

**Caracterización físico-química y sensorial de
dos variedades de café (*Coffea arabica*) del
occidente de Honduras**

**Ana Lucy Díaz Noguera
Angela María Perdomo Reyes**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Caracterización físico-química y sensorial de dos variedades de café (*Coffea arabica*) del occidente de Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieras en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Ana Lucy Díaz Noguera
Angela María Perdomo Reyes**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2015

Caracterización físico-química y sensorial de dos variedades de café (*Coffea arabica*) del occidente de Honduras

Presentado por:

Ana Lucy Díaz Noguera
Angela María Perdomo Reyes

Aprobado:

Jorge Cardona, Ph.D.
Asesor Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria
Alimentaria

Juan Ruano Ortiz, D.Sc.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Caracterización físico-química y sensorial de dos variedades de café (*Coffea arabica*) del occidente de Honduras

Ana Lucy Díaz Noguera
Angela María Perdomo Reyes

Resumen: La roya (*Hemileia vastratrix*) es una enfermedad de gran importancia en la industria cafetalera; en Honduras, las pérdidas sobrepasaron 600 millones de dólares entre 2012 y 2013. El objetivo de este estudio fue evaluar características físico-químicas y sensoriales de dos variedades de café (Catuaí y Lempira) de acuerdo a su resistencia a la roya que fueron obtenidas de dos fincas en la región occidental de Honduras. Se utilizaron bloques completamente al azar con arreglo factorial 2×2 y $2 \times 2 \times 3$ para la primera y segunda fase, respectivamente. Inicialmente, se evaluaron dos fincas y dos variedades y en la segunda fase se le agregaron tres tipos de tueste (claro, medio y oscuro). Se realizaron análisis de pH, sólidos solubles, color y polifenoles totales a cada tratamiento. Además, se evaluó la calidad de taza con catadores y un análisis sensorial discriminatorio con consumidores. En el análisis de calidad de taza se pudo observar diferencias entre fincas y variedades, siendo Lempira de la finca uno, la mejor taza evaluada (83.6). En la segunda fase, se encontraron diferencias en las características físico-químicas principalmente entre fincas y tipos de tueste ($P < 0.05$) y no así por las variedades de café evaluadas. Panelistas no entrenados no detectaron diferencias entre variedades de café con tuestes claros y medios. Por otro lado, se observaron diferencias en muestras con tueste oscuro debido primordialmente a la amargura de estas muestras. Estos resultados sugieren que es más importante controlar aspectos de campo, cosecha y beneficiado de café que la variedad de café utilizada.

Palabras clave: Caficultores, calidad de taza, consumidores, hongo, postcosecha.

Abstract: The rust (*Hemileia vastratrix*) is a disease of great importance in the coffee industry; in Honduras, losses exceeded \$ 600 million between 2012 and 2013. The objective of this study was to assess physicochemical and sensory characteristics of two coffee varieties (Catuai and Lempira) according to their resistance to rust, that were obtained from two farms in the western region of Honduras. A complete block design was used with a factorial arrangement 2×2 and $2 \times 2 \times 3$ for the first and second phases, respectively. Initially, 2 farms and 2 varieties were evaluated and in the second phase 3 types of roasting (light, medium and dark) were added. Analyses were performed on pH, soluble solids, color and total polyphenols for each treatment. Additionally, coffee cupping was conducted with qualified judges and a discriminatory sensory analysis by consumers. In the analysis of cup quality differences were observed between farms and varieties, being Lempira from the farm one the best cup evaluated (83.6). In the second phase, differences between physicochemical characteristics and types of roasting ($P < 0.05$) were found and not by coffee varieties evaluated. Untrained panelists did not detect differences between varieties of coffee with clear and media roast. Moreover, differences were observed in dark roasted samples due mainly to bitterness of these samples. These results suggest that it is more important to control aspects in the field, during harvest and postharvest of coffee rather than the variety of coffee used.

Key words: Coffee farmers, cup quality, customers, fungus, postharvest

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
4. CONCLUSIONES.....	21
5. RECOMENDACIONES.....	22
6. LITERATURA CITADA.....	23
7. ANEXOS.....	34

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Descripción de los tratamientos de dos variedades de café procedentes de dos fincas con un tostado medio.....	3
2. Descripción de los tratamientos de dos variedades de café procedentes de dos fincas y tres tipos de tostado.	4
3. Escala y descripción de cada categoría de calidad de taza del café.	9
4. Determinación de defectos y materia extraña en el grano de café verde.	11
5. Pérdida de peso durante el tostado medio para catación.	12
6. Análisis de acidez, aroma, cuerpo y sabor de cada variedad de café evaluado por catadores (RTC03).....	13
7. Nota final obtenida a partir de la evaluación sensorial realizada por catadores.....	14
8. Análisis de pH y sólidos solubles en la taza de café soluble para catación.....	15
9. Análisis de L a* b* de cada variedad.	16
10. Análisis de ángulo de matiz y croma de cada variedad.	16
11. Pérdida de peso en las cuatro muestras según tipo de tostado.	17
12. Análisis de L a* b* de cada variedad en café soluble según tipo de tueste.	21
13. Análisis de ángulo de matiz y croma de cada variedad de café soluble según el tipo de tueste.....	22
14. Contenido de polifenoles expresados como miligramos de ácido gálico en un litro de café concentrado (50 g café/ L agua).	23
15. Sólidos solubles y pH de muestras evaluadas en el sensorial con panelistas no entrenados.	24
16. Pruebas discriminatorias y análisis de diferencia estadística basada en χ^2	25
Figuras	Página
1. Análisis de los atributos sensoriales de las variedades Catuaí y Lempira en la F1 y F2.....	14
2. Comparación de dos variedades de café en grano con diferentes niveles de tostado.....	19
3. Análisis del cambio de la coloración del café soluble con diferentes niveles de tostado.....	20
4. Luminosidad del grano de café según el nivel de tueste.	21
5. Características que sobresalieron en el sensorial que ayudaron a los panelistas a diferenciar las muestra.	26

1. Certificado de análisis de catación de la variedad Catuaí de la finca 1.....	34
2. Certificado de análisis de defectos de la variedad Catuaí de la finca 1.....	35
3. Certificado de análisis de catación de la variedad Lempira de la finca 1.....	36
4. Certificado de análisis de defectos de la variedad Lempira de la finca 1.....	37
5. Certificado de análisis de catación de la variedad Catuaí de la finca 2.....	38
6. Certificado de análisis de defectos de la variedad Catuaí de la finca 2.....	39
7. Certificado de análisis de catación de la variedad Lempira de la finca 1.....	40
8. Certificado de análisis de defectos de la variedad Lempira de la finca 2.....	41
9. Certificado de análisis de pérdida de ambas variedades y fincas.....	42
10. Encuesta realizada en el análisis sensorial con panelistas no entrenados.....	43
11. Resultados de color del grano de café con tres tipos de tostado.	44

1. INTRODUCCIÓN

Es definido como cafeto o planta productora de café a un arbusto dado en la región tropical que pertenece a la familia Rubiáceae, de ciclo continuo y cuenta con 500 géneros y 8000 especies (FCC, 2010). La especie *Coffea arabica*, es un arbusto de hoja perenne, originado en regiones montañosas de Etiopía, sensible al calor que crece a alturas desde 800 hasta 1500 msnm y con una humedad relativa ideal entre 70 - 85% (Gardone, 2010).

Químicamente el café se compone de agua y materia seca. La materia seca de los granos del café está constituida por minerales y sustancias orgánicas en los que se encuentran los carbohidratos, lípidos, proteínas, alcaloides (cafeína y trigonelina), ácidos carboxílicos y fenólicos, y compuestos volátiles que dan el aroma al café (Puerta, 2011). Sin embargo, la composición química del café va a depender de la variedad, altura, factores edafológicos, climáticos, agronómicos, procesos tecnológicos, principalmente el tostado (Ruiz, 2010).

Coffea arabica suple aproximadamente el 70% de la producción de café en el mundo (NCA, s.f.). Honduras es el séptimo país con mayor producción de café en el mundo (Dupuis, 2013). Las regiones cafetaleras de Honduras son: Copán Ruinas, Montecillos, Agalta, Opacala, Comayagua y El Paraíso (Bustamante, 2011). Entre las especies de *Coffea arabica* mayormente cultivadas en Honduras, se encuentran la Typica, Bourbon, Caturra, Pacas, Villa Sarchí, Catuaí, Ihcafe-90, Parainema, Obatá y Lempira, siendo las últimas cuatro resistentes a la roya por su genética. La roya es una de las principales enfermedades que ataca al café que es causada por el hongo *Hemileia vastatrix* (Rodríguez *et al.*, s.f.). Este hongo ataca la parte foliar de la planta y puede llegar a reducir drásticamente en pocos años la producción de la plantación si no se acatan medidas de control (García, 2013). En las lluvias, el hongo empieza a formar esporas. La germinación de esporas se da a 22 °C, con un ambiente oscuro y húmedo y al poder penetrar de forma directa la epidermis de la hoja, crece y se ramifica en el estoma con el objetivo de atacar la cámara subestomática de la planta (Anacafé, s.f.). La *Hemileia vastratrix* coloniza intercelularmente formando un tejido fungoso llamado esterigma, el cual forma una masa de esporas de brillante color anaranjado (García, 2013).

Esta enfermedad se encontró por primera vez en Honduras en 1980, en el departamento de La Paz. (Pinochet, 1987). Para el periodo 2012-2013, la roya ocasionó pérdidas en 200,000 hectáreas de café en Honduras, dejando pérdidas de US\$643 millones y se estimó un aproximado de US\$160 millones para la renovación de las zonas afectadas por el hongo (Marin, 2013). El Instituto Hondureño del Café (IHCAFÉ) ha introducido y contribuido con la evaluación de varias especies resistentes a la roya, además ha apoyado

constantemente a varios caficultores para la prevención y manejo a esta enfermedad (Santacreo, s.f.). Además posee un programa sobre manejo integrado de plagas, donde la investigación y acciones que se realizan dentro de este programa, son orientadas a desarrollar y adaptar tecnologías para ser transferido al sector productor con el propósito de reducir las pérdidas económicas en el cultivo (IHCAFÉ, 2012). Hay diferentes variedades de café resistentes a la roya, sin embargo, el problema más frecuente con estas variedades es que sus perfiles de taza tienden a ser de menor calidad comparados con las variedades no resistentes (Anzueto, 2013). En Honduras, no hay comparaciones de variedades de cafés resistentes y no resistentes con las condiciones de producción, beneficiados y almacenamiento similares. La obtención de las variedades de café fue la principal limitante del estudio. Al ser realizado en los meses de agosto y septiembre, la disponibilidad de café en los beneficiados era limitada, debido a que la época de cosecha inicia nuevamente a finales de octubre, estas empresas se aseguran de vender todo el café de la cosecha del año anterior. El presente estudio se basó en los siguientes objetivos:

- Contrastar el origen y variedad de café en la calidad de taza y sus características físicas y químicas según su resistencia a roya.
- Evaluar el efecto de tostado en las propiedades físicas, químicas y sensoriales de dos tipos de café de acuerdo a su comportamiento contra la roya.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio. La primera parte del estudio se llevó a cabo en el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE) localizado en la ciudad de San Pedro Sula, Honduras. La segunda parte se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) y el Laboratorio de Análisis Sensorial.

Diseño experimental. El experimento constó de dos fases. La fase uno consistió en la evaluación físico-química del grano de café verde y el grano después de tostado, molido y servido en taza. Se realizó una catación mediante panelistas entrenados provenientes de la Escuela Superior de Café en Honduras (ESCAFE). La fase dos consistió en evaluar si panelistas no entrenados pueden sentir diferencia entre ambas variedades.

En la primera fase se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA), con un arreglo factorial 2×2 con tres repeticiones para cada tratamiento (Cuadro 1). Se evaluaron dos variedades de *Coffea arabica*, resistente y no resistente a la roya (Lempira y Catuaí) proveniente de dos fincas (bloques) en Honduras, una ubicada en el municipio de Copán Ruinas y la otra en el municipio de Santa Rosa de Copán, ambos localizados en el departamento de Copán. Para la fase dos (Cuadro 2) se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial de $2 \times 2 \times 3$ en las que se usaron las dos variedades de *coffea arabica* provenientes de dos fincas (bloques) como se mencionó anteriormente agregando tres tipos de tostado (claro, medio y oscuro).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos de dos variedades de café procedentes de dos fincas con un tostado medio.

Variedad de café	Finca	Tostado medio
Lempira	1	T1
	2	T2
Catuaí	1	T3
	2	T4

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos de dos variedades de café procedentes de dos fincas y tres tipos de tostado.

Variedad de café	Finca	Tipo de Tostado		
		Claro	Medio	Oscuro
Lempira	1	T1	T2	T3
	2	T4	T5	T6
Catuaí	1	T7	T8	T9
	2	T10	T11	T12

Obtención y preparación de las muestras. En la finca 1, las plantaciones de café tenían 12 años de haber sido sembradas. Las muestras pasaron por un proceso de pre-secado en la oreadora antes de ser secado en las guardiolas por 40 horas con una temperatura interna del grano de café de 35 °C. Las muestras de café fueron almacenadas durante seis meses entre 20 - 25 °C y los granos mantuvieron una humedad de 12.5% a 13%. La finca 1 ubicada en el municipio de Copán Ruinas se encontraba a una altura de 1000 - 1350 msnm, con un tipo de suelo franco arcillo arenoso.

La finca dos ubicada en el municipio de Santa Rosa de Copán se encontraba a una altura de 1200 msnm, con un tipo de suelo franco arcilloso. Las muestras de café fueron secadas al sol por un aproximado de 12 horas y fueron almacenadas durante seis meses. Todas las muestras se obtuvieron en café pergamino (café con cascarilla). Se recolectaron 10 libras de dos variedades de café (Lempira y Catuaí) de cada finca. Estas muestras fueron sometidas a un trillado. El trillado consistió en remover la cascarilla del café de forma mecánica durante cinco minutos por cada libra aproximadamente. Después se procedió a limpiar toda la cascarilla con un extractor de aire, eliminando la basura de la cascarilla del café y así obtener las muestras de café verde o en oro.

