

Evaluación física y calidad de taza de dos variedades de café en dos condiciones de almacenamiento

Wilmer Miguel Reyes Henriquez

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Evaluación física y calidad de taza de dos variedades de café en dos condiciones de almacenamiento

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

Presentado por

Wilmer Miguel Reyes Henriquez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2018

Evaluación física y calidad de taza de dos variedades de café en dos condiciones de almacenamiento

Wilmer Miguel Reyes Henriquez

Resumen. El almacenamiento no adecuado es una de las causas principales de pérdida de calidad en café. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del procesamiento y almacenamiento de café en sus características físicas y sensoriales. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial ($2 \times 2 \times 2$) con dos variedades de café (Parainema y Catuaí), dos tipos de fermentación (abierta y cerrada) y dos condiciones de almacenamiento (climatizado y no climatizado), con medidas repetidas en tiempo (0, 30, 60 y 90 días). Se realizaron análisis físicos (color y daños) en café trillado y análisis sensoriales (catación y preferencia) en café tostado. El color mostró diferencias significativas entre tratamientos y estos valores se mantuvieron a través del tiempo independientemente de su condición de almacenamiento. El análisis sensorial de catación al inicio de la investigación dio como resultado que todos los tratamientos se categorizaron como cafés especiales (puntaje > 80). Los tratamientos expuestos a condiciones no controladas de almacenamiento mostraron disminuir su nota final significativamente a través del tiempo a excepción de Catuaí con fermentación abierta. Los tratamientos con fermentación cerrada disminuyeron a tal nivel que redujeron su categoría a cafés convencionales. Todos los tratamientos almacenados en condiciones controladas mantuvieron su perfil de taza durante 90 días. Los panelistas no mostraron preferencia alguna por los tratamientos evaluados. Se recomienda estudiar otras variedades y realizar análisis químicos y microbiológicos.

Palabras clave: Atributos, caficultores, catación, fermentación.

Abstract. The inadequate storage is one of the main causes of quality loss in coffee. The objective of this study was to evaluate the effect of processing and storage of coffee on its physical and sensorial characteristics. A completely randomized design with a factorial arrangement ($2 \times 2 \times 2$) was used, which included two varieties of coffee (Parainema and Catuaí), two types of fermentation (open and closed) and two storage conditions (room and controlled temperatures), and repeated measures over time (0, 30, 60 and 90 days). Physical analyzes (color and damage) were performed in green coffee and sensory analyses (cupping and preference) in roasted coffee. Color showed to have significant differences among treatments and these values were maintained over time regardless of their storage condition. Cupping at the beginning of the investigation showed that all the treatments were categorized as special coffees (score > 80). Treatments exposed to uncontrolled storage conditions showed that their final grade decreased significantly over time, with the exception of Catuaí with open fermentation. Treatments with fermentation deprived from oxygen (closed) decreased to such a level that they reduced their category to conventional coffees. All treatments stored under controlled conditions maintained their cup profile for 90 days. Panelists showed no preference for any treatment evaluated. Further studies are recommended with other varieties and performing chemical and microbiological analyzes.

Key words: Attribute, coffee farmers, cup quality, fermentation.

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.....	10
4. CONCLUSIONES.....	24
5. RECOMENDACIONES.....	25
6. LITERATURA CITADA	26
7. ANEXOS	31

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Descripción de tratamientos.	4
2. Descripción de determinación de defectos y materia extraña en granos de café verde.	6
3. Escala y descripción de cada categoría de calidad de taza del café.	8
4. Determinación de defectos y materia extraña en granos de café verde.	12
5. Análisis de nota final de cada variedad de café según su fermentación a través del tiempo en diferentes condiciones de almacenamiento.	14
6. Análisis de L* de cada variedad de café según su fermentación a través del tiempo en diferentes condiciones de almacenamiento.	16
7. Análisis de croma de cada variedad de café según su fermentación a través del tiempo en diferentes condiciones de almacenamiento.	18
8. Análisis de matiz de cada variedad de café según su fermentación a través del tiempo.	19
9. Costo de almacenar café en diferentes ambientes.	21
10. Comparación ingresos brutos al mantener perfil de taza en 100ton almacenados en diferentes ambientes.	22
11. Análisis sensorial de preferencias de café por chi-cuadrado a través del tiempo. .	23
Figuras	Página
1. Comportamiento de temperaturas a través del tiempo en bodega no climatizada y bodega climatizada durante los meses abril - junio. Elaboración propia.	10
2. Comportamiento de g de agua/ Kg de aire seco a través del tiempo en bodega no climatizada y bodega climatizada.	11
Anexos	Página
1. Ejemplo de informe análisis de sensorial de café.	31
2. Análisis de atributos en cada variedad de café según su fermentación a través del tiempo en aroma, sabor, resabio, acidez, cuerpo y balance.	32
3. Análisis de color en cada variedad de café según su fermentación a través del tiempo.	38

