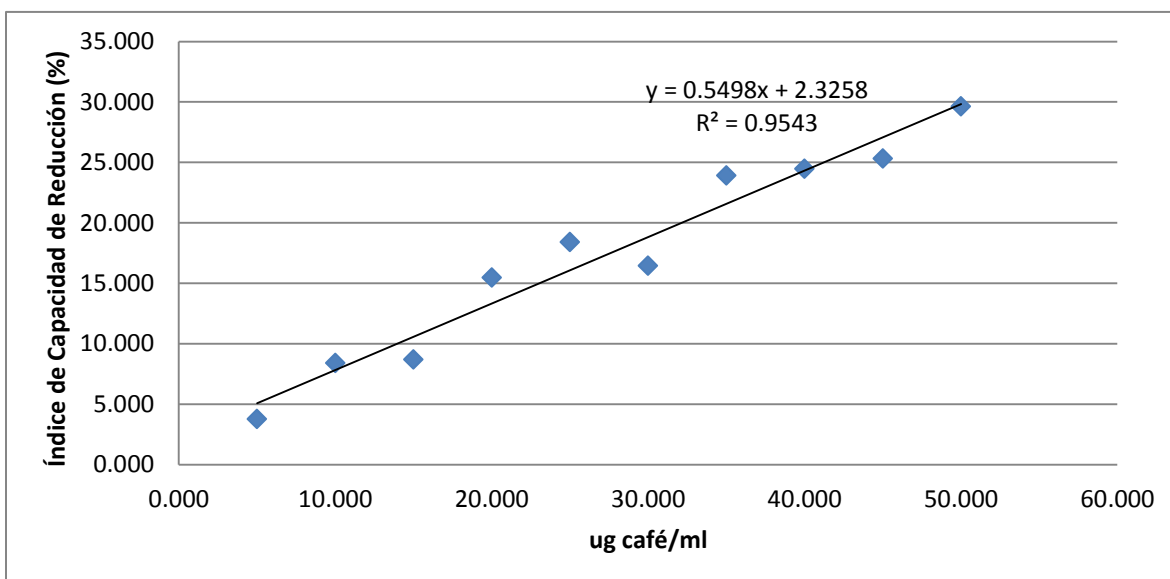
Figura 26. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí 2144, repetición 1.



Cuadro 43. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí 2144, Repetición 2.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	2.235	2.151	5.000	3.758	
0.4	2.202	2.017	10.000	8.401	
0.6	2.072	1.892	15.000	8.687	
0.8	2.032	1.718	20.000	15.453	85.143
1	2.011	1.641	25.000	18.399	
1.2	1.801	1.505	30.000	16.435	
1.4	1.732	1.318	35.000	23.903	
1.6	1.561	1.179	40.000	24.471	
1.8	1.525	1.139	45.000	25.311	
2	1.579	1.111	50.000	29.639	

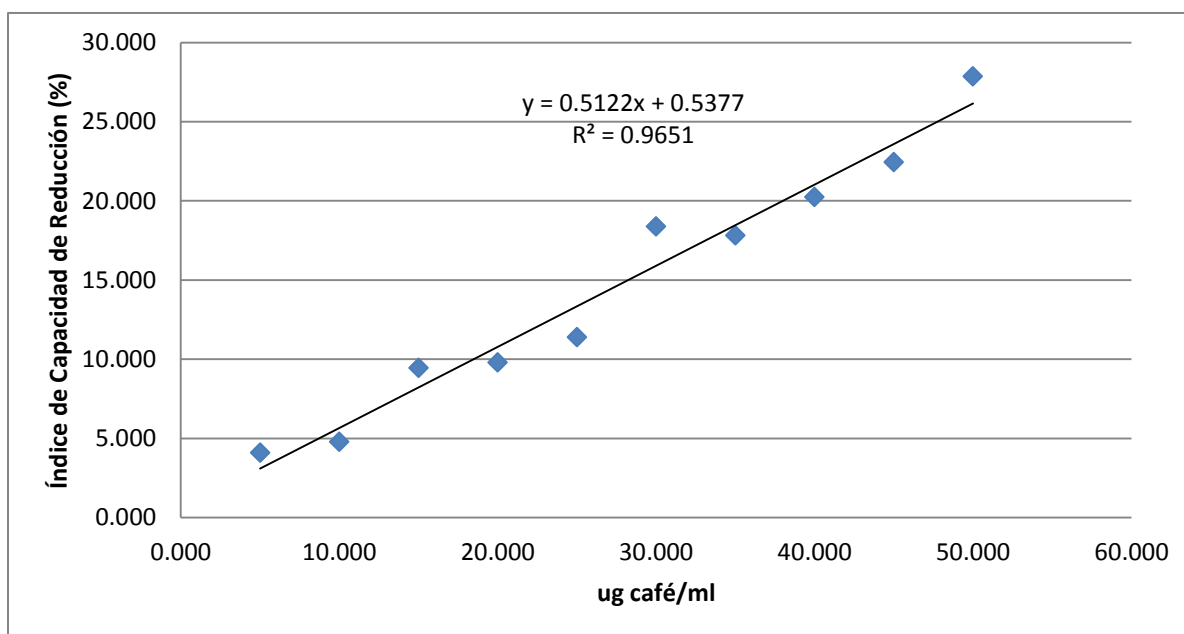
Figura 27. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí 2144, repetición 2.