Análisis de café verde (RTC40). Se pesaron 350 g de cada muestra de café trillado y limpiado para el conteo y determinación de defectos y materia extraña en el café verde. Cada muestra se observó durante 15 minutos para remover cualquier tipo de defecto; se contó cada defecto de forma separada y se contabilizaron según el manual de defectos en café verde arábica. Todo esto se realizó siguiendo las normas reguladas por Specialty Coffee Association of America (SCAA, 2009a).

Los defectos se separaron en dos categorías: defectos primarios y secundarios. Cada categoría contiene diferentes tipos de faltas, de las cuales se debe acumular cierto número para equivaler a un defecto:

Categoría 1 (defectos primarios). Haber encontrado granos negros, agrios, cerezas secas, daño por hongos, materia extraña y grano brocado severo fue equivalente a un defecto:

Granos negros. Fueron distinguidos por su oscuro color opaco en el grano.

Grano agrio. Se reconocieron debido a su color amarillo pálido, amarillo intenso, carmelita o rojizo. También el embrión dentro del grano se pudo notar de color negro.

Cerezas secas. Es la pulpa que cubre toda la parte del pergamino, si se observan manchas blancas significa formación de hongos que afectan la taza y el aspecto del café verde.

Daño por hongos. Es un hongo reconocido por tener un color amarillo-rojizo recubierto por un polvillo.

Materia extraña. Incluyó todos aquellos objetos no originarios del café encontrados en la muestra de café verde como piedras, palos, clavos, hojas; las cuales les dan un mal aspecto y evidenciaron una pobre selección y clasificación del mismo.

Grano brocado severo. Se distinguió por tener más de tres pequeñas y oscuras perforaciones desde 0.1 – 0.5 mm de diámetro por grano.

Categoría 2 (defectos secundarios). Encontrar tres granos de color parcialmente negro o parcialmente agrio fue equivalente a un defecto:

Grano parcialmente negro. Se distinguieron por tener un color opaco u oscuro en solo cierta parte del grano.

Grano parcialmente agrio. Este defecto se presentó de color amarillo pálido, amarillo intenso, carmelita o rojizo en solo una parte del grano.

Encontrar cinco granos pergamino, flotadores, inmaduros, arrugados, conchas, partidos, molidos, cortados, cáscara o pulpa seca fue equivalente a un defecto.

Grano partido, molido, cortado. Estos granos presentaron una coloración rojiza oscura debido a una oxidación del área cortada y durante el proceso despulpado. Los granos partidos o cortados a causa de la máquina trilladora, fueron fragmentos de granos limpios sin la presencia de oxidaciones.

Granos arrugados. Fueron distinguidos por ser de tamaño pequeño, de baja densidad, malformados y de superficie arrugada.

Grano inmaduro. Fueron reconocidos por tener un tamaño pequeño, de baja densidad, de forma cóncava y con bordes afilados. También es común que tenga una película o tegumento plateado de color pálido amarillento o verdoso y firmemente adherida al grano.

Conchas. Se distinguieron por ser granos malformados a causa de la fricción o golpes. La parte externa tenía forma de concha de mar e internamente tenían forma cónica o cilíndrica.

Flotadores. Estos granos se reconocieron por tener un color blanquecino y una apariencia dispereja del grano y al colocarlos en agua, flotaban.

Pergamino. Todos aquellos granos que todavía poseían la capa llamada pergamino.

Cáscara o pulpa. Fueron todos los fragmentos secos de cereza de una coloración roja oscura.

Encontrar 10 granos brocados leves fue equivalente a un defecto.

Grano brocado leve. Se distinguió por tener menos de tres pequeñas y oscuras perforaciones desde 0.1 – 0.5 mm de diámetro por grano.

Las muestras fueron categorizadas de tres formas: grado de especialidad, todas aquellas muestras que contenían cero defectos de la categoría uno y máximo cinco faltas de la categoría dos; grado Premium, cuando el número de faltas en ambas categorías sumaron ocho; y fuera de grado, cuando las muestras presentaron más de ocho faltas al sumar ambas categorías de defectos.

Color. Para cumplir con los protocolos de la SCAA, el color del grano de café verde se detectó de acuerdo a una escala de colores (Green Coffee Color Gradient chart) que consta de verde azulado, verde, verdoso, amarillo verde, verde claro, amarillento y cafoso. Para que un café sea declarado como especialidad de grado tiene que tener un color azul verde, verde azulado o verde (SCAA, s.f.).

Además en ambas fases del estudio se evaluó color mediante una aplicación en Iphone, Apple Inc. llamada ColorAssist, producida por Seller: FTLapps, Inc. y actualizada en el 2013. Esta aplicación es un examinador de color de fotografías que utiliza métodos de color como: RGB (rojo, verde, azul) y HEX (hexadecimal) que son modelos de lenguaje de programación (iTunes, 2015).

Fase I. Se codificó cada muestra y se tomaron fotografías del grano de café antes y después de tostado, en las muestras catadas y en las muestras de la prueba triángulo. Los datos obtenidos en RGB fueron convertidos a $L^* a^* b^*$ y se realizó un análisis del ángulo de matiz y croma para evaluar el cambio de color y pureza durante el tostado y la elaboración del café para consumo en taza.

Los parámetros de color indicaron L^* como luminosidad con valores que van de cero (negro) a 100 (blanco), a^* con valores positivos que van desde 60 orientado a los rojos y valores negativos -60 orientado a los verdes, b^* con valores negativos que van desde -60

orientado a los azules y positivos con valores de 60 a los amarillos; (Sahin *et al.*, 2006), con estos valores se obtuvo el ángulo de matiz y croma. El ángulo de matiz es la percepción que tiene el ojo humano sobre el color de un objeto, este se deriva de las coordenadas de a^* y b^* que son representadas en un plano cartesiano de 360° donde: 0° es rojo, 90° amarillo, 120° verde, 180° cian, 240° azul y 300° magenta. El croma es una medida de intensidad o saturación del color (Melgarejo *et al.*, 2004). Se obtuvo el ángulo de matiz y croma basado en las ecuaciones 1 y 2.

$$H^\circ = \tan^{-1} \left(\frac{a^*}{b^*} \right) \quad [1]$$

Dónde:

H° = Ángulo de matiz en grados

\tan^{-1} = Inversa de tangente

a^* , b^* = Coordenadas obtenidas de L a^* b^*

$$Cr = \sqrt{((a^{*2}) + (b^{*2}))} \quad [2]$$

Dónde: Cr = Índice de saturación (croma métrico)

a^* , b^* = Coordenadas obtenidas de L a^* b^*

Humedad. Se midió humedad a una muestra de 100 g de café verde con un Moisture tester Dole 400, el cual operó bajo el principio de precisión electrónica (Agri-tronix Corporation, 2001). Los datos fueron obtenidos en porcentaje.

Análisis de olor. Consistió en respirar a una cercanía de 10 cm de las muestras usando catadores certificados. Todas aquellas muestras que poseían una fragancia normal a café verde se consideraron como muestras con un olor limpio; en cambio todas aquellas que poseían una fragancia inusual a café verde se consideraron como muestras con un olor extraño.

Granulometría. Se pesaron 100 g de cada muestra de café y se colocaron en unas zarandas número 14 - 20 durante tres minutos en cada una. Al finalizar los tres minutos se pesaron por separado todos los granos de café que quedaron en cada zaranda. Se sumaron los pesos de las zarandas de la 14 a la 20 por separado, y aparte se sumaron los pesos de las zarandas menores y mayores a 16. Se evaluaron las muestras de café de acuerdo a las siguientes dos categorías: Categoría 1 (Café de exportación), todos aquellos granos que estaban ubicados en las zarandas mayor o igual a 16 y categoría dos (Café comercial), todos aquellos granos ubicados en las zarandas menor o igual a 16. Los datos fueron reportados en porcentaje.

Actividad de agua. Se utilizó el Pawkit para la medida de actividad de agua. Se colocaron 2 g de cada muestra (café oro o café tostado de cada tratamiento) en la tapa inferior del Pawkit durante cinco minutos.

Pérdida de masa. Se utilizó una bandeja de aluminio por muestra y las bandejas se calentaron a 105 °C durante una hora para retirar cualquier tipo de humedad que pudiera afectar la medición. Luego las bandejas se pusieron en el deshidratador para evitar atraer humedad del ambiente y así ser pesadas y utilizadas para las muestras de café. Se pesaron 10 g de cada muestra de café verde, se colocaron en las bandejas y se introdujeron a un horno de convección a 105 °C por 12 horas. Se sacaron y se pesaron nuevamente para poder medir la pérdida de masa.

Tostado del café. Un total de 454 g de cada variedad de café previamente limpiadas fueron puestas en un tostador Probat a una temperatura inicial de 170 °C durante 10 minutos, saliendo a una temperatura de 200 °C para lograr un tipo de tostado medio – claro o medio que es el usado para catación (SCAA, 2009). Según los protocolos establecidos por SCAA, el tostado se basó en el color guiado por la escala Agtron, la cual va de 0 – 100, donde para realizar la catación se utilizó una escala de 60 – 69 que fue equivalente a un tostado claro-medio o medio.

Análisis sensorial con catadores (RTC03). Se pesaron 8.25 g \pm 0.25 g de café tostado y se molieron por separado en un molino Probat ajustado con un diámetro de 3 mm (SCAA, 2009b).

Después de haber molido las muestras se esperaron 15 minutos y se colocaron en una mesa cinco tazas de cada muestra con el café para los tres catadores. Cada catador levantó la tapa de cada muestra para evaluar la fragancia y volvía a tapar rápidamente para evitar intercambio de olores con el ambiente o con otras muestras.

Se agregaron 150 ml de agua azul previamente hervida y puesta en la taza a 92.2 – 94.4 °C y así se obtuvo una concentración de 0.055 g / ml en cada taza. Se dejaron pasar 3 – 5 minutos y luego se limpió el café (se removió la nata del café) con la parte posterior de una cuchara. Cada catador inhalaba suavemente para evaluar el aroma del café (SCAA, 2009c).

Se esperaron 13 minutos para que la temperatura del café disminuyera < 62 °C para poder evitar quemaduras y poder empezar a evaluar sabor, acidez y cuerpo en las muestras. Los catadores utilizaron una cuchara para aspirar cada muestra y se cubrió la mayor área posible de la boca con el licor del café (SCAA, 2009c). Después cada catador evaluó la uniformidad y limpieza de las muestras cuando estaban a 25 °C (SCAA, 2009c).

Aroma. Se definió como el olor del café después de agregarle agua caliente.

Acidez. Fue descrito como brillo cuando es agradable al paladar y amargo cuando desagrada. Contribuyó a la dulzura y el carácter de la fruta dulce de un café.

Sabor. Representó el atributo principal del café. Es una combinación entre sensaciones gustativas y aroma retro-nasal en las se ven involucradas la acidez y el aroma. Al evaluarse se tuvo en cuenta la intensidad, la calidad y la complejidad del sabor.

Cuerpo. Se basó en le sensación táctil de pesadez o ligereza del líquido en la boca.

Uniformidad/Limpieza. Fue definida como la transparencia y consistencia de sabor en la taza de café (SCAA, 2014).

Al final cada catador colocó sus puntuaciones para cada muestra obteniendo la nota final de la calidad de taza por cada catador. Se realizó un promedio entre los tres catadores y se obtuvo la nota final de las muestras (SCAA, 2009c). El café fue catalogado en cinco categorías (Cuadro 3).

Cuadro 3. Escala y descripción de cada categoría de calidad de taza del café.

Rango	Descripción
90 – 100	Especial/Excelente
85 – 89.99	Muy bueno
80 – 84.99	Bueno
76 – 79.99	Estándar
< 76	Mediocre

Análisis de concentración de sólidos solubles. En ambas fases del estudio se evaluaron los grados sólidos solubles (°Brix) según la AOAC 932.14 con el refractómetro digital Atago PAL-1, Japón (Morales, 2009) en las muestras catadas. Los resultados fueron dados en °Brix que según la literatura indica que el índice de sólidos solubles en el café debe ser de 1.15% - 1.35% (Ortega *et al.*, 2014).

Análisis de pH. En amabas fases se evaluó pH mediante el análisis de la concentración del ion de hidrógeno con un potenciómetro digital. En un vaso se colocó 10 mL del café líquido analizando pH por triplicado para cada tratamiento mediante el potenciómetro Thermo Scientific Orion 3 Star.

Polifenoles totales (Folin-Ciocalteu). Para la segunda fase del estudio se midió la cantidad total de polifenoles solubles en la Fase II del experimento. Se utilizó 0.1 mL de la muestra a analizar, y a este se le agrego 0.5 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu (0.25M), luego se mezcló y se dejó reposar por tres minutos. A la mezcla se le adicionó 0.5 mL de carbonato de sodio 1M (Na₂CO₃), se mezcló y dejó reposar por siete minutos.

Luego se agregó 2 mL de agua destilada a la muestra y se dejó reposar por una hora, pasado este tiempo se leyó la absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda

de 726 nm. Se realizó una curva estándar de ácido gálico utilizando diferentes concentraciones para obtener la pendiente de este u utilizar la ecuación [3], para calcular la cantidad de polifenoles para cada muestra. Los resultados se reportaron en mg de polifenoles expresados como ácido gálico por litro de café concentrado en 50 g/L de agua.

$$\text{Concentración (ppm)} = \frac{\text{Absorbancia}}{\text{Pendiente}} \times \text{factor de dilución} \quad [3]$$

Análisis sensorial discriminatorio. Para el análisis sensorial se hizo una prueba triangular, la cual consiste en darle tres muestras al panelista codificadas de una manera específica, dos muestras eran iguales y solo una era diferente. Se realizaron seis sensoriales, uno por cada tipo de tostado para cada una de las fincas evaluadas. Para cada día se evaluó 60 panelistas con un total de 360 para mayor exactitud del análisis. Mediante el método analítico de chiquadrado (X^2) con una probabilidad del 95% ($P < 0.05$) se determinó si existía diferencia significativa entre cada variedad de café.

Análisis estadístico. Para los análisis físicos, químicos y sensoriales se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) utilizando el programa estadístico SAS[®] y una separación de medias por LSMEANS para determinar si hubo significancia entre tratamientos. Se utilizó una probabilidad del 5%.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase I. Evaluación físico-química y catación de café.