1. INTRODUCCIÓN

El café es el tercer producto alimentario más importante superado por el trigo y el azúcar, representando más de 17 mil millones de dólares americanos por año, esto, respaldado por la organización internacional del café (Wintgens 2009). Es uno de los grandes productos básicos del mercado mundial, ya que más del 80% de la producción es objeto del comercio internacional (Quintero y Rosales 2014). La región Mesoamericana que comprende a México y Centro América es la segunda más productiva del aromático a nivel mundial (Castro *et al.* 2005). En la cosecha de los años 2016-2017 el sector cafetalero representó para Honduras el 5% del producto interno bruto (PIB) nacional, generando USD 1,328 millones en divisas, este se produce en 15 de los 18 departamentos siendo el país con mayor producción en Centro América, tercero en América y el quinto a nivel mundial (IHCAFE 2017a). La cantidad de mano de obra ha sido uno de los pilares de la sostenibilidad de la economía. Sin embargo, aunque las estadísticas demuestran un claro repunte de la caficultura hondureña, existen problemas de plagas, nuevas razas de roya, bajos precios en el mercado internacional y pérdida de calidad (Ávila 2017).

El mercado de cafés diferenciados o con un valor agregado difieren de los normales por su calidad en el producto o por sus prácticas de producción. En la primera clasificación de especiales se observan las variables físicas y sensoriales como el tamaño, aroma, sabor y cuerpo. En la segunda clasificación se ven los estándares que garantizan los resultados sociales y ambientales como por ejemplo salarios justos, adopción de prácticas amigables con la flora y fauna (Hernández *et al.* 2015). Partiendo de la premisa de los bajos precios a nivel mundial, se deben buscar nuevas alternativas para mejorar o mantener la calidad, entre ellas una mejor trazabilidad y condiciones de almacenamiento óptimas; se debe destacar que el mercado de los cafés especiales es mejor pagado.

Honduras se divide en seis regiones cafeteras que son Copán, Opalaca, Montecillos, Comayagua, El Paraíso y Agalta, estas con diferencias en épocas de cosecha, temperaturas y precipitación anual. En todas la regiones los granos de café son comúnmente despulpados, secados y almacenados sin ningún tipo de control de condiciones como humedad relativa y temperatura, lo que favorece el deterioro o pérdida de calidad más acelerado (Borém *et al.* 2013). En Honduras no existen condiciones óptimas de almacenamiento establecidas, a pesar de la importancia que este rubro representa para la economía nacional. El Instituto Hondureño del Café (IHCAFE) está realizando estudios para dar parámetros de referencia y mantener la calidad que es inherente en el café hondureño. El almacenamiento de café en pergamino en las bodegas de los exportadores y cooperativas va desde 20-90 días, esto cambia según la cantidad de granos con que estos comercialicen, prefiriendo siempre periodos cortos debido a los costos que este implica (Jiménez y Villanueva 2005). En Guatemala se tienen antecedentes, que las condiciones óptimas de almacenamiento de café

en pergamino deben ser entre un rango de 20 a 25 °C, un grano entre 10 y 12% de humedad, y una humedad relativa aproximada de 65% (ANACAFE 2008).

Las dos variedades a utilizar se eligieron una por ser resistente a la roya del café y la otra es vulnerable, la primera es Parainema que el obtentor es el IHCAFE y la segunda es Catuaí que el obtentor es el Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Brazil. 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). Varios autores afirman el enunciado anterior, sin existir mucha investigación al respecto. Las variedades resistentes a la roya tienden a tener mayor cantidad de ácidos clorogénicos, por lo que al tostarse pueden presentar mayor cantidad de fenoles, que pueden dan malos olores y sabores en el perfil de taza (Cañas 2015).