Cuadro 44. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí 2144, Repetición 3.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.563	1.499	5.000	4.095	
0.4	1.508	1.436	10.000	4.775	
0.6	1.492	1.351	15.000	9.450	
0.8	1.431	1.291	20.000	9.783	98.940
1	1.510	1.338	25.000	11.391	
1.2	1.490	1.216	30.000	18.389	
1.4	1.308	1.075	35.000	17.813	
1.6	1.393	1.111	40.000	20.244	
1.8	1.279	0.992	45.000	22.439	
2	1.242	0.896	50.000	27.858	

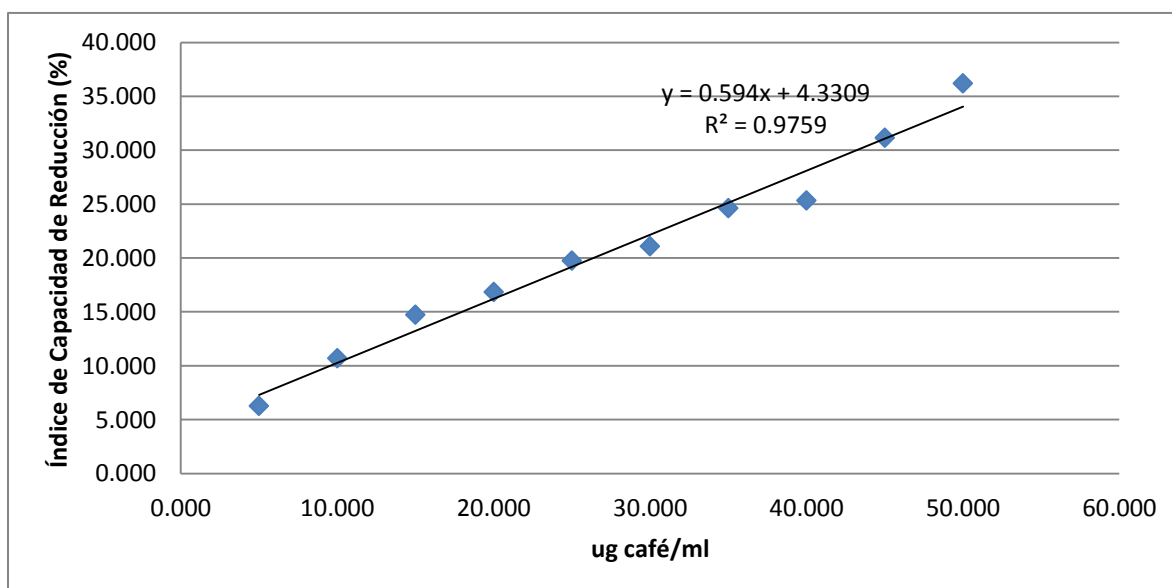
Figura 28. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí 2144, repetición 3.