Determinación de defectos. En los resultados de determinación de defectos (Cuadro 4), ambas fincas sobrepasaron las ocho faltas máximas para poder ser catalogadas como café de especialidad o Premium y por ende fueron categorizadas como muestras fuera de grado (SCAA, 2009^a). Sin embargo, Lempira de la finca 2 obtuvo mayor número de defectos, lo que puede ser causada a que esta muestra fue la última cosecha de la plantación en la que se recolectan todos los granos verdes, pintones maduros, sobremaduros y cerezas secas. La cantidad de defectos dependerá del estado de madurez a la que se cosecharon las cerezas de café (Marín *et al.*, 2003).

Cuadro 4. Determinación de defectos y materia extraña en el grano de café verde.

Categoría de defecto	Tipo de defecto	Defectos en 350 g			
		F1 C ¹	F2 L ²	F1 C ¹	F2 L ²
1	Grano Negro	4	1	1	46
	Grano Agrio	4	3	8	147
	Cereza Seca	1	0	0	0
	Daño por Hongo	1	4	0	34
	Materia Extraña	0	0	2	0
	Grano Severo brocado	5	6	0	16
2	Parcial Negro	0	0	0	7
	Parcial Agrio	4	4	1	38
	Pergamino	0	0	0	0
	Flotador	0	0	0	0
	Inmaduro	3	3	0	1
	Averenado o Arrugado	0	0	0	0
	Conchas	2	2	1	0
	Partido/Mordido/Cortado	23	19	25	105
	Cascara o Pulpa seca	0	0	0	0
	Grano Leve brocado	2	34	0	4
Grado Equivalente	49	76	38	398	

F1: Finca 1. F2: Finca 2. C¹ Catuaí. L² Lempira.

Otros factores que determinan la cantidad de defectos encontrados en una muestra de café son temperaturas mayores a 55 °C durante el secado, estrés hídrico, falta de nutrientes, fermentaciones prolongadas, cerezas recogidas del suelo, sobrefermentación, secado desuniforme, almacenamiento y trillado de café húmedo (SCAA, 2009^a). Según los resultados obtenidos el mayor número de defectos son atribuidos a grano agrio y granos partidos, molidos y cortados que son producto de fermentaciones prolongadas del despulpado cuando se ha cosechado grano sobremaduro o del trillado de café húmedo (IHCAFE, 2001).

Pérdida de peso en tostado. El peso perdido del café durante tostado estuvo en un rango de 12.8% a 14.8% (Cuadro 5), lo cual concuerda con estudios realizados que citan que la pérdida durante tostado fue del 12 – 23%. (Forum café, 2014). Este peso abarca la cascarilla y el agua perdida y va a depender de la temperatura y tiempo al que fue sometido. Como se puede observar en el cuadro 4, la pérdida de peso dependió del tiempo de tostado y la humedad del grano. (Forum café, 2014).

La pérdida de peso durante tostado se debió a que en este proceso ocurrieron cuatro fases principales:

Deshidratación. La pérdida de agua presente en el grano.

Hidrólisis. Descomposición de los compuestos orgánicos presentes en café.

Desmolíais. Degradación intercelular

Catálisis. Disminución o aumento de reacciones químicas.

Cuadro 5. Pérdida de peso durante el tostado medio para catación.

Finca	Variedad	Tiempo de tostado a 200 °C (minutos)	Pérdida de peso (%)
1	Catuaí	8.5	13.28
	Lempira	8.1	12.97
2	Catuaí	9.2	14.84
	Lempira	9.1	12.76

Análisis de catación. No hubo diferencia estadística entre variedades en casi todos los atributos (aroma, P = 0.4227; sabor P= 0.3026; cuerpo P= 0.8435); sin embargo, el atributo acidez sí presentó diferencia estadística entre variedad (P=0.0493) solamente en la variedad lempira de la finca uno, ya que en la finca dos, todos los atributos demostraron ser estadísticamente iguales (Cuadro 6). Por otro lado, al comparar ambas variedades entre las dos fincas se demostró que sí hubo diferencia significativa en los atributos acidez, aroma y sabor (P= 0.0001), más no en cuerpo (P= 0.3425), sin embargo, sí se vio reflejada una diferenciación de medias en la interacción de los factores. Las propiedades sensoriales en la taza de café son atribuidas a diferentes condiciones físicas y ambientales

en las que se puede mencionar la altura sobre el nivel del mar, la temperatura, precipitación anual, prácticas agrícolas y de sanidad. Así mismo, el tipo de beneficiado (húmedo o seco) y la preparación final del café verde (IHCAFE, 2001).

La deficiencia de atributos en la Finca dos (Cuadro 6) está vinculada al proceso de secado y a las condiciones de almacenamiento al que estuvo expuesto el grano verde de café. Si el grano es almacenado a una humedad superior del 12%, ambiente relativo >70% y con una temperatura por encima de 20°C, se acelera el proceso de deterioro de la bebida provocando sabores a reposo, viejo, fenol, mohoso y tierra (Puerta, 2001).

Cuadro 6. Análisis de acidez, aroma, cuerpo y sabor de cada variedad de café evaluado por catadores (RTC03).

Finca	Variedad	Acidez	Aroma	Cuerpo	Sabor
		ME [§] ± DE [¶]			
1	Catuaí	5.33 ± 0.00 ^b	5.67 ± 0.17 ^a	5.83 ± 0.00 ^a	5.56 ± 0.10 ^a
	Lempira	5.78 ± 0.09 ^a	5.83 ± 0.00 ^a	6.00 ± 0.00 ^a	6.00 ± 0.00 ^a
2	Catuaí	4.78 ± 0.19 ^c	5.00 ± 0.00 ^b	3.00 ± 0.00 ^b	4.56 ± 0.20 ^b
	Lempira	4.78 ± 0.19 ^c	4.94 ± 0.10 ^b	4.78 ± 0.39 ^b	4.44 ± 0.42 ^b
Coefficiente de variación (%)		2.76	1.79	3.58	4.59

a-c: Letras distintas indican diferencia significativa entre medias de columnas (P < 0.05). [§] Media aritmética. [¶] Desviación estándar.

En la Finca dos, las variedades Lempira y Catuaí presentaron una media aritmética inferior en los atributos de sabor (4.44) y cuerpo (3) respectivamente (Figura 1). El cuerpo en la taza de café esta atribuido al tipo, origen y altitud a la que se cosecha el café y el sabor a la cosecha, beneficiado y almacenamiento (IICA, 1994). Estudios realizados por IHCAFE-CIRAD, la variedad Lempira posee mayor cuerpo en taza que Catuaí (IHCAFE, 2001). Según la catación realizada para este estudio en IHCAFE, la variedad Lempira presentó un sabor ligeramente a viejo y Catuaí a viejo, cabe mencionar que la humedad del grano en Catuaí fue del 14.7%. Se evaluó también el atributo de limpieza y uniformidad, sin embargo no se pudo realizar análisis estadístico ya que todos los tratamientos obtuvieron las mismas notas a lo largo del estudio.

La obtención de la nota final de la calidad de taza de las muestras se obtuvo al sumar los puntos obtenidos en los atributos evaluados en escala de 1 – 10, siendo 10 el puntaje más alto; además para cataciones estándares al café se le otorgó de entrada 50 puntos por el hecho de ser café, según los protocolos de la SCAA. Esto sumó un total de 100 puntos usados en la nota final. Para la nota final, donde se vio reflejada la calidad de taza de las muestras, sí se pudo observar influencia en la diferencia estadística a cause de la variable finca (P < 0.0001) más no por el factor variedad (P=0.2633). Cabe destacar que se pudo observar diferencia de medias entre variedades de la finca 1 (Cuadro 7) cuando se

interactuaron los factores. Esta diferencia pudo ser causada ya que la variedad Lempira de la finca 1 presentó mejor puntaje en el atributo acidez, ya que su correlación fue altamente significativa, mostrando una probabilidad menor a 0.0001.

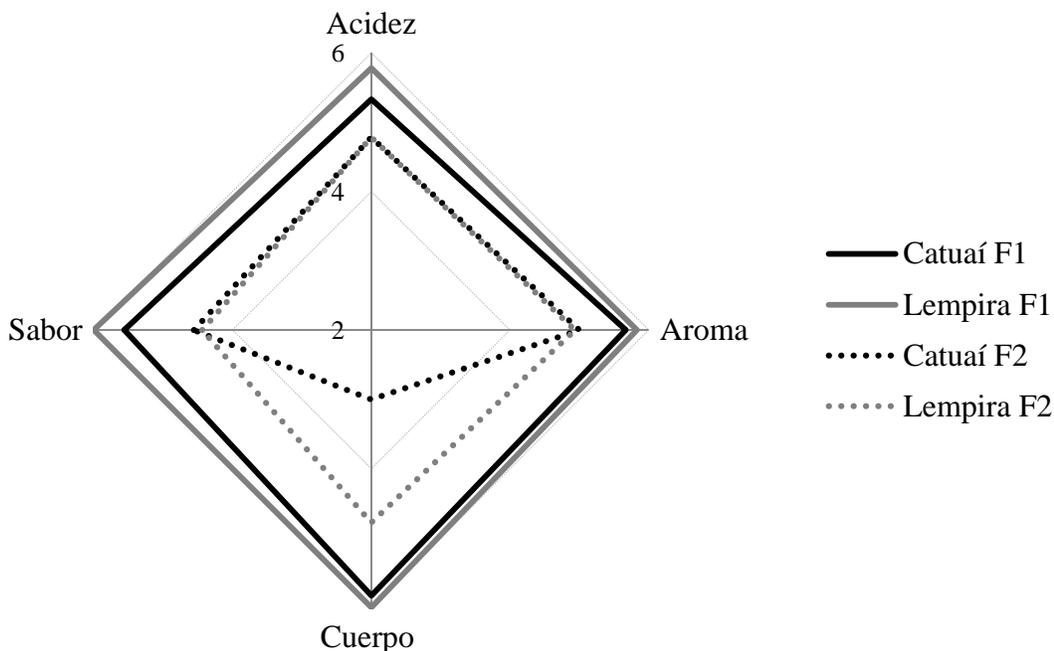


Figura 1. Análisis de los atributos sensoriales de las variedades Catuaí y Lempira en la F1 y F2.
F1: finca 1. F2: finca 2

Cuadro 7. Nota final obtenida a partir de la evaluación sensorial realizada por catadores.

Finca	Variedad	Nota final
		ME [§] ± DE [¶]
1	Catuaí	82.39 ± 0.19 ^b
	Lempira	83.61 ± 0.10 ^a
2	Catuaí	79.33 ± 0.33 ^c
	Lempira	78.94 ± 1.02 ^c
Coefficiente de variación (%)		0.67

a-c: Letras distintas indican diferencia significativa entre medias de columnas (P < 0.05).

[§]Media aritmética. [¶]Desviación estándar

Análisis de pH y sólidos solubles. No se presentó influencia en la diferencia estadística para la variable sólidos solubles según la variedad y finca de procedencia (P=0.1466 y P=0.7502) respectivamente. El porcentaje de sólidos solubles en taza de café se

encontraron entre uno y dos para *Coffea arabica*, concordando con investigaciones anteriores (Puerta, 2000).

El pH se vio afectado por las variables finca y variedad mostrando diferencia estadística con probabilidades de (P=0.0482) y (P=0.0139) respectivamente. La media de pH entre las dos variedades de café de las dos fincas fue de 4.907, encontrándose dentro del rango de pH para *Coffea arabica* que va de 4.9 a 5.2 (Clarke y Macrae, 1988). La acidez en taza depende de varios factores, entre los cuales se puede mencionar la variedad, practicas agronómicas y tipo de tueste (Dulcela *et al.*, 2004). El pH de la variedad Lempira de la finca dos se pudo notar un poco más elevado comparado con los otros tres tratamientos, esto se atribuye a que esta muestra presentó alto número de defectos dados en la fermentación, y a pesar que las tazas fueron evaluadas en limpio, pudo haber influido en el pH de la misma.

También fue evaluada la correlación existente entre pH (Cuadro 8) y el atributo acidez (Cuadro 5), sin embargo la misma no fue significativa (P= 0.1853), lo cual se atribuye a que pH y acidez son conceptos indirectamente relacionados, ya que a mayor acidez en la muestra, el valor de pH será menor.

Cuadro 8. Análisis de pH y sólidos solubles en la taza de café soluble para catación.

Finca	Variedad	pH	Sólidos solubles
		ME [§] ± DE [¶]	ME [§] ± DE [¶]
1	Catuaí	4.96 ± 0.08 ^b	1.96 ± 0.30 ^a
	Lempira	4.90 ± 0.04 ^{ab}	1.93 ± 0.45 ^a
2	Catuaí	4.78 ± 0.11 ^c	1.86 ± 0.45 ^a
	Lempira	5.98 ± 0.11 ^a	2.03 ± 0.35 ^a
Coefficiente de variación (%)		0.73	4.42

a-c: Letras distintas indican diferencia significativa entre medias de columnas (P < 0.05).

§Media aritmética. ¶Desviación estándar.

Análisis de color en taza de café soluble para catación. Según los protocolos para catación especificados por la SCAA, las muestras tuvieron que ser llevadas a un mismo tipo de tueste, basándose en el color de la escala Agrtron, para lo cual se utilizó tueste claro-medio a medio que equivale a una escala en Agrtron de 50 – 69 (SCAA, 2009).

Los datos de L y b* no presentaron diferencia estadística en la catación (Cuadro 9), sin embargo *a y matiz sí presentaron diferencia significativa (Cuadro 9), siendo más influyente el factor finca (P= 0.0365 y P= 0.0291) que la variedad (P= 0.3424 y P= 0.0976) respectivamente. A pesar de esto se pudo inferir que el color en la taza de café soluble se mantuvo independientemente de la variedad o finca ya que todos los valores de matiz fueron muy similares (Cuadro 10), en un rango de 314 – 341, ubicándolos a todos en el cuadrante cuatro de una circunferencia. Esto podría deberse a que las muestras

fueron catadas en limpio (libre de defectos) por lo que no se vio afectada la calidad de la taza.

Cuadro 9. Análisis de L a* b* de cada variedad.