El estudio tiene el propósito de dar aportes científicos a los caficultores hondureños y servir de guía en cuanto al alcance económico para una mejor toma de decisiones por parte de los entes participantes en la cadena de producción y comercialización del grano aromático; lograr la calidad de taza deseada por los consumidores y catadores, obteniendo mejores rentabilidades y posicionar el café hondureño entre los más codiciados. Lo importante es trascender en la eficiencia de un manejo adecuado en el almacenamiento, evitando disminución de calidad de taza.

Los objetivos de este estudio fueron los siguientes:

- Evaluar los cambios físicos y sensoriales del café durante su almacenamiento en diferentes ambientes.
- Comparar el efecto de la variedad, tipo de fermentación y condición de almacenamiento en la calidad de taza.
- Contrastar los precios de venta en cafés especiales, convencionales y costos de condiciones de almacenamientos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio.

El estudio se dividió en tres etapas, la primera fue la obtención de los granos de café, se realizó en la finca Santa Elena ubicada la aldea San Gabriel y El Espinal en el municipio de San Juan Intibucá, occidente de Honduras. La segunda etapa se realizó en el laboratorio del Instituto Hondureño del Café (IHCAFE) ubicado en la ciudad de San Pedro Sula, Honduras donde se encuentran catadores certificados y pueden garantizar un perfil de taza certero. Finalmente, la tercera etapa culminó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) y el Laboratorio de Análisis Sensorial. Cabe recalcar que la segunda y tercera etapa se realizaron de manera simultánea en algunas ocasiones.

El laboratorio de control de calidad de café perteneciente al IHCAFE, está acreditado para ejercer ensayos sensoriales (catación) bajo el método NHN-ISO 54:2011: ensayos físicos bajo los métodos en pérdida de masa de café verde NHN-ISO 6673:2003 y determinación de defectos y materia extraña NHN-53:201 (SCAA y ISO 2011). La acreditación y certificado de acreditación fue dada por el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) conforme a la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005 titulada “Requisitos Generales para la Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración” (ECA 2002). Se encuentra también personal calificado y acreditado en las áreas de torrefacción, barismo, análisis físicos y cataciones.

El traslado de las muestras de café desde San Pedro Sula a Zamorano, se realizó en tres empaques para evitar sesgos en los datos. Las muestras de café tostado en un empaque primario de bolsas aluminizadas con un recubrimiento mate y una válvula desgasificadora unidireccional. Las muestras de café trillado o verde en bolsas ziploc de 15 × 25 cm con cierre hermético como empaque primario. En ambas muestras el empaque secundario fueron bolsas ziploc de 27 × 28 cm con cierre hermético y finalmente el empaque terciario fue una bolsa trilaminada.

Diseño experimental y análisis estadístico.

Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial de tratamiento 2 × 2 × 2 (Cuadro 1). Dos sistemas de almacenamiento, dos variedades, y dos tipos de fermentación con medidas repetidas en el tiempo (0, 30, 60 y 90 días); se establecieron tres repeticiones por cada tratamiento.

El análisis estadístico se hizo a través de un ANDEVA para evaluar la significancia del modelo y una separación de medias Duncan para comparar los efectos principales y un LSmeans para determinar las interacciones de los niveles evaluados y las medidas en el

tiempo. Además, se usó un chi-cuadrado para el análisis sensorial. Los datos fueron analizados con el programa “Sistema de Análisis Estadístico” versión 9.4.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos.

¹ Almacenamiento	² Variedad	³ Fermentación
Climatizado	Parainema	Cerrado Abierto
	Catuaí	Cerrado Abierto
No climatizado	Parainema	Cerrado Abierto
	Catuaí	Cerrado Abierto

¹Almacenamiento en bodegas; ²Variedad de café; ³Fermentaciones en disponibilidad de oxígeno.

Origen del café.

El primer punto son las condiciones del cultivo, referente a los lotes de producción que están a una altura de 1370 - 1410 msnm. El lote de la variedad Parainema está en un suelo franco-limoso y la sombra utilizada son árboles de pino. El lote de la variedad Catuaí está en un suelo franco-arenoso y la sombra utilizada son los árboles de pino. El siguiente punto trata de la cosecha para ambas variedades que se detallan en las siguientes líneas. La variedad Parainema se cosechó con un 80% de cerezas maduras, 10% sobre maduras y 10% secas; se realizó finalizando el mes de abril. La variedad Catuaí se cosechó con un 85% de cerezas maduras, 10% sobre maduras, 5% secos; se realizó finalizando el mes de abril. El traslado del café hacia el área de despulpado se hizo en sacos de polipropileno tejido.