Cuadro 45. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí 2144, Repetición 4.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.498	1.404	5.000	6.275	
0.4	1.458	1.302	10.000	10.700	
0.6	1.452	1.238	15.000	14.738	
0.8	1.420	1.181	20.000	16.831	87.827
1	1.453	1.166	25.000	19.752	
1.2	1.442	1.138	30.000	21.082	
1.4	1.401	1.056	35.000	24.625	
1.6	1.382	1.032	40.000	25.326	
1.8	1.323	0.911	45.000	31.141	
2	1.243	0.793	50.000	36.203	

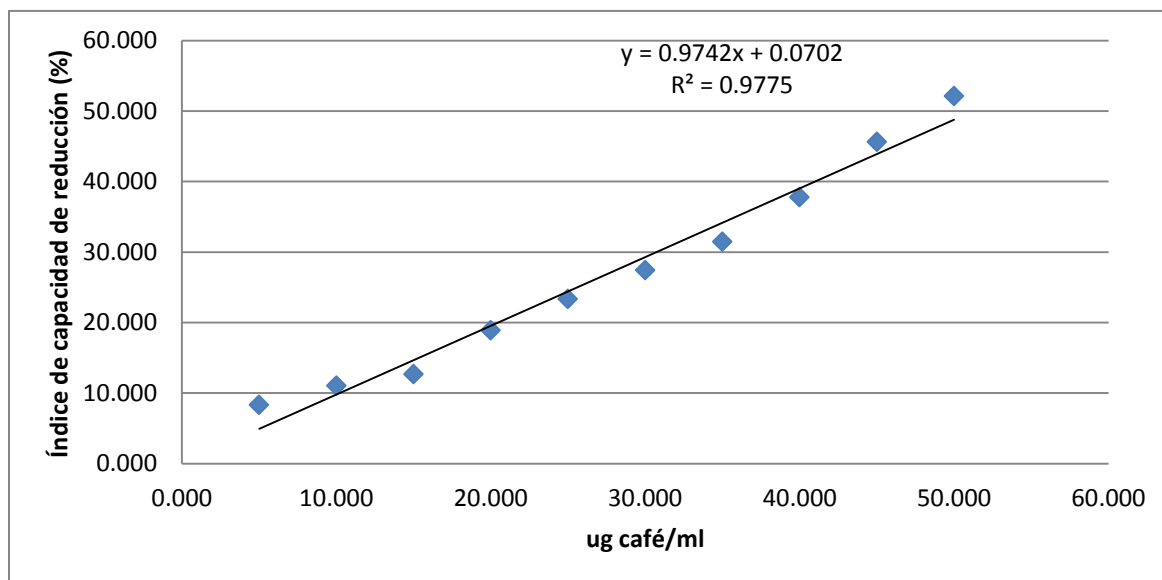
Figura 29. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí 2144, repetición 4.



Cuadro 46. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor, Repetición 1.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.702	1.561	5.000	8.284	
0.4	1.611	1.433	10.000	11.049	
0.6	1.514	1.322	15.000	12.682	
0.8	1.616	1.311	20.000	18.874	51.619
1	1.319	1.011	25.000	23.351	
1.2	1.408	1.022	30.000	27.415	
1.4	1.263	0.866	35.000	31.433	
1.6	1.231	0.766	40.000	37.774	
1.8	1.155	0.628	45.000	45.628	
2	0.971	0.465	50.000	52.111	

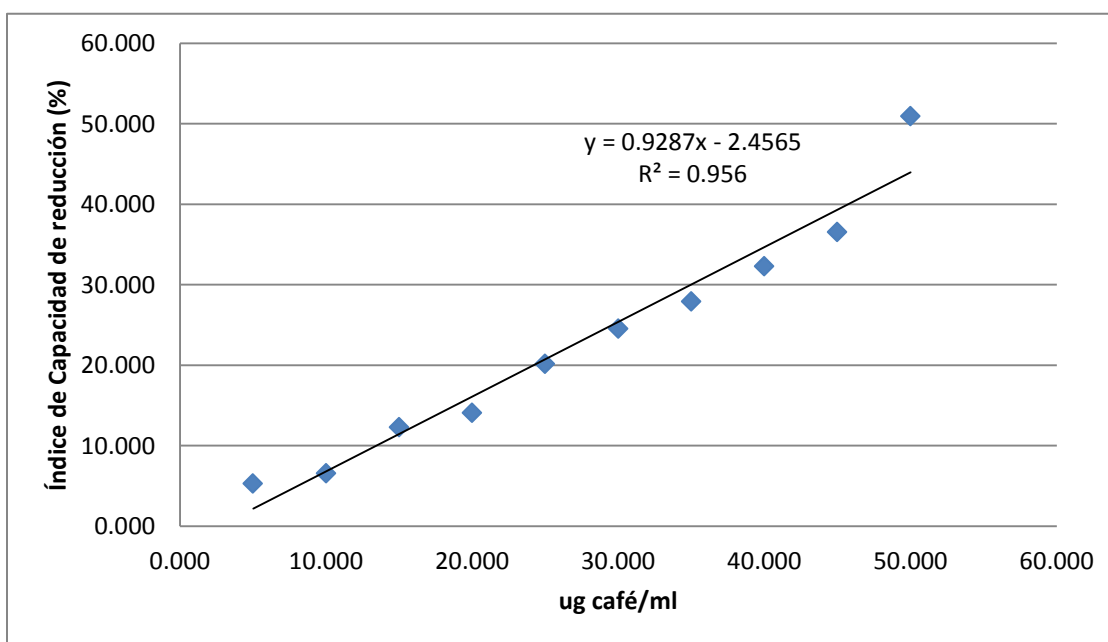
Figura 30. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor, repetición 1.