Finca	Variedad	L	a*	b*
		ME [§] ± DE [¶]	ME [§] ± DE [¶]	ME [§] ± DE [¶]
1	Catuaí	3.29 ± 0.22 ^a	2.71 ± 0.75 ^a	-0.90 ± 0.27 ^a
	Lempira	3.56 ± 0.93 ^a	2.50 ± 0.74 ^a	-1.29 ± 0.51 ^a
2	Catuaí	3.17 ± 0.35 ^a	1.72 ± 1.02 ^a	-0.93 ± 0.24 ^a
	Lempira	3.73 ± 0.80 ^a	0.96 ± 0.23 ^b	-0.99 ± 0.11 ^a
Coefficiente de variación (%)		21	1.32	0.49

a-b: Letras distintas indican diferencia significativa entre medias de columnas (P < 0.05) .
[§] Media aritmética. [¶] Desviación estándar.

Cuadro 10. Análisis de ángulo de matiz y croma de cada variedad.

Finca	Variedad	Matiz	Croma
		ME [§] ± DE [¶]	ME [§] ± DE [¶]
1	Catuaí	341.00 ± 7.00 ^a	2.87 ± 0.70 ^a
	Lempira	332.00 ± 11.78 ^{ab}	2.85 ± 0.70 ^a
2	Catuaí	327.00 ± 17.34 ^{ab}	2.00 ± 0.93 ^b
	Lempira	314.00 ± 7.54 ^b	1.39 ± 0.19 ^b
Coefficiente de variación (%)		1.32	0.49

a-b: Letras distintas indican diferencia significativa entre medias de columnas (P < 0.05) . [§] Media aritmética. [¶] Desviación estándar.

Fase II. Efecto del tostado en la calidad físico-química y sensorial del café.

Pérdida de peso durante tostado. La temperatura inicial para cada tostado fue de 160 °C y la temperatura final se mantuvo en un promedio de 183 °C. Sin embargo, el tiempo promedio para cada muestra varió según el tipo de tostado, siendo estos 8.13, 8.99 y 9.70 minutos para claro, medio y oscuro respectivamente.

La pérdida de peso va a depender del tiempo de tostado, humedad del grano y granulometría, por lo que a mayor tiempo de tostado, mayor humedad y menor tamaño de partícula del grano, mayor será la pérdida de peso (Jowanovik *et al.*, 2012). De acuerdo con la literatura, los datos obtenidos presentaron normalidad en el peso perdido, ya que cada muestra fue disminuyendo según el tiempo al que se tostó el grano de café con una

diferencia aproximadamente del 5% entre cada grado de tostado (Cuadro 11). La diferencia del peso perdido entre cada muestra con el mismo tueste pudo deberse a que las muestras no se tostaron al mismo tiempo y a la misma temperatura, sino que hubo pequeños diferenciales entre las mismas que pudieron haber causado estas diferencias.

Cuadro 11. Pérdida de peso en las cuatro muestras según tipo de tostado.

Tostado	Finca	Variedad	Pérdida de Peso (%)
Claro	1	Catuaí	5.06
		Lempira	4.08
	2	Catuaí	4.23
		Lempira	3.86
Medio	1	Catuaí	12.32
		Lempira	10.44
	2	Catuaí	10.71
		Lempira	10.81
Oscuro	1	Catuaí	16.88
		Lempira	15.27
	2	Catuaí	15.14
		Lempira	16.04

Análisis de color por tostado del grano. La temperatura inicial para cada tostado fue de 160 °C y la temperatura final se mantuvo en un promedio de 183 °C, no obstante el tiempo varió según el tipo de tostado y según la muestra de café. Según los protocolos de la SCAA, para llegar a un mismo tipo de tueste, se debe guiar por el dato Agtron, ya que mide el color en el rango en el infrarrojo cercano (750 nm – 1000 nm) del rango de luz. El dato Agtron tiene una escala de 0 – 100, siendo cero el color negro y 100 blanco. Durante el tostado ocurre una acción hidrolítica lo que ocasiona que el grano se hinche y aumente casi el doble de su volumen original. También da origen a otras reacciones de prólisis esperando una reducción en el porcentaje de cafeína (Gil, 2010).

El grano sin tostar de la variedad Catuaí de la Finca dos mostró valores negativos en a* (-1.12) lo cual indica un color en el grano orientado a verde, ambas variedades de la finca uno y Lempira de la Finca dos mostraron tonalidades de verde menos pronunciadas

debido a que los valores estaban orientados a cero dentro de los valores positivos (0.30, 0.07 y 0.55 respectivamente). Ambas variedades presentaron valores positivos en el eje b^* situados en los amarillos (Figura 2).

Ambas variedades presentaron diferencia estadística en el color del grano de café tostado ($P < 0.001$). Las variedades de la Finca uno presentaron mayor pureza del color al ser comparadas con las variedades de la Finca dos. El largo de la línea en la figura 2 representa el croma o la pureza del color, mientras que el ángulo entre la línea y el eje X representa el ángulo de matiz. Estos datos al ser combinados con los valores de a^* y b^* ubican el color del grano en el cuadrante uno de la escala de colores dando tonalidades pardas o marrones donde la intensidad del color dependerá de la luminosidad de la muestra (Figura 2).

El tostado oscuro mostró reducciones significativas en su valor de L (luminosidad) teniendo tonalidades rojizas más oscuras. Sin embargo, la variedad Catuaí de la finca 1 no presentó diferencia estadística en el valor de L entre el tostado claro y el tostado medio (Figura 2). Esto pudo ocurrir por error humano debido a que el tipo de tueste se determinó de forma visual.

Analizando cada dato, se pudo observar que el tostado fue el factor que más influyó en la diferencia estadística obtenida, ya que se obtuvieron probabilidades < 0.0001 ; el segundo factor más influyente fue la variedad que mostró probabilidades más bajas que el factor finca, exceptuando croma donde la probabilidad de finca fue 0.0287 comparada con la probabilidad de variedad que fue 0.0474.

En luminosidad y a^* se pudo observar que las probabilidades del factor variedad fueron 0.0492 y 0.003 respectivamente, comparada con el factor finca ($P = 0.9855$ y $P = 0.1013$) que no tuvo influencia en la significancia estadística. En los datos de b^* y matiz, ambos factores (variedad y finca) sí influenciaron en la diferencia estadística, sin embargo, la variable variedad fue la que más influyó. Las probabilidades de variedad para b^* y matiz fueron 0.001 y 0.0004, comparadas con $P = 0.0053$ y 0.0214, respectivamente.

El tueste está determinado por el tiempo o temperatura a la que se somete el grano de café. A medida que el tiempo de tueste aumenta se desarrolla un proceso de caramelización de los azúcares simples del café, así mismo ocurre una migración de los aceites esenciales del grano hacia la superficie lo que brinda un color más oscuro y una apariencia aceitosa (Márquez, s.f).

Análisis de color de café soluble según tipo de tueste. Analizando los datos, se pudo observar que tanto en luminosidad y b^* hubo diferencia estadística (Cuadro 12). La luminosidad (Figura 4.) se vio afectada por los tres factores, tostado, finca y variedad, con probabilidades de 0.0262, 0.0136 y $P > 0.0001$ respectivamente, siendo más influyente el factor variedad comparado con tostado y finca. En el caso de los datos de b^* , tanto tostado como finca influenciaron en esta diferencia estadística ($P < 0.0001$), sin embargo, el factor variedad no tuvo influencia significativa ($P = 0.2524$). El dato a^* no presentó diferencia significativa entre factores, con una probabilidad de 0.6035 (Figura 3).

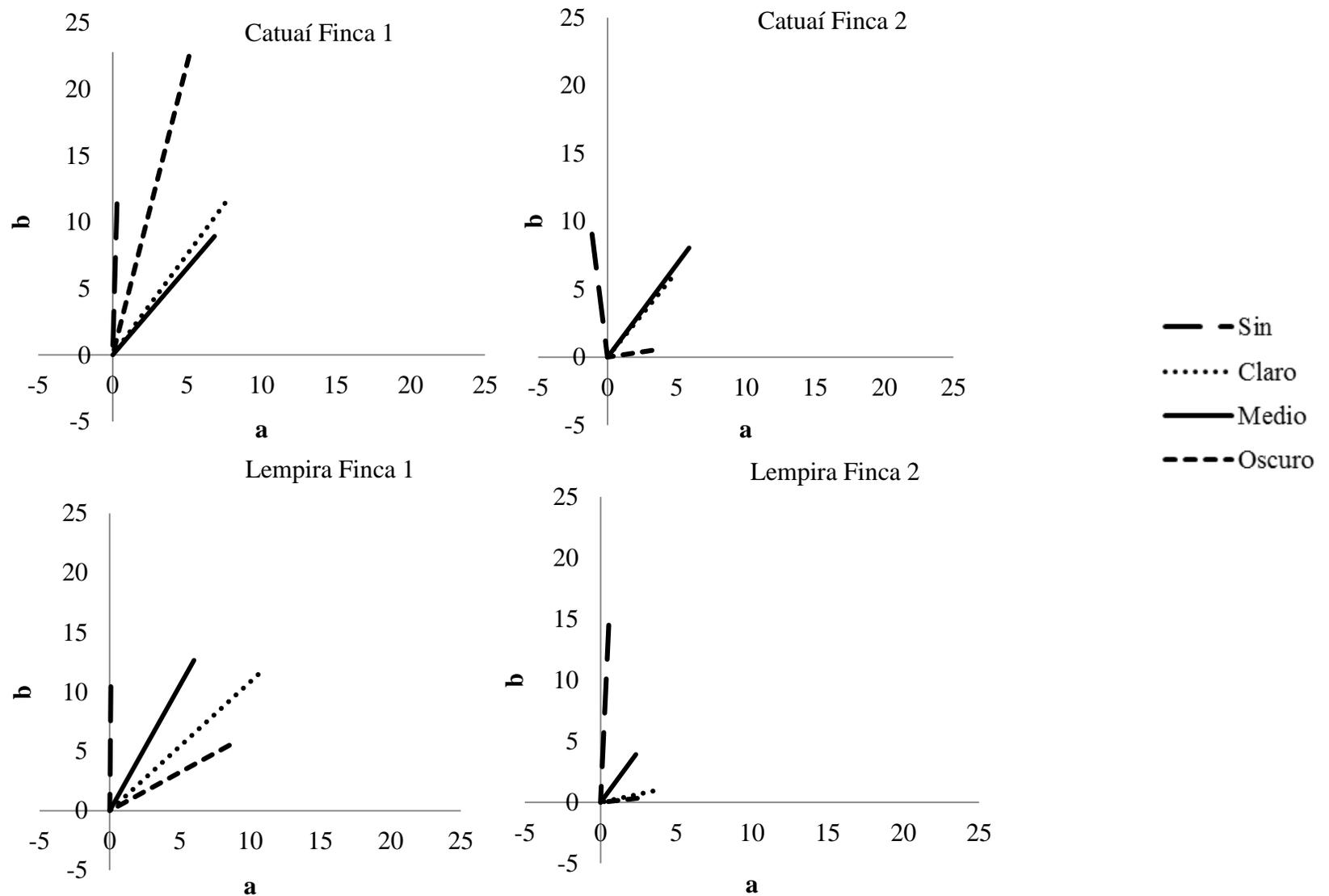


Figura 2. Comparación de dos variedades de café en grano con diferentes niveles de tostado.

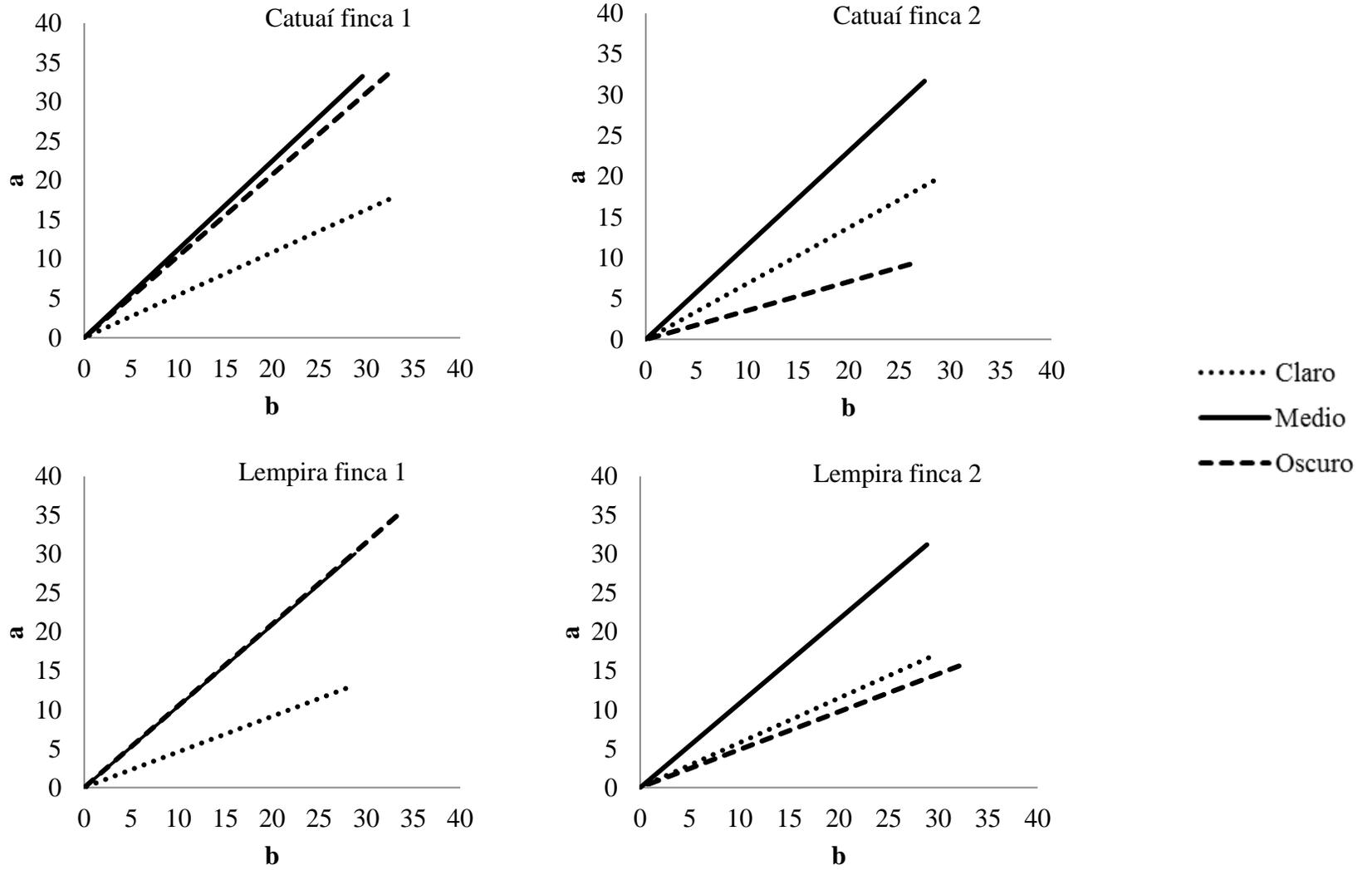


Figura 3. Análisis del cambio de la coloración del café soluble con diferentes niveles de tostado.