Despulpado y fermentación.

El despulpado para ambas variedades fue en un beneficiado húmedo en donde después de las fermentaciones se removió el mucílago. Las despulpadoras utilizadas fueron una con motor eléctrico de dos chorros marca Penagos y la otra de motor eléctrico de dos chorros marca Jotagallo, debido a que cada variedad cuenta con tamaños de granos diferentes.

Se realizaron dos fermentaciones en la variedad Catuaí rojo: abierta en pilas de cerámica con una duración total de 27 horas y una cerrada en pilas de cerámica con una duración total de 20 horas; el lavado para ambas fermentaciones fue en las pilas pasando por un canal de correteo. En la variedad Parainema se realizaron dos tipos de fermentación, abierta en pilas de cerámica con una duración total de 21 horas y una cerrada en pilas de cerámica con

una duración total de 18 horas; el lavado para ambas fermentaciones fue en las pilas pasando por un canal de correteo. Se debe resaltar que hay diferencias en las horas de fermentación debido a que el mucílago se logró desprender en diferentes tiempos. Esta variable depende del grano en su contenido de mucílago, punto de maduración del lote, temperatura del ambiente y temperatura del agua utilizada durante el beneficio. En la actualidad no existe un método físico o químico que resulte práctico para determinar el punto de fermentación por lo que se hace de manera muy empírica (ANACAFE 2017). El tiempo es un indicador de la duración de la fermentación, pero este no es un parámetro para determinar si el mucílago se desprendió.

Secado.

El secado del grano para las variedades Catuaí rojo y Parainema para los dos métodos de fermentación fueron iguales, se empezó en patios de cemento por 5 días de duración, hasta alcanzar 22% de humedad, este secado es más rápido y unas temperaturas un poco mayores para evitar la proliferación de hongos; se finalizó el secado en patios de arcilla por 3 días de duración, hasta alcanzar 12% de humedad. Se obtuvo un tiempo total de secado de 8 días, durante el proceso de secado se midió continuamente la humedad y temperatura del grano. Se dejó reposar el café en cajas con capacidad de 454 kilogramos, en una temperatura promedio de 22 °C con una humedad relativa promedio de 65%, durante 15 días para luego ser trasladados al laboratorio de IHCAFE ubicado en la ciudad de San Pedro Sula, departamento de Cortés, Honduras.

Almacenamiento.

Se realizó en bolsas herméticas marca GrainPro que son fabricadas con diferentes materiales para obtener capas multilaminadas como empaque principal y el empaque secundario se usaron sacos de polipropileno tejido. Las muestras se dividieron en dos condiciones de almacenamientos, en las que ambas difieren en temperatura y humedad relativa. La bodega climatizada se mantuvo en temperaturas de entre 18 – 22 °C con una humedad relativa en promedio 51- 53%. Contrastando, el café almacenado en bodegas no climatizadas se mantuvo en temperatura con mayor variación con una temperatura máxima de 38 °C y una temperatura mínima de 21 °C, con una humedad relativa máxima de 100% y una mínima de 52% durante las 15 semanas (90 días) de duración del estudio.

La temperatura y humedad relativa en ambos sitios se midió con un termo higrómetro marca All Weather y también se comprobaron los datos con otro termo higrómetro marca Control Company, debe destacarse que estos son cambiados una vez cada año, y los que se usaron para el estudio todos tenían fecha de vencimiento del 12 de septiembre 2019.

Humedad grano café verde.

Se utilizó un analizador de contenido de humedad marca Dole 400 para medir la humedad inicial. La muestra se colocó en un brazo de la parte trasera de la balanza del analizador, hasta que la muestra oscilo libremente; seguidamente se retiró la muestra de la balanza y se vertió en la tolva de entrada del analizador (lo más rápido posible, pero sin derramar el

material para que sea más preciso). Se empezó midiendo siempre con la aguja en cero, se presionó el botón de encendido y se mantuvo oprimido mientras se daba vuelta al cuadrante hasta que la aguja se mantuvo en “cero mecánico”. El aparato se calibra una vez cada mes, este aparato se ve muy afectado por los cambios climáticos, por lo que debe permanecer estrictamente en condiciones muy controladas.