Cuadro 47. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor, Repetición 2.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.899	1.798	5.000	5.319	
0.4	1.879	1.755	10.000	6.599	
0.6	1.803	1.581	15.000	12.313	
0.8	1.603	1.377	20.000	14.099	54.072
1	1.768	1.411	25.000	20.192	
1.2	1.698	1.281	30.000	24.558	
1.4	1.639	1.181	35.000	27.944	
1.6	1.442	0.976	40.000	32.316	
1.8	1.313	0.833	45.000	36.558	
2	1.066	0.523	50.000	50.938	

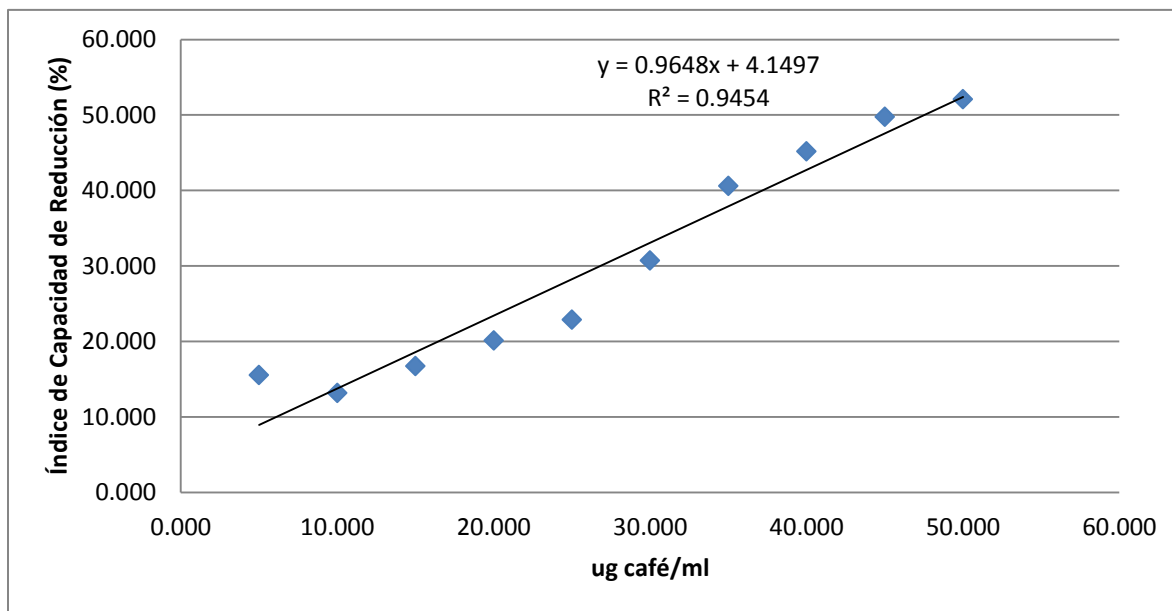
Figura 31. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor, repetición 2.