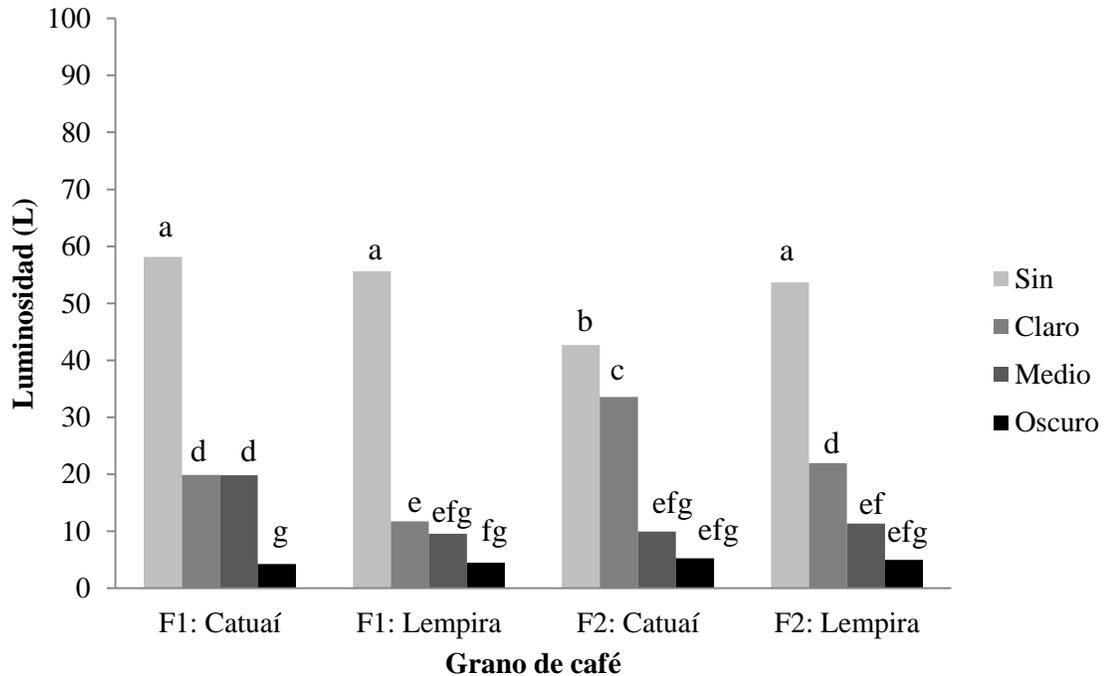


Figura 4. Luminosidad del grano de café según el nivel de tueste.
F1: finca 1. F2: finca 2

Cuadro 12. Análisis de L a* b* de cada variedad en café soluble según tipo de tueste.

Tostado	Finca	Variedad	L	a*	b*
			ME [§] ± DE [¶]	ME [§] ± DE [¶]	ME [§] ± DE [¶]
Claro	1	Catuaí	25.7 ± 2.0 ^c	32.4 ± 0.6 ^a	17.6 ± 1.3 ^{de}
		Lempira	16.4 ± 2.3 ^e	27.8 ± 3.07 ^a	12.7 ± 3.0 ^f
	2	Catuaí	34.1 ± 0.9 ^a	28.4 ± 0.7 ^a	19.4 ± 0.4 ^d
		Lempira	24.9 ± 0.8 ^c	29.0 ± 1.3 ^a	16.7 ± 1.7 ^e
Medio	1	Catuaí	32.5 ± 5.4 ^{ab}	29.6 ± 1.7 ^a	33.2 ± 1.1 ^{ab}
		Lempira	24.3 ± 0.7 ^c	28.8 ± 1.7 ^a	30.1 ± 0.3 ^c
	2	Catuaí	25.6 ± 1.1 ^c	27.5 ± 1.3 ^a	31.7 ± 2.3 ^{bc}
		Lempira	25.2 ± 0.7 ^c	28.8 ± 1.5 ^a	31.2 ± 0.5 ^{bc}
Oscuro	1	Catuaí	35.7 ± 1.2 ^a	32.2 ± 0.7 ^a	33.5 ± 1.7 ^{ab}
		Lempira	29.8 ± 1.2 ^b	33.2 ± 0.6 ^a	34.9 ± 1.9 ^a
	2	Catuaí	20.3 ± 3.1 ^d	26.0 ± 0.7 ^a	9.20 ± 1.7 ^g
		Lempira	24.2 ± 0.6 ^c	32.1 ± 0.6 ^a	15.6 ± 0.8 ^e
Coefficiente de variación (%)			7.22	14.46	6.17

a-g: Letras distintas indican diferencia significativa entre medias de columnas (P < 0.05).

§ Media aritmética. ¶ Desviación estándar.

Cuadro 13. Análisis de ángulo de matiz y croma de cada variedad de café soluble según el tipo de tueste.

Tostado	Finca	Variedad	Matiz	Croma
			ME [§] ± DE [¶]	ME [§] ± DE [¶]
Claro	1	Catuaí	28.5 ± 2.3 ^{bc}	36.9 ± 0.5 ^{cd}
		Lempira	24.4 ± 2.7 ^{cd}	30.6 ± 4.1 ^{ef}
	2	Catuaí	34.4 ± 0.2 ^b	34.4 ± 0.8 ^{de}
		Lempira	29.8 ± 1.5 ^{bc}	33.5 ± 2.0 ^{de}
Medio	1	Catuaí	50.1 ± 13.1 ^a	45.4 ± 9.1 ^{ab}
		Lempira	46.3 ± 1.5 ^a	41.6 ± 1.3 ^{bc}
	2	Catuaí	49.2 ± 0.8 ^a	41.9 ± 2.6 ^{bc}
		Lempira	47.3 ± 1.4 ^a	42.5 ± 1.2 ^b
Oscuro	1	Catuaí	46.1 ± 2.0 ^a	46.5 ± 0.8 ^{ab}
		Lempira	46.4 ± 1.2 ^a	48.2 ± 1.7 ^a
	2	Catuaí	19.5 ± 1.4 ^d	27.6 ± 0.9 ^f
		Lempira	25.9 ± 1.6 ^{cd}	35.7 ± 0.2 ^{de}
Coefficiente de variación (%)			10.63	8.28

a-b: Letras distintas indican diferencia significativa entre medias de columnas (P < 0.05) .

§ Media aritmética. ¶ Desviación estándar.

Los datos de ángulo de matiz de los tratamientos (Cuadro 13.) mostraron que se encuentran dentro del rango de colores rojos (ángulo h= 0 - 89), en el cual presentó influencia en la diferenciación de medias a causa de tostado y finca, con probabilidades <0.0001 y 0.0002 respectivamente, sin embargo, el factor variedad no tuvo influencia estadística (P= 3545). Según los datos obtenidos, el croma también se vio afectado por el tipo de tostado y la finca con probabilidad < 0.001 en ambos casos, sin embargo, no influyó la variedad P=0.9304. Esta diferencia estadística pudo ser causada por los defectos presentados por cada muestra, ya que los mismos van a influenciar en la homogeneidad del color alcanzada. La cantidad de defectos en una finca dependerá del manejo poscosecha que se le dé al grano (IICA 1994).

Análisis de polifenoles. La diferencia estadística de contenido de polifenoles (Cuadro 14) fue influenciada por tostado y variedad (P<0.0001), mas no por finca (P=0.0659). La variable finca no influyó en el contenido de polifenoles debido probablemente a que el lugar de origen de un café solamente va a influir en el contenido de polifenoles de café verde y este tipo de muestra no fue evaluada en el análisis (Cammemer *et al.*, 2006).

El contenido total de polifenoles de las muestras evaluadas disminuyó considerablemente cuando se aumentó la intensidad del proceso térmico, donde el valor más bajo (99.4 mg ácido gálico/ L de café) fue encontrado en el tueste oscuro y el valor más alto (158 mg/L) fue encontrado en el tueste claro (Cuadro 14). Durante el proceso de tostado, algunos polifenoles tienden a degradarse o a formarse a causa de la temperatura, sin embargo, el

contenido total tiende a disminuir al incrementar la intensidad del tostado (Sahin *et al.*, 2009).

El tratamiento térmico causa una interrupción en la pared celular del grano y por lo tanto, los compuestos polifenólicos solubles son liberados (Shan *et al.*, 2015). También a causa de la descomposición de las paredes celulares, hay una liberación de enzimas oxidativas e hidrolíticas que pueden destruir antioxidantes y disminuir el contenido de polifenoles (Somporn, *et al.*, 2011). Los polifenoles se degradan a causa de una condensación oxidativa debido a que son compuestos termolábiles, es por ellos que un tueste oscuro tendrá menor cantidad de polifenoles (Shan *et al.*, 2015).

Los ácidos clorogénicos componen la mayoría de polifenoles presentes en el café verde y tienden a disminuir en el tueste claro, por otro lado, también en este tueste se forman polifenoles que no están presentes en café verde, como lo son el ácido cumárico y el ácido ferúlico (Somporn *et al.*, 2011). Muchos polifenoles presentes en el tueste claro empiezan a degradarse cuando llegan al tueste medio, y otros como el ácido caféico, ácido p-hidroxibenzoico, ácido protocatéquico y vinílico aumentan su contenido en este tueste (Somporn *et al.*, 2011). A pesar de que el tueste oscuro presenta menor cantidad de polifenoles debido a la degradación de los mismos, el ácido clorogénico y ferúlico tienen a incrementar su contenido en este tueste (Somporn *et al.*, 2011).

Cuadro 14. Contenido de polifenoles expresados como miligramos de ácido gálico en un litro de café concentrado (50 g café/ L agua).

Finca de procedencia	Variedad	Tostado	Polifenoles (mg/L)
			ME [§] ± DE [¶]
Finca 1	Catuaí	Claro	131 ± 6.78 ^b
		Medio	115 ± 11.71 ^d
		Oscuro	100 ± 5.87 ^e
	Lempira	Claro	134 ± 6.86 ^b
		Medio	121 ± 18.82 ^{cd}
		Oscuro	111 ± 6.14 ^{de}
Finca 2	Catuaí	Claro	128 ± 20.63 ^{bc}
		Medio	111 ± 5.69 ^{de}
	Lempira	Oscuro	96 ± 3.47 ^e
		Claro	158 ± 11.21 ^a
		Medio	134 ± 8.03 ^b
		Oscuro	112 ± 7.62 ^{de}
Coefficiente de variación (%)			8.49

a-e: Letras distintas indican diferencia significativa entre medias de columnas (P < 0.05).

[§]Media aritmética. [¶]Desviación estándar.

Análisis de pH y sólidos solubles (°Brix). El análisis de pH presentó diferencia estadística influenciada por el tipo de tostado ($P < 0.0001$), mas no por finca y variedad con $P = 0.1814$ y 0.2228 respectivamente. Según los datos obtenidos de pH, la acidez disminuyó a medida que se intensificó el grado de tostado (Cuadro 15). Este comportamiento se consideró normal ya que la acidez disminuye al intensificar el tueste (Castro, 2011). El pH de tueste claro osciló entre 4.38 – 4.55, tueste medio entre 4.46 – 4.91 y tueste oscuro entre 4.57 y 4.99. Algunos datos no se encuentran dentro del rango aceptable de 4.9 a 5.2 (Cenicafé, 2010), sin embargo, los tratamientos evaluados poseían cambios en la temperatura y tiempo (Cuadro 16).

El análisis de °Brix presentó diferencia estadística debido al tostado principalmente ($P < 0.0001$) y finca ($P = 0.0002$), sin embargo, el factor variedad no influyó estadísticamente ($P = 0.674$). Los °Brix en una taza de café soluble oscilan entre uno y dos (Ortega *et al.*, 2014). La mayoría de los datos obtenidos se encontraron dentro de ese rango (Cuadro 15), sin embargo, hubo algunas variaciones que se pueden atribuir a errores durante el tostado o a la forma de extracción del café para la elaboración de las muestras. La Finca uno resultó tener mayor porcentaje de sólidos solubles comparado con la Finca dos, esto se puede atribuir a que la finca dos tuvo un mayor conteo de defectos comparado con la finca 1 (Cuadro 15).

Cuadro 15. Sólidos solubles y pH de muestras evaluadas en el sensorial con panelistas no entrenados.

Tostado	Finca	Variedad	pH	°Brix
			ME [§] ± DE [¶]	ME [§] ± DE [¶]
Claro	1	Catuaí	4.48 ± 0.02 ^f	0.90 ± 0.00 ^d
		Lempira	4.55 ± 0.02 ^e	0.87 ± 0.05 ^{de}
	2	Catuaí	4.38 ± 0.06 ^f	1.40 ± 0.00 ^a
		Lempira	4.43 ± 0.02 ^{ef}	1.40 ± 0.00 ^a
Medio	1	Catuaí	4.48 ± 0.04 ^f	1.06 ± 0.05 ^c
		Lempira	4.46 ± 0.03 ^{fe}	1.10 ± 0.00 ^c
	2	Catuaí	4.46 ± 0.03 ^{fe}	1.26 ± 0.05 ^b
		Lempira	4.91 ± 0.03 ^b	1.10 ± 0.00 ^c
Oscuro	1	Catuaí	4.99 ± 0.02 ^a	0.80 ± 0.00 ^e
		Lempira	4.57 ± 0.02 ^e	1.06 ± 0.05 ^c
	2	Catuaí	4.80 ± 0.02 ^c	0.70 ± 0.10 ^f
		Lempira	4.62 ± 0.01 ^d	0.40 ± 0.10 ^g
Coefficiente de variación (%)			0.58	5.17

a-b: Letras distintas indican diferencia significativa entre medias de columnas ($P < 0.05$).