Determinación de defectos y materia extraña en café verde (Método PTC02).

El color se midió con muestras de 350 gramos de cada muestra de café trillado y limpiado para el conteo (Cuadro 2). Mediante el uso de luz blanca en una potencia luminosa de 1200 lúmenes (lm) se observaron las muestras esparcidas en una mesa de superficie plana negra, y se examinó la apariencia general y se describió el color como: azulado, verdoso, blancuzco, amarillento o marrón (SCAA 2013). Se contaron defectos de granos dividiéndolos en dos categorías como defectos primarios y secundarios, categoría 1 y categoría 2 respectivamente, esto para poder ser calificado como grado especial, grado Premium y fuera de grado. En el grado especial no se admite defectos de la categoría 1 y un máximo de cinco defectos de la categoría 2. El grado Premium permite defectos en las categorías 1 y 2 con un máximo de ocho defectos en total. La clasificación fuera de grado, cuenta con más de ocho defectos en total (SCAA y ISO 2011).

Cuadro 2. Descripción de determinación de defectos y materia extraña en granos de café verde.

Tipo de defecto	Defectos en 350 g			
	Unidades	Equivalente	Defectos Completos	
Categoría 1	Grano Negro	-	1	-
	Grano Agrio	-	1	-
	Cereza Seca	-	1	-
	Daño por Hongo	-	1	-
	Materia Extraña	-	1	-
	Grano Severo brocado	-	5	-
Categoría 2	Parcial Negro	-	3	-
	Parcial Agrio	-	3	-
	Pergamino	-	5	-
	Flotador	-	5	-
	Inmaduro	-	5	-
	Averanado o Arrugado	-	5	-
	Conchas	-	5	-
	Partido/ Molido/ Cortado	-	5	-
	Cascara o Pulpa seca	-	5	-
	Grano Leve brocado	-	10	-
Total			-	

Tostado y molido.

El tostado se realizó con una tostadora marca PROBAT con un tiempo promedio de 8 horas y 20 minutos. Se debe destacar la temperatura de entrada fue de 160 °C y una temperatura final o de descarga que cambio mucho según cada café, debido a comportamientos diferentes del grano. El café se obtuvo con un color claro a claro medio. Utilizando como guía la escala Agtron que va de 0 - 100, en grano el color fue número 58 y en café molido número 63 tomando que es el utilizado para catación (SCAA 2015). Se debe destacar que en cada una de las muestras se obtuvo una curva de tostado durante todo el experimento. La molienda se realizó en una maquina marca mahlkönig con una molienda media.

Análisis sensorial cafés especiales (Método PTC03).

Se necesitó de la ayuda de tres catadores certificados como “Q graders”, que son personas certificadas por el instituto de calidad del café para hacer análisis a través del olor y el sabor. El formato utilizado fue el provisto por la SCAA (Specialty Coffee Association of America). En donde se clasifican los cafés entre especiales y no especiales, según la nota obtenida (Cuadro 3) que está en base a 100%. Se debe resaltar que en los cafés especiales hay tres sub categorías para clasificarlo que son extraordinario, excelente y muy bueno. Se pesaron 8.25 g de café tostado por cada 150 ml de agua con seis tazas por cada una de las muestras. Se tomó en cuenta el no usar perfumes, o cremas fuertes, verificar que el molino este calibrado, una vez agregada el agua en las muestras no mover las tazas, enjuagar la cuchara al pasar de taza en taza, rotar en sentido anti horario para permitir el paso de los demás compañeros, no hacer comentario o gestos que influyan en la catación de los demás. El proceso de evaluación se detalla en los siguientes pasos:

- **Paso 1. Fragancia / Aroma.** Transcurridos 15 minutos después que las muestras fueron molidas se evaluó la fragancia en seco. Seguidamente se agregó agua por parte de los asistentes, se formó espuma que permaneció intacta por tres minutos. Se rompió la corteza o removió la espuma, percibiendo el aroma tres veces.
- **Paso 2. Sabor, sabor residual, acidez, cuerpo y balance.** El café se aspiró en la boca, haciendo que cubriera toda el área posible, se debe destacar que todos los atributos se evaluaron a tres diferentes temperaturas, caliente, tibio y frío.
- **Paso 3. Dulzor, uniformidad y taza limpia.** Para estos atributos, el catador hace un juicio en cada taza individual, dando 2 puntos por taza por cada atributo (cuenta máxima 10 puntos o 100% de las tazas evaluadas). Se utilizan cinco casillas.
- **Paso 4. Puntaje de Catador.** Evaluación enteramente subjetiva buscando objetividad, basada en todos los atributos combinados del café.
- **Paso 5. Puntaje total.** Sumatoria de todas las evaluaciones individuales de atributos.