Cuadro 48. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor, Repetición 3.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.285	1.085	5.000	15.564	
0.4	1.138	0.988	10.000	13.181	
0.6	1.058	0.881	15.000	16.730	
0.8	1.033	0.825	20.000	20.136	56.396
1	1.018	0.785	25.000	22.888	
1.2	0.986	0.683	30.000	30.730	
1.4	0.914	0.543	35.000	40.591	
1.6	0.872	0.478	40.000	45.183	
1.8	0.798	0.401	45.000	49.749	
2	0.678	0.325	50.000	52.065	

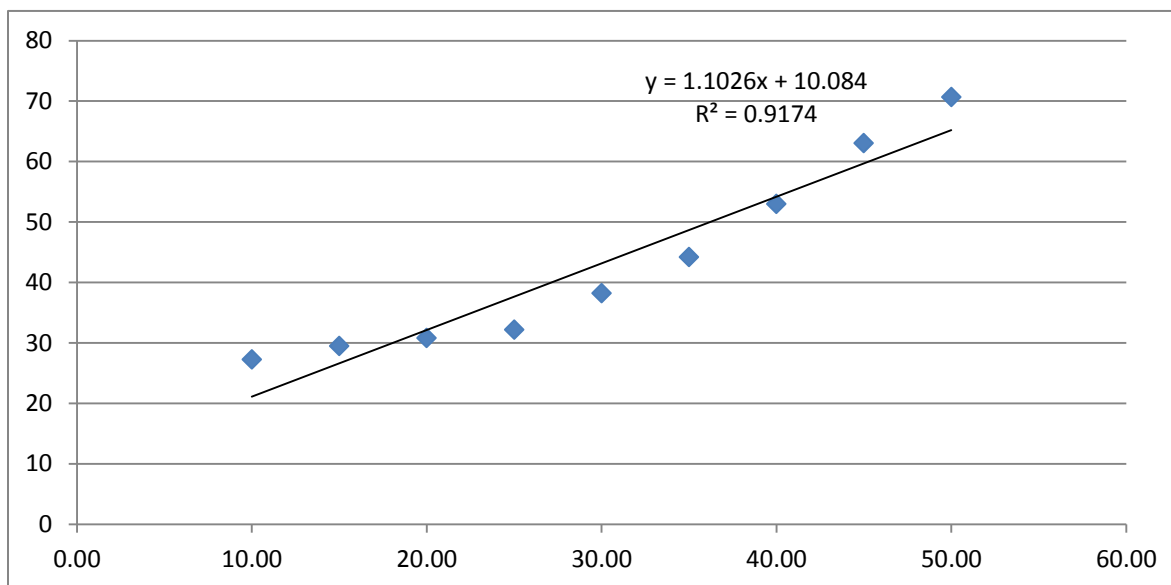
Figura 32. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor, repetición 3.



Cuadro 49. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catimor, Repetición 4.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.356	0.987	5.00	27.21238938	
0.4	1.244	0.878	10.00	29.42122186	
0.6	1.079	0.747	15.00	30.76923077	
0.8	0.955	0.648	20.00	32.14659686	54.51905626
1	0.948	0.586	25.00	38.18565401	
1.2	0.908	0.507	30.00	44.16299559	
1.4	0.886	0.417	35.00	52.93453725	
1.6	0.778	0.288	40.00	62.98200514	
1.8	0.719	0.211	45.00	70.65368567	
2	0.554	0.198	50.00	64.2599278	

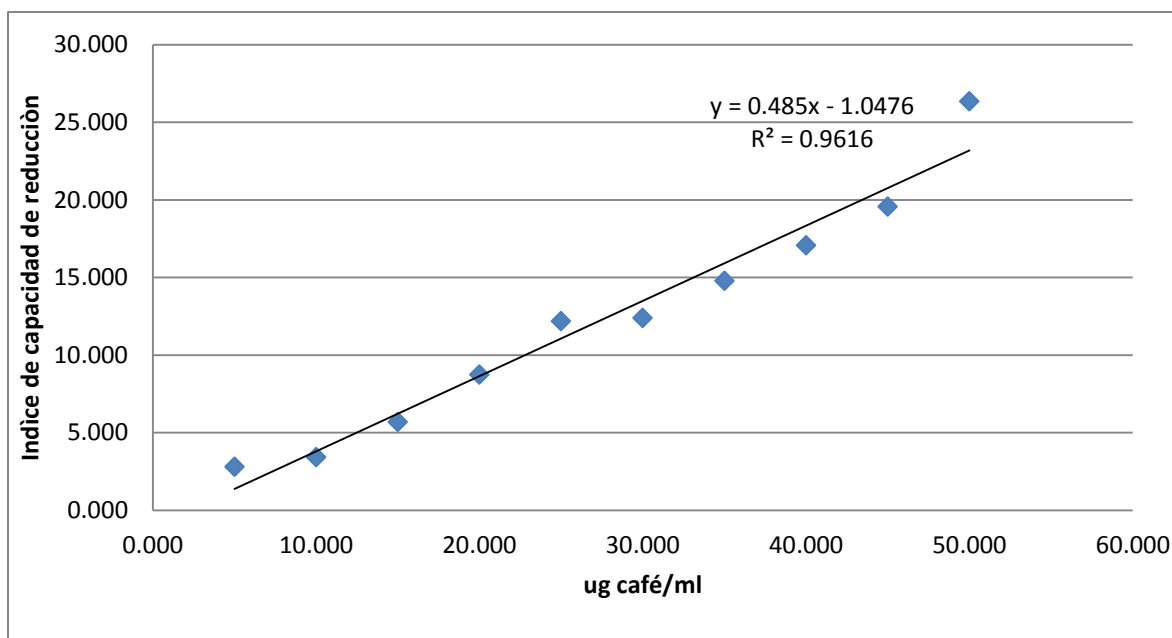
Figura 33. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catimor, repetición 4.