§ Media aritmética. ¶ Desviación estándar.

Prueba discriminatoria con panelistas no entrenados. Según el cuadro 16, los panelistas solo lograron obtener diferencia estadística en el tueste oscuro de ambas fincas, obteniendo un χ^2 de 7 en la Finca uno y 14.01 en la Finca dos; mientras que el valor crítico con dos grados de libertad fue de 5.99 mostrando que hubo diferencia significativa $P < 0.05$ entre ambas pruebas. Al comparar los χ^2 del tostado claro y medio todos mostraron un $\chi^2 < 4.99$, por lo tanto no hubo diferencias significativas. En los resultados (Cuadro 15) se observó que solamente 161 de 360 panelistas evaluados lograron detectar diferencia entre variedades. Debido a esto, se crea la hipótesis que los caficultores hondureños podrían llegar a reemplazar variedades no resistentes por variedades resistentes a la roya manteniendo la aceptación del consumidor. Siempre y cuando manejen con cuidado procesos de campo, cosecha y beneficiado que puede afectar negativamente la calidad del café.

A medida que el grado de tostado aumenta, atributos como la acidez se van perdiendo. (Gravel, 2011). Sin embargo, otros atributos como la amargura y el cuerpo tienden a pronunciarse más. (Jiménez, 2011). En base a los resultados obtenidos (Cuadro 16), todas las muestras presentaron un mayor nivel de acidez y baja amargura en los tuestes claros y medios, caso contrario ocurrió en el tostado oscuro que el atributo que más sobresalió fue el de amargura. Al disminuir la acidez en la taza los consumidores pudieron notar los demás atributos como diferencias de amargura, sabor, acidez y aroma de las muestras, detectando la diferencia entre variedades (Figura 5) (Santacreo, s.f.).

Las variedades de Catuaí y Lempira presentan diferente valor de amargura, 2.4 y 2.6 respectivamente (IHCAFE, 2001). A pesar de que los valores posean poca diferencia entre ellos, el 50% de los panelistas pudo detectar la muestra diferente basándose en este atributo (Figura 5).

Cuadro 16. Pruebas discriminatorias y análisis de diferencia estadística basada en χ^2 .

Finca	Variedad	Tostado	Respuesta	O	E	$(O-E-0.5)^2/E$	χ^2
1	Catuaí/Lempira	Claro	Correctas	23	20	0.3	0.54
			Incorrectas	37	40	0.2	
	Catuaí/Lempira	Medio	Correctas	22	20	0.1	0.21
			Incorrectas	38	40	0.1	
	Catuaí/Lempira	Oscuro	Correctas	30	20	4.5	7.00
			Incorrectas	30	40	2.5	
2	Catuaí/Lempira	Claro	Correctas	28	20	2.8	4.41
			Incorrectas	32	40	1.6	
	Catuaí/Lempira	Medio	Correctas	24	20	0.6	1.01
			Incorrectas	36	40	0.4	
	Catuaí/Lempira	Oscuro	Correctas	34	20	9.1	14.01
			Incorrectas	26	40	4.9	

O: Observado, E: Esperado, Ho: $\chi^2 \leq 5.99$

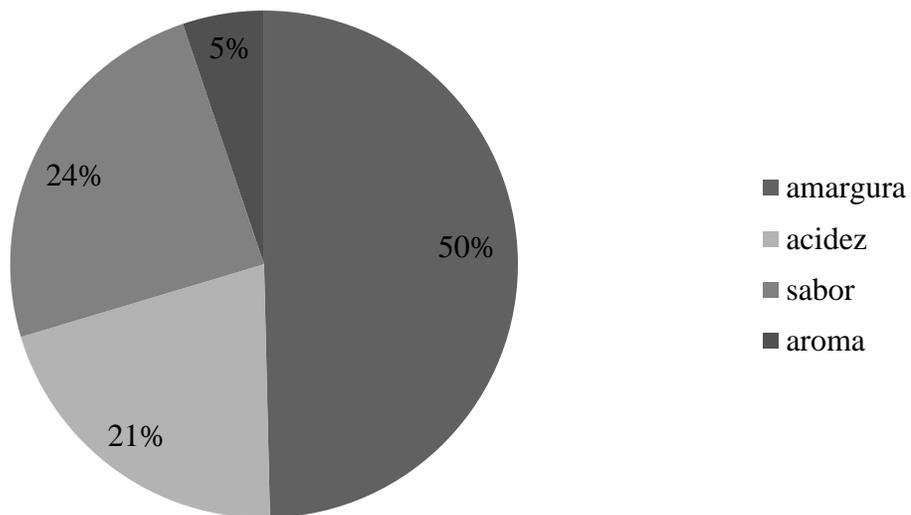


Figura 5. Características que sobresalieron en el sensorial que ayudaron a los panelistas a diferenciar las muestra.

4. CONCLUSIONES

- El origen y los procedimientos poscosecha aplicados tuvieron una mayor significancia en el análisis de calidad de taza, sin importar la resistencia de la variedad contra la roya.
- El contenido de polifenoles disminuyó al aumentar el grado de tueste en el café en un 13% y también dependió de la variedad.
- Los consumidores no pudieron detectar diferencias entre variedades en los tuestes claro y medio sin embargo, lograron percibir diferencias entre variedades en el tueste oscuro atribuidas a diferente grado de amargura entre las mismas.

5. RECOMENDACIONES

- En estudios futuros se debe comenzar con la recolección de muestras y datos entre los meses de febrero y abril.
- Es necesario realizar más investigaciones del mismo tipo con otras variedades de café resistente y no resistente a la roya.
- Realizar más estudios sobre la composición química del café resistente a la roya.

6. LITERATURA CITADA

Agri-Tronix Corporation. 2001. Operating Instruccions for the Dole model 400B moisture tester (en línea). Consultado el 29 de septiembre de 2015. Disponible en: https://www.agri-tronix.com/pdf/dole400b_manual.pdf

AméricaEconómica, 2014. La oscura sombra que deja la roya en los cafetales de Honduras. Consultado el 17 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/la-oscura-sombra-que-deja-la-roya-en-los-cafetales-de-honduras>

ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café). S.f. ¿Qué es la roya del cafeto? (en línea). Consultado el 23 de septiembre de 2015. Disponible en: https://www.anacafe.org/glifos/index.php/12PRIN:Que_es_la_Roya

Anzuetto Francisco. 2013. Variedades de café resistentes a la roya (en línea). Consultado el 15 de julio de 2015. Disponible en: https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Variedades_resistentes_a_roya

Cammemer B y Kroh L. 2006. Antioxidant activity of coffee brews (en línea). Consultado el 19 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://download.springer.com/static/pdf/870/>

Castro D. 2011. Catación de café (en línea). Consultado el 20 de septiembre de 2015. Disponible el: <https://es.scribd.com/doc/134173919/Analisis-fisico-y-sensorial-de-Cafe-Cafe-Vida-ppt>

Cenicafé. 2010. Composición química de una taza de café (en línea). Consultado el 27 de octubre. Disponible en: <http://www.cenicafe.org/es/publications/avt04142.pdf>

Clifford, M. 1975. The composition of green and roasted coffee beans. Proc. Biochem 10, (3) 22-23, (5). 13-16 p.

Dulcela L, Corral R, Farfán D, Cedeño L, Palma R, Sanchez J, Villacis J. Caracterización física y organoléptica de cafes arábigos en los principales agroecosistemas del Ecuador. Ecuador Ed. Fernando Romero. 248 p.

Dupuis J. 2013. Café de Honduras (en línea). Consultado el 04 de abril de 2015. Disponible en: <http://www.honduras.com/coffee-from-honduras/>

FCC (Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia). 2010. El árbol y el entorno (en línea). Consultado el 04 de abril de 2015. Disponible en: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_arbol_y_el_entorno/

Forum del café. 2014. La física y química en el tueste del café (en línea). Consultado el 21 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://www.forumdelcafe.com/articulos-interes-temas.php>

García D. 2013. Incidencia y severidad de la roya del café (*Hemileia vastratix*) y evaluación de alternativas químicas para su control. Lic. Ciencias ambientales y agrícolas. Escuintla, Guatemala. Universidad Rafael Landívar. 1 p.

Gil A. 2010. Tratado de nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos, Volumen 2. Segunda edición. Bogotá, Colombia. Editorial médica Panamericana. P. 342-343.

Gravel B. 2011. La fisiología del sabor; barista vs catador-parte 1 (en línea). Consultado el 16 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://m.elfaro.net/es/201101/opinion/3418/La-fisiolog%C3%ADa-del-sabor-barista-vs-catador---Parte-I.htm>

Herrera J. 1993. Efecto de la aplicación de nitrógeno. Fósforo y potasio en la calidad de taza. Seminario Regional sobre el mejoramiento de la calidad del café. San Pedro Sula, Honduras. 169 p.

Hill J, y Kolb D. 1999. Química para el nuevo milenio. Ed. Roxana Martín. México. 677 p.

IHCAFE, 2001. Manual de Caficultura. Ed. IHCAFE. Honduras. 19 – 32 p.

IHCAFE (Instituto Hondureño del Café). 2007-2008. Informe de cierre de cosecha 2007-2008 (en línea). Consultado el 31 de marzo de 2014. Disponible en: http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=6&Itemid=148

IHCAFE (Instituto Hondureño del Café). 2012. Manejo integrado de plagas (en línea). Consultado el 28 de septiembre de 2015. Disponible en: http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_content&view=article&id=158&Itemid=158

IHCAFE (Instituto Hondureño del Café). 2014. Informe estadístico anual Cosecha 2012 – 2013 (en línea). Consultado el 15 de julio de 2015. Disponible en: [Htp://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=105:informe-de-cierre-2012-2013&id=6:informes-de-cierre&Itemid=148](http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=105:informe-de-cierre-2012-2013&id=6:informes-de-cierre&Itemid=148).

IICA, 1994. Seminario regional sobre el mejoramiento de la calidad del café. San Pedro Sula, Honduras. 50 p.

Illy, 2010. El Arábica. (en línea). Consultado el 15 de junio de 2015. Disponible en: <http://www.illy.com/wps/wcm/connect/es/cafe/planta-cafe#>

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1972. Simposio sobre la roya del café. Traducido y editado por Carlos Enrique Fernández. 7 p.

iTunes. 2014. mColorMeter (en línea). Consultado el 02 julio de 2015. Disponible en <https://itunes.apple.com/us/app/mcolormeter/id503063690>

Jiménez H. 2011. Un buen café: una simbiosis de color y sabor. Ing., Técnica Agrícola. Madrid, España. Universidad Politécnica de Madrid. 4 p.

Jokanović R, Džinić N, Cvetković B, Grujić S, Odžaković B. 2012. Changes on physical properties of coffee beans during roasting. Novi Sad, Serbia. University of Novi Sad, Faculty of Technology. 25 p.

Marín, S., Arcila, J., Montoya, E., Oliveros, C., 2003. Relación entre el estado de madurez del fruto del café y las características de beneficio, rendimiento y calidad de bebida. Cenicafé. 306 – 308 p.

Márquez, s.f. Guía pedagógica para la impartición del bloque de contenidos de las bebidas sin alcohol en el C.F.G.M. de técnico en servicios en restauración. Madrid, España, Editorial visión libros. 25 p.

Morales, N. 2009. Desarrollo de un prototipo de mermelada light de mango utilizando sucralosa y sacarina como edulcorantes no calóricos. Ing., Agroindustrial. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 25 p.

NCA (Asociación Nacional de Café). s.f. ¿Qué es café? (en línea). Consultado el 24 de julio de 2015. Disponible en: <http://www.ncausa.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=67>

Oda L. 2013. Efectos de la roya dejarían pérdidas por US\$600M en la cosecha de café en Centroamérica (en línea). Consultado el 18 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/roya-en-centroamerica-dejaria-perdidas-por-us600m-y-la-cosecha-de-cafe-golpeada->

Oliveros C, López L, Buitrago C, Moreno E. 2010. Determinación del contenido de humedad del café durante el secado en silos. Ing. Agrícola. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 109 p.

Ortega C, L. Caballero, M. Maldonado y Y. Lida. 2014. Evaluación del rendimiento de la extracción de café tostado molido comercial. Ing., de alimentos. Bucaramanda, Colombia. Universidad de Pamplona. 43 p.

Puerta G., 2000. Calidad en taza de algunas mezclas de variedades de café de la especie *Coffea arabica* L. (en línea). Consultado el 26 de septiembre de 2015. Disponible en: [http://www.cenicafe.org/es/publications/arc051\(01\)005-019.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/arc051(01)005-019.pdf)

Puerta G., 2011. Calidad en taza de algunas muestras de variedades de café (en línea). Consultado el 19 de septiembre de 2015. Disponible en: [http://www.cenicafe.org/es/publications/arc051\(01\)005-019.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/arc051(01)005-019.pdf)

Pinochet J., 1987. Plagas y enfermedades de carácter epidémico en cultivos frutales de la región centroamericana. Proyecto de manejo integrado de plagas, Panamá. 17 p.

Rodriguez R. y Monroig M. s.f. Manejo de la roya del cafeto (en línea). Consultado el 23 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id22.htm>

Ruiz M. 2010. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Ed. Médica Panamericana. Panamá.

Sahin H, Topuz A, Pischetsrieder M. 2009. Effect of roasting process on phenolic, antioxidant and browning properties of carob powder (en línea). Consultado el 20 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://download.springer.com/static/pdf/>

SCAA (Specialty Coffee Association of America). 2009a. SCAA Protocols, Grading Green Coffee (en línea). Consultado el 28 de agosto de 2015. Disponible en: <http://www.scaa.org/PDF/resources/grading-green-coffee.pdf>

SCAA (Specialty Coffee Association of America). 2009b. Cupping Protocols (en línea). Consultado el 07 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://www.scaa.org/?page=resources&d=cupping-protocols>

SCAA (Specialty Coffee Association of America). 2009c. Cupping standards (en línea). Consultado el 07 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://www.scaa.org/?page=resources&d=cupping-standards>

SCAA (Specialty Coffee Association of America). S.f. Green Arabica Coffee Classification System (en línea). Consultado el 24 de septiembre de 2015. Disponible en: <https://scaa.ps.membersuite.com/onlinestorefront/ViewMerchandiseDetails.aspx?contextID=fdd7f49b-00ce-c422-9188-0b390c621bf6&categoryID=fdd7f49b-0066-cee2-24b1-0b38ed9442da>

SCAA (Specialty Coffee Association of America), 2014. Green Arabica Coffee Classification System (en línea). Consultado el 24 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://www.scaa.org/?page=resources&d=cupping-protocols>

S.N. 1999. Compuestos ácidos (en línea). Consultado el 09 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://www.food-info.net/es/products/coffee/acids.htm>

Sahin S, Servet G. 2006. Physical properties of foods. Ed. Springer Science + Business Media. LLC. Estados Unidos. Editorial Springer. 169 p.

Santacreo R. s.f. Variedades y mejoramiento genético del café (en línea). Consultado el 18 de septiembre de 2015. Disponible en:

http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=34:tec-guia-variedades&id=1:area-tecnica&Itemid=143&start=20

Shan O, Zzaman W, Yang T. 2015. Effect of Superheated Steam Roasting on Radical Scavenging Activity and Phenolic Content of Robusta Coffee Beans. Ing., de alimentos y tecnología del té. Pulau Pinang, Malaysia. Universiti Sains Malaysia. P 45.

S.N. 1999. Compuestos ácidos (en línea). Consultado el 09 de septiembre de 2015. Disponible en. <http://www.food-info.net/es/products/coffee/acids.htm>

Somporn C, Kamtuo A, Theerakulpisut P, Siriamornpun S. 2011. Effects of roasting degree on radical scavenging activity, phenolics and volatile compounds of Arabica coffee beans (*Coffea arabica* L. cv. Catimor). Ing., de alimentos. Mahasarakham, Thailand. Mahasarakham University.

Zarubica, A., R., Miljković, M., N., Purenović, M., M. y Tomić, V., B. 2005. Colour parameters, whiteness indices and physical features of marking paints for horizontal signalization. Vol 3 (2): 205 – 2016 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Certificado de análisis de catación de la variedad Catuai de la finca 1.

DATOS GENERALES DE LA MUESTRA		
CLIENTE:	ESTUDIO ZAMORANO	CODIGO MUESTRA: A00327
DATOS DE CONTACTO: ANA DIAZ jcardona@zamorano.edu TELEFONO: -		
ALDEA / PARTIDA:	-	MUNICIPIO: DISTRITO
DEPARTAMENTO:	FRANCISCO MORAZAN	FINCA / LOTE: SANTA ISABEL
VARIEDAD / CALIDAD:	CATUAI	ALTURA (msnm): 1300
RESULTADOS OBTENIDOS		
Descripción	Calificación	Fragancias / Aromas
AROMA / FRAGANCIA	5.50	DULCE -
ACIDEZ	5.33	
CUERPO	5.83	Sabores
SABOR	5.50	DULCE CHOCOLATE
LIMPIEZA Y UNIFORMIDAD	10.00	
AGREGUE	50.00	Tipo: HIGH GROWN
NOTA FINAL	82.17	
Comentarios sobre la muestra:	830	
* ensayo acreditado (véase alcance en: www.eca.or.cr)		
Método de Ensayo: PTC03 (Análisis sensorial de rutina)		
El resultado de este análisis se refiere únicamente al material recibido como muestra.		
Calificación: 10=Perfecto,9=Extraordinario,8=Excelente,7=Muy Bueno, 6=Bueno,5=Regular,4=Mediocre,3=Malo,2=Muy malo,1=Horrible		
Resultados: ≥ 90 Especial-Excelente, 85 a 89 BHO-Muy Bueno, 81 a 85 HG-Bueno, 76 a 80 STD- Calidad Meda, <76 Mediocre.		
 Maritza Elizabeth Hernández Catadora LCCC		Notas: Fecha recepción Laboratorio: 17-ago-15 Fecha análisis: 18-ago-15 Emisión: 18-ago-15
 		
Se prohíbe la reproducción (total o parcial) de este Informe de Resultados sin la autorización del LCCC/HCAFE		

Anexo 2. Certificado de análisis de defectos de la variedad Catuai de la finca 1.

GRADO EQUIVALENTE		FUERA DE GRADO	TOTAL	49
TIPO DE DEFECTO		UNIDADES	EQUIVALENTE	DEFECTOS COMPLETOS 360g
CATEGORIA 1	Grano Negro	4	1	4
	Grano Agrio	4	1	4
	Cereza seca	1	1	1
	Daño por hongo	1	1	1
	Materia Extraña	0	1	0
	Grano Severo brocado	29	5	5
CATEGORIA 2	Pardal Negro	2	3	0
	Pardal Agrio	14	3	4
	Pergamino	0	5	0
	Flotador	0	5	0
	Inmaduro	16	5	3
	Averanado o Amargado	0	5	0
	Conchas	14	5	2
	Partido/Mordido/Cortado	119	5	23
	Cascara o Pulpa seca	0	5	0
	Grano Leve brocado	25	10	2

Método de Ensayo: PTC02 * ensayo acreditado (véase alcance en: www.eca.or.cr)

**COLOR	Azulado Verde	-	Verde claro	-	**HUMEDAD	11.9	%
	Verde	X	Amarillento	-	**DAÑO	-	%
	Verdoso	-	Cafesoso	-	**DENSIDAD	-	g/L
	Amarillo Verde	-					
**OLOR	Olor extraño	-	Limpio	X			

** ensayo no acreditado

# Zierenda	< 14	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL
Peso (g)	0.75	2.89	11.36	26.81	28.91	20.07	6.34	2.87	100.00

OBSERVACIONES AW 0.59 / TEMP. 26.1C

TIPO DE DEFECTO	INDIVIDUAL	GRADO EQUIVALENTE
Quaker:	-	-

El resultado de este análisis se refiere únicamente al material recibido como muestra.

Notas:
 Recepción Laboratorio: 17-ago-15
 Fecha análisis: 18-ago-15
 Emisión: 18-ago-15

Se prohíbe la reproducción (total o parcial) de este Informe de Resultados sin la autorización del LCCG/HCAFE

Anexo 3. Certificado de análisis de catación de la variedad Lempira de la finca 1.



INSTITUTO HONDUREÑO DEL CAFE
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 33 Calle, 1-2 Ave Sector El Cacao, Contiguo a Corporación Flores, SPS, Cortés
 Tel: (504) 95360093, 95360097 Tel/Fax: (504) 25989100, 25985030
Informe de Análisis Sensorial (RTC03) Ed1 0905 (2014.02.14)



No: **328**
 Año Cosecha: **2014-2015**

DATOS GENERALES DE LA MUESTRA

CLIENTE:	ESTUDIO ZAMORANO	CODIGO MUESTRA:	A00328
DATOS DE CONTACTO: ANA DIAZ, jcardona@zamorano.edu		TELEFONO: -	
ALDEA / PARTIDA:	-	MUNICIPIO:	DISTRITO
DEPARTAMENTO:	FRANCISCO MORAZAN	FINCA / LOTE:	SANTA ISABEL
VARIEDAD / CALIDAD:	LEMPIRA	ALTURA (msnm):	1300

RESULTADOS OBTENIDOS

Descripción	Calificación	Fragancias / Aromas
AROMA / FRAGANCIA	<u>5.83</u>	DULCE -
ACIDEZ	<u>5.83</u>	
CUERPO	<u>6.00</u>	Sabores
SABOR	<u>6.00</u>	DULCE CHOCOLATE
LIMPIEZA Y UNIFORMIDAD	<u>10.00</u>	
AGREGUE	<u>50.00</u>	Tipo: HIGH GROWN
NOTA FINAL	<u>83.67</u>	

Comentarios sobre la muestra: 966
 -

* ensayo acreditado (véase alcance en: www.eca.or.cr)

Método de Ensayo: PTC03 (Análisis sensorial de rutina)
 El resultado de este análisis se refiere únicamente al material recibido como muestra.
 Calificación: 10=Perfecto,9=Extraordinario,8=Excelente,7=Muy Bueno, 6=Bueno,5=Regular,4=Medioce,3=Malo,2=Muy malo,1=Horrible
 Resultados: ≥ 90 Especial-Excelente, 80 a 89 SHG-Muy Bueno, 81 a 85 HG-Bueno, 76 a 80 STD- Calidad Media, <76 Medioce.


Maritza Elizabeth Hernández
 Catadora LCCC


Laboratorio de ensayo
 Alcance de Acreditación N° LE-076
 Acreditado a partir del: 15.06.2018
 Reconocido por el Comité Técnico 003 por el Ministerio
 Alcance disponible en www.eca.or.cr

Notas:
 Fecha recepción Laboratorio: **17-ago-15**
 Fecha análisis: **18-ago-15**
 Emisión: **18-ago-15**

Se prohíbe la reproducción (total o parcial) de este Informe de Resultados sin la autorización del LCCC/HCAFE

AL SERVICIO DE LA CAFICULTURA HONDUREÑA

Página 1 de 1

Anexo 4. Certificado de análisis de defectos de la variedad Lempira de la finca 1.

GRADO EQUIVALENTE		FUERA DE GRADO	TOTAL	76
CATEGORIA 1				
Grano Negro	1	1	1	
Grano Agrio	3	1	3	
Cereza seca	0	1	0	
Daño por hongo	4	1	4	
Materia Extraña	0	1	0	
Grano Severo brocado	32	5	6	
CATEGORIA 2				
Parcial Negro	0	3	0	
Parcial Agrio	12	3	4	
Pergamino	0	5	0	
Flotador	0	5	0	
Inmaduro	16	5	3	
Averanado o Arrugado	0	5	0	
Conchas	10	5	2	
Partido/Mordido/Cortado	97	5	19	
Casca o Pulpa seca	0	5	0	
Grano Leve brocado	343	10	34	

Método de Ensayo: PTC02 * ensayo acreditado (véase alcance en: www.eca.or.cr)

** ensayo no acreditado

**COLOR	Azulado Verde	<input checked="" type="checkbox"/>	Verde claro	<input type="checkbox"/>	**HUMEDAD	11.5 %
	Verde	<input type="checkbox"/>	Amarillento	<input type="checkbox"/>	**DAÑO	- %
	Verdoso	<input type="checkbox"/>	Cafesoso	<input type="checkbox"/>	**DENSIDAD	- g/L
	Amarillo Verde	<input type="checkbox"/>				
**OLOR	Olor extraño	<input type="checkbox"/>	Limpio	<input checked="" type="checkbox"/>		

**GRANULOMETRIA

# Zarcas	< 14	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL
Peso (g)	1.36	4.18	9.19	24.58	30.09	20.00	8.22	2.38	100.00

OBSERVACIONES AW 0.57 / TEMP. 26.4C

CAFE TOSTADO**

TIPO DE DEFECTO	INDIVIDUAL	GRADO EQUIVALENTE
Quaker:	-	-

El resultado de este análisis se refiere únicamente al material recibido como muestra.

Notas:
Recepción Laboratorio: 17-ago-15
Fecha análisis: 18-ago-15
Emisión: 18-ago-15

Maritza E. Hernández
Catadora de LCCC

Se prohíbe la reproducción (total o parcial) de este Informe de Resultados sin la autorización del LCCC/HCAFE

Anexo 5. Certificado de análisis de catación de la variedad Catuai de la finca 2.



INSTITUTO HONDUREÑO DEL CAFÉ
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 33 Calle, 1-2 Ave Sector El Cacao, Contiguo a Corporación Flores, SPS, Cortés
 Tel: (504) 95360093, 95360097 Tel/Fax: (504) 25569100, 25565030
Informe de Análisis Sensorial (RTC03) EdI 0905 (2014.02.14)



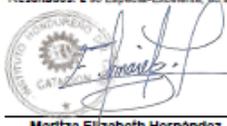
No: 330
 Año Cosecha: 2014-2015

DATOS GENERALES DE LA MUESTRA		
CLIENTE:	ESTUDIO ZAMORANO	CODIGO MUESTRA: A00330
DATOS DE CONTACTO: ANA DIAZ jcardona@zamorano.edu		
ALDEA / PARTIDA:	-	MUNICIPIO: DISTRITO
DEPARTAMENTO:	FRANCISCO MORAZAN	FINCA / LOTE: COLATINA
VARIEDAD / CALIDAD:	CATUAI	ALTURA (msnm): 1200

RESULTADOS OBTENIDOS		
Descripción	Calificación	Fragancias / Aromas
AROMA / FRAGANCIA	<u>5.00</u>	VIEJO -
ACIDEZ	<u>4.67</u>	
CUERPO	<u>5.00</u>	Sabores
SABOR	<u>4.33</u>	MADERA VIEJO
LIMPIEZA Y UNIFORMIDAD	<u>10.00</u>	
AGREGUE	<u>50.00</u>	Tipo: STANDARD
NOTA FINAL	<u>79.00</u>	
Comentarios sobre la muestra: 27		

* ensayo acreditado (véase alcance en: www.eca.or.cr)

Método de Ensayo: PTC03 (Análisis sensorial de rutina)
 El resultado de este análisis se refiere únicamente al material recibido como muestra.
 Calificación: 10=Perfecto, 9=Extraordinario, 8=Excelente, 7=Muy Bueno, 6=Bueno, 5=Regular, 4=Mediocre, 3=Malo, 2=Muy malo, 1=Horrible
 Resultados: ≥ 90 Especial-Excelente, 85 a 89 SHG-Muy Bueno, 81 a 85 HG-Bueno, 76 a 80 STD- Calidad Media, <76 Mediocre.


Maritza Elizabeth Hernández
 Catadora LCCC


 Laboratorio de ensayo
 Alcance de Acreditación N° LE-076
 Acreditado a partir del: 15/06/2014
 Reconocimiento del Comité Nacional de Evaluación
 Alcance disponible en www.eca.or.cr

Notas:

 Fecha recepción Laboratorio: **17-ago-15**
 Fecha análisis: **18-ago-15**
 Emisión: **18-ago-15**

Se prohíbe la reproducción (total o parcial) de este Informe de Resultados sin la autorización del LCCC/HCAFE

AL SERVICIO DE LA CAFICULTURA HONDUREÑA

Página 1 de 1

Anexo 6. Certificado de análisis de defectos de la variedad Catuaí de la finca 2.