Cuadro 50. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí, Repetición 1.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	2.391	2.324	5.000	2.802	
0.4	2.463	2.379	10.000	3.410	
0.6	2.362	2.228	15.000	5.673	
0.8	2.395	2.186	20.000	8.727	102.000
1	2.471	2.170	25.000	12.181	
1.2	2.375	2.081	30.000	12.379	
1.4	2.322	1.979	35.000	14.772	
1.6	2.315	1.920	40.000	17.063	
1.8	2.261	1.819	45.000	19.549	
2	2.213	1.630	50.000	26.344	

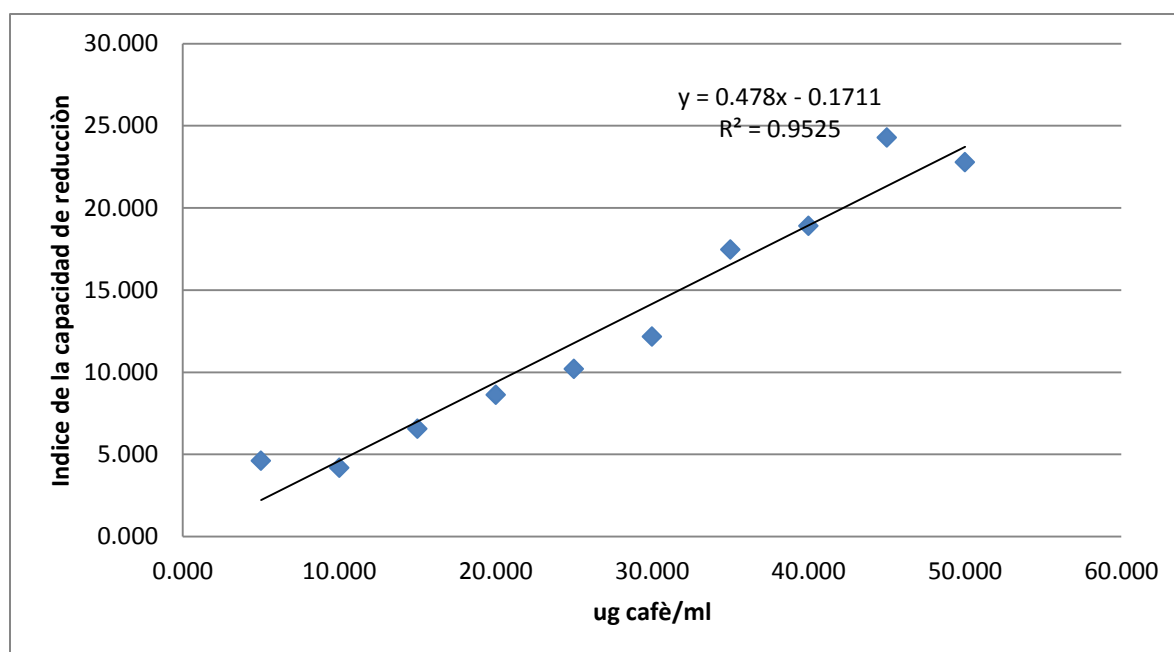
Figura 34. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí, repetición 1.