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 33 Calle, 1-2 Ave Sector El Cacao, Contiguo a Corporación Flores, SPS, Cortés
 Tel: (504) 95360093, 95360097 Tel/Fax: (504) 25569100, 25565030

Informe de Análisis de Café Verde (RTC40)
 ED0904 (2014.02.14)



No:
 AÑO COSECHA:

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE: TELEFONO:
 DIRECCION:

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO: IDENTIFICACION:

CAFÉ VERDE

* Determinación de Defectos y Materia Extraña en café verde

GRADO EQUIVALENTE	FUERA DE GRADO	TOTAL	38
TIPO DE DEFECTO		UNIDADES	EQUIVALENTE
CATEGORIA 1	Grano Negro	1	1
	Grano Agrio	8	1
	Cereza seca	0	1
	Daño por hongo	0	1
	Materia Extraña	2	1
	Grano Severo brocado	0	5
CATEGORIA 2	Parcial Negro	0	3
	Parcial Agrio	5	3
	Pergamino	0	5
	Flotador	0	5
	Inmaduro	0	5
	Averanado o Arugado	0	5
	Conchas	5	5
	Partido/Mordido/Cortado	125	5
	Cascaira o Pulpa seca	0	5
	Grano Leve brocado	0	10

Método de Ensayo: PTC02 * ensayo acreditado (véase alcance en: www.eca.or.cr) ** ensayo no acreditado

****COLOR**

Azulado Verde	<input checked="" type="checkbox"/>	Verde claro	<input type="checkbox"/>
Verde	<input type="checkbox"/>	Amarillento	<input type="checkbox"/>
Verdoso	<input type="checkbox"/>	Cafesoso	<input type="checkbox"/>
Amarillo Verde	<input type="checkbox"/>		

****OLOR**

Olor extraño	<input type="checkbox"/>	Limpio	<input checked="" type="checkbox"/>
--------------	--------------------------	--------	-------------------------------------

****HUMEDAD** %
****DAÑO** %
****DENSIDAD** g/L

****GRANULOMETRIA**

#Zaranda	< 14	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL
Peso (g)	0.52	1.88	9.76	19.96	33.45	27.01	6.88	0.54	100.00

OBSERVACIONES

CAFÉ TOSTADO**

TIPO DE DEFECTO	INDIVIDUAL	GRADO EQUIVALENTE
Quaker:	-	-

El resultado de este análisis se refiere únicamente al material recibido como muestra.

Notas:
 Recepción Laboratorio: 17-ago-15
 Fecha análisis: 18-ago-15
 Emisión: 18-ago-15



Maritza E. Hernández
 Catadora de LCCC



Laboratorio de Ensayos
 Unidad de Análisis de Café Verde
 Autorización No. 11-00019
 Ministerio de Agricultura y Ganadería
 Alvaro Quirós de Arce

Se prohíbe la reproducción (total o parcial) de este Informe de Resultados sin la autorización del LCCC/HCAFE

Anexo 7. Certificado de análisis de catación de la variedad Lempira de la finca 1.



INSTITUTO HONDUREÑO DEL CAFE
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 33 Calle, 1-2 Ave Sector El Cacao, Contiguo a Corporación Flores, SPS, Cortés
 Tel: (504) 95360033, 95360097 Tel/Fax: (504) 25969100, 25965030
Informe de Análisis Sensorial (RTC03) Ed1 0905 (2014.02.14)



No: **331**
 Año Cosecha: **2014-2015**

DATOS GENERALES DE LA MUESTRA

CLIENTE:	ESTUDIO ZAMORANO	CODIGO MUESTRA:	A00331
DATOS DE CONTACTO: ANA DIAZ, jcardona@zamorano.edu		TELEFONO: -	
ALDEA / PARTIDA:	-	MUNICIPIO:	DISTRITO
DEPARTAMENTO:	FRANCISCO MORAZAN	FINCA / LOTE:	COLATINA
VARIEDAD / CALIDAD:	LEMPIRA	ALTURA (mnm):	1200

RESULTADOS OBTENIDOS

Descripción	Calificación	Fragancias / Aromas
AROMA / FRAGANCIA	5.00	LIGERAMENTE VIEJO -
ACIDEZ	5.00	
CUERPO	5.00	Sabores
SABOR	4.83	VIEJO -
LIMPIEZA Y UNIFORMIDAD	10.00	
AGREGUE	50.00	Tipo: STANDARD
NOTA FINAL	79.83	

Comentarios sobre la muestra: 264

* ensayo acreditado (véase alcance en: www.eca.or.cr)

Método de Ensayo: PTC03 (Análisis sensorial de rutina)
 El resultado de este análisis se refiere únicamente al material recibido como muestra.
 Calificación: 10=Perfecto,9=Extraordinario,8=Excelente,7=Muy Bueno, 6=Bueno,5=Regular,4=Medioce,3=Malo,2=Muy malo,1=Horrible
 Resultados: ≥ 90 Especial-Excelente, 80 a 89 SHQ-Muy Bueno, 81 a 85 HQ-Bueno, 76 a 80 STD- Calidad Medie, <76 Medioce.


Maritza Elizabeth Hernández
 Catadora LCCC


Laboratorio de ensayo
 Alcançe de Acreditación N. LE-676
 Reconocido a partir del: 15.06.2019
 Reconocido hasta del: 15.06.2020
 Alcançe disponible en www.eca.or.cr

Notas:

Fecha recepción Laboratorio: 17-ago-15
 Fecha análisis: 18-ago-15
 Emisión: 18-ago-15

AL SERVICIO DE LA CAFICULTURA HONDUREÑA

Página 1 de 1

Anexo 8. Certificado de análisis de defectos de la variedad Lempira de la finca 2.

GRADO EQUIVALENTE		FUERA DE GRADO	TOTAL	398
* Determinación de Defectos y Materia Extraña en café verde				
TIPO DE DEFECTO	UNIDADES	EQUIVALENTE	DEFECTOS COMPLETOS 360g	
CATEGORIA 1	Grano Negro	46	1	46
	Grano Agrio	147	1	147
	Cereza seca	0	1	0
	Daño por hongo	34	1	34
	Materia Extraña	0	1	0
	Grano Severo brocado	81	5	16
CATEGORIA 2	Parcial Negro	21	3	7
	Parcial Agrio	115	3	38
	Pergamino	0	5	0
	Flotador	0	5	0
	Inmaduro	9	5	1
	Averanado o Amugado	0	5	0
	Conchas	0	5	0
	Partido/Mordido/Cortado	526	5	105
	Cascara o Pulpa seca	0	5	0
	Grano Leve brocado	45	10	4

Método de Ensayo: PTC02 * ensayo acreditado (véase alcance en: www.eca.or.cr) ** ensayo no acreditado

**COLOR	Azulado Verde	-	Verde claro	-	**HUMEDAD	11.4	%
	Verde	-	Amarillento	X	**DAÑO	-	%
	Verdoso	-	Cafesoso	-	**DENSIDAD	-	g/L
	Amarillo Verde	-					
**OLOR	Olor extraño	-	Limpio	X			

**GRANULOMETRIA

# Zarcado	< 14	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL
Peso (g)	0.60	2.09	6.74	17.93	24.41	29.01	14.97	4.25	100.00

OBSERVACIONES AW 0.60 / TEMP. 26.1C

CAFE TOSTADO**		
TIPO DE DEFECTO	INDIVIDUAL	GRADO EQUIVALENTE
Quaker:	-	-

El resultado de este análisis se refiere únicamente al material recibido como muestra.

Notas:
Recepción Laboratorio: 17-ago-15
Fecha análisis: 18-ago-15
Emisión: 18-ago-15

Se prohíbe la reproducción (total o parcial) de este Informe de Resultados sin la autorización del LOGGHC/CAFE

Anexo 9. Certificado de análisis de pérdida de ambas variedades y fincas.

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD 33 Calle, 1-2 Ave Sector El Cacao, Contiguo a Corporación Flores, SPS, Cortés Tel: (504) 95360093, 95360097 Tel/Fax: (504) 25569100, 25565030		
	Informe Determinación de Pérdida de masa a 105 °C (RTC37) EDI 0903 (2014.02.14)		
		No: 24	
AÑO COSECHA: 2015-2016			
DATOS DEL CLIENTE			
NOMBRE:	ESTUDIO ZAMORANO	TELEFONO: -	
DIRECCION:	FRANCISCO MORAZAN, HONDURAS		
RESULTADOS OBTENIDOS*			
CODIGO	Descripción de la muestra	Determinación pérdida de masa 105 °C	Incertidumbre (k=2, 95 %)
A00327	CAFÉ VERDE	11.14 %	± 0.08 %
A00328	CAFÉ VERDE	10.80 %	± 0.08 %
A00329	CAFÉ VERDE	11.66 %	± 0.08 %
A00330	CAFÉ VERDE	12.95 %	± 0.08 %
A00331	CAFÉ VERDE	10.83 %	± 0.08 %
	UL		
Método de Ensayo: PTC14 * ensayo acreditado (véase alcance en: www.eca.or.cr) El resultado de este análisis se refiere únicamente al material recibido como muestra.			
Comentarios:		MUESTRAS DE ANALISIS	
830, 365, 736, 27, 264			
 MARITZA Hernández	 Laboratorio de ensayo Alcance de Acreditación N° LE-076 Acreditado a partir de: 15.06.2010 De acuerdo a la Ley No. 11, Decreto Ejecutivo 35322 y sus modificaciones Alcance disponible en www.eca.or.cr	Notas: Fecha recepción Laboratorio: 18-ago-15 Fecha análisis: 18-ago-15 Emisión: 19-ago-15	
		Se prohíbe la reproducción (total o parcial) de este Informe de Resultados sin la autorización del LCCC/IHCAFE	

Anexo 10. Encuesta realizada en el análisis sensorial con panelistas no entrenados.

Nombre: _____ Fecha: _____	
Tipo de muestra: _____ Panelista No. _____	
Instrucciones: Frente a usted hay tres muestras de café codificadas, galleta soda y un vaso con agua. Comience probando las muestras de izquierda a derecha usando la galleta y el agua antes y después de cada muestra para limpiar el paladar. Dos de las muestras son iguales y una es diferente. Determine con una "X" cuál de las tres muestras es la diferente.	
Muestras	Muestra diferente
524	_____
275	_____
923	_____
¿Qué característica físico-química percibió en la muestra diferente? _____	
Muchas Gracias	

Anexo 11. Resultados de color del grano de café con tres tipos de tostado.

Tostado	Finca	Variedad	L	a*	b*	Matiz	Croma
			ME [§] ± DE [¶]				
Sin Tostar	1	Catuaí	58.1 ± 3.7 ^a	0.3 ± 0.9 ^{gh}	11.3 ± 1.4 ^{bcd}	88.0 ± 4.3 ^a	11.4 ± 1.5 ^{de}
		Lempira	55.6 ± 2.8 ^a	0.1 ± 0.8 ^{gh}	10.4 ± 2.8 ^{cd}	88.6 ± 5.1 ^a	10.5 ± 2.8 ^e
	2	Catuaí	42.6 ± 12.3 ^a	-1.1 ± 0.6 ^h	9.21 ± 1.0 ^{cde}	97.33 ± 4.6 ^a	9.15 ± 1.0 ^{ef}
		Lempira	53.6 ± 9.2 ^b	0.5 ± 1.6 ^h	14.5 ± 0.2 ^b	89.0 ± 7.0 ^a	14.6 ± 3.2 ^{bc}
Claro	1	Catuaí	19.8 ± 0.9 ^d	7.5 ± 1.5 ^{bc}	11.4 ± 1.1 ^{bcd}	56.6 ± 4.6 ^c	13.7 ± 1.5 ^{bcd}
		Lempira	11.7 ± 3.4 ^e	6.8 ± 0.6 ^{bc}	8.4 ± 4.3 ^{de}	49.3 ± 14.6 ^{cde}	11.46 ± 3.6 ^{cde}
	2	Catuaí	33.5 ± 3.2 ^c	5.4 ± 1.3 ^{cde}	23.9 ± 2.6 ^a	77.0 ± 4.0 ^b	24.6 ± 2.8 ^a
		Lempira	21.9 ± 0.3 ^d	10.6 ± 2.8 ^a	11.45 ± 1.9 ^{bcd}	47.6 ± 12.4 ^{cde}	15.83 ± 0.4 ^b
Medio	1	Catuaí	19.8 ± 0.2 ^d	5.9 ± 1.1 ^{cd}	12.6 ± 0.4 ^{bc}	64.7 ± 3.2 ^b	14.0 ± 0.8 ^{bcd}
		Lempira	9.6 ± 1.6 ^{ef}	8.51 ± 0.3 ^{ab}	5.5 ± 1.9 ^{ef}	33.0 ± 9.5 ^e	9.9 ± 1.0 ^{ef}
	2	Catuaí	9.9 ± 0.8 ^{efg}	4.6 ± 0.8 ^{def}	5.7 ± 1.5 ^{de}	50.6 ± 12.5 ^{cd}	7.4 ± 0.8 ^f
		Lempira	11.3 ± 0.4 ^{efg}	5.9 ± 1.5 ^{cd}	8.0 ± 0.1 ^{ef}	54.3 ± 7.8 ^{cd}	10.0 ± 0.8 ^{ef}
Oscuro	1	Catuaí	4.2 ± 0.4 ^{efg}	3.2 ± 1.4 ^{ef}	3.0 ± 0.5 ^{fg}	8.6 ± 5.5 ^f	3.3 ± 1.4 ^g
		Lempira	4.5 ± 0.2 ^{efg}	3.5 ± 0.6 ^{ef}	0.9 ± 0.4 ^g	15.3 ± 9.3 ^f	3.6 ± 0.5 ^g
	2	Catuaí	5.3 ± 0.4 ^{fg}	2.3 ± 2.1 ^{fg}	3.9 ± 3.6 ^g	38.0 ± 26.4 ^f	3.3 ± 1.2 ^g
		Lempira	4.9 ± 0.3 ^g	2.4 ± 0.6 ^{fg}	0.3 ± 0.2 ^g	8.0 ± 7.5 ^{de}	2.5 ± 0.6 ^g
Coefficiente de variación (%)			18.5	32.3	25.3	19.0	17.2

a-h: Letras distintas indican diferencia significativa entre medias de columnas (P < 0.05). [§] Media aritmética. [¶] Desviación estándar.