Cuadro 51. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí, Repetición 2.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	2.409	2.298	5.000	4.608	
0.4	2.388	2.288	10.000	4.188	
0.6	2.378	2.222	15.000	6.560	
0.8	2.345	2.143	20.000	8.614	106.745
1	2.354	2.114	25.000	10.195	
1.2	2.310	2.029	30.000	12.165	
1.4	2.256	1.862	35.000	17.465	
1.6	2.206	1.789	40.000	18.903	
1.8	2.114	1.601	45.000	24.267	
2	1.918	1.481	50.000	22.784	

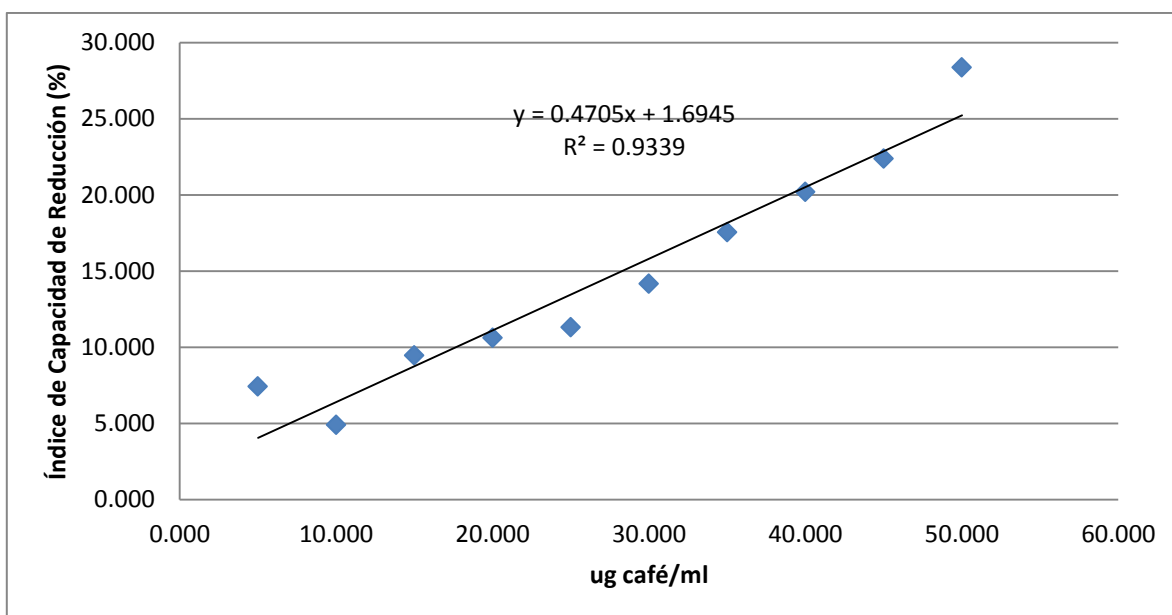
Figura 35. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí, repetición 2.



Cuadro 52. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí, Repetición 3.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	2.021	1.871	5.000	7.422	
0.4	1.512	1.438	10.000	4.894	
0.6	1.492	1.351	15.000	9.450	
0.8	1.431	1.279	20.000	10.622	102.787
1	1.512	1.341	25.000	11.310	
1.2	1.419	1.218	30.000	14.165	
1.4	1.311	1.081	35.000	17.544	
1.6	1.392	1.111	40.000	20.187	
1.8	1.278	0.992	45.000	22.379	
2	1.241	0.889	50.000	28.364	

Figura 36. Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí, repetición 3.



Cuadro 53. Datos obtenidos para la determinación de la capacidad antioxidante para la Variedad Catuaí, Repetición 4.

ml de muestra	Tiempo 0	Tiempo 30	ug/ml	% Pérdida de absorbancia	IC50 (ug/ml)
0.2	1.545	1.493	5.000	3.366	
0.4	1.505	1.433	10.000	4.784	
0.6	1.489	1.347	15.000	9.537	
0.8	1.421	1.284	20.000	9.641	98.340
1	1.515	1.337	25.000	11.749	
1.2	1.420	1.214	30.000	14.507	
1.4	1.301	1.073	35.000	17.525	
1.6	1.383	1.108	40.000	19.884	
1.8	1.282	0.989	45.000	22.855	
2	1.238	0.893	50.000	27.868	

Figura 37 Obtención de la ecuación para la determinación del IC 50 para la variedad Catuaí, repetición 4.