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

Puntaje Total	Descripción de la Especialidad	Clasificación
90-100	Extraordinario	Especial
85-89.99	Excelente	
80-84.99	Muy Bueno	
< 80	Menor calidad que especial	No Especial

Análisis sensorial.

Este análisis se realizó en el laboratorio sensorial de Zamorano con la ayuda de baristas empleados por IHCAFE, en donde se utilizó café con un tueste claro y un método de filtrado chemex. Antes de iniciar el filtrado se limpió el filtro para quitar aromas y sabores a papel, con la ayuda de agua a 90 °C, el agua utilizada posteriormente fue desechada. La relación de café y agua fue 1:15 respectivamente; se pesaron 30 gramos de café previamente molido en una partícula mediana. Se niveló el café en el filtro ubicado en el chemex. Seguido se agregó agua a 92 °C haciendo movimientos lentos pero continuos sobre el café. Se vertieron primero 100 ml, esperando de 25 a 30 segundos como pre infusión; lo que genera una mayor extracción de aroma y sabor. Después se vertieron en tres pulsaciones haciendo pausas de 150 ml, 100 ml y 100 ml para cada pulsación obteniendo una bebida final de 450 ml. Se retiró el filtro y fue desechado, recalcando que el tiempo total de preparación total fue de 3 minutos con 30 segundos por cada una de las muestras.. Se sirvió la infusión en tazas de porcelana, y se dio una boleta sensorial para saber si los consumidores eran capaces de diferenciar entre muestras de cafés. Las tazas de porcelanas se lavaron con jabón sin olor para evitar sesgos, además antes de ser servidas habían sido previamente calentadas con agua para evitar choques térmicos. Se realizó un análisis sensorial de preferencia, con un total de 56 panelistas no capacitados por cada medida repetida en el tiempo, todos estudiantes de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante una prueba de Chi Cuadrado ($P < 0.05$).

Color en café verde.

Haciendo uso del Colorflex Hunter Lab modelo 45/0 se evaluó muestras de cada tratamiento de café trillado o verde. El iluminante usado fue D65 con una distribución espectral de luz blanca. Los análisis se realizaron durante tres meses haciendo tres repeticiones en medición para cada muestra y los resultados se expresaron como valores de L^* a^* b^* . Donde L^* corresponde a luminosidad con un rango de 0 -100, donde 0 es negro y 100 es el blanco perfecto. Para los valores de a^* que se refieren al color verde cuando la medición es negativa y color rojo cuando es positiva. Para la variable b^* el color es amarillo cuando la medición proporciona un dato positivo y azul cuando es negativo. Los valores para a^* y b^* , van desde 60 hasta -60. 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 (Manresa González y Vicente 2007). 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^*

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Almacenamiento.

En el comportamiento de las temperaturas en el tiempo bajo diferentes condiciones de almacenamiento (Figura 1), se aprecian las temperaturas máximas y mínimas de cada día. Los tratamientos de café fueron expuestos durante los 90 días del estudio en ambas condiciones. Se muestran las temperaturas de condiciones no climatizadas (color negro) y temperaturas de bodegas climatizadas (color gris) del día, representadas en grados centígrados. En donde se puede apreciar una mayor fluctuación en las bodegas no climatizada. El almacenamiento de granos en regiones tropicales húmedas, con predominio de alta temperatura y humedad relativa, hace que la conservación sea un desafío (Blanco *et al.* 2016). Es más difícil detener los procesos de degradación en donde los tres factores de altas temperaturas, alta humedad relativa y presencia de oxígeno se encuentran (Assennato 1993), dado que favorece a modificaciones en las proteínas, lípidos, carbohidratos y demás componentes minoritarios producto de enzimas y microorganismos (Lupano 2013).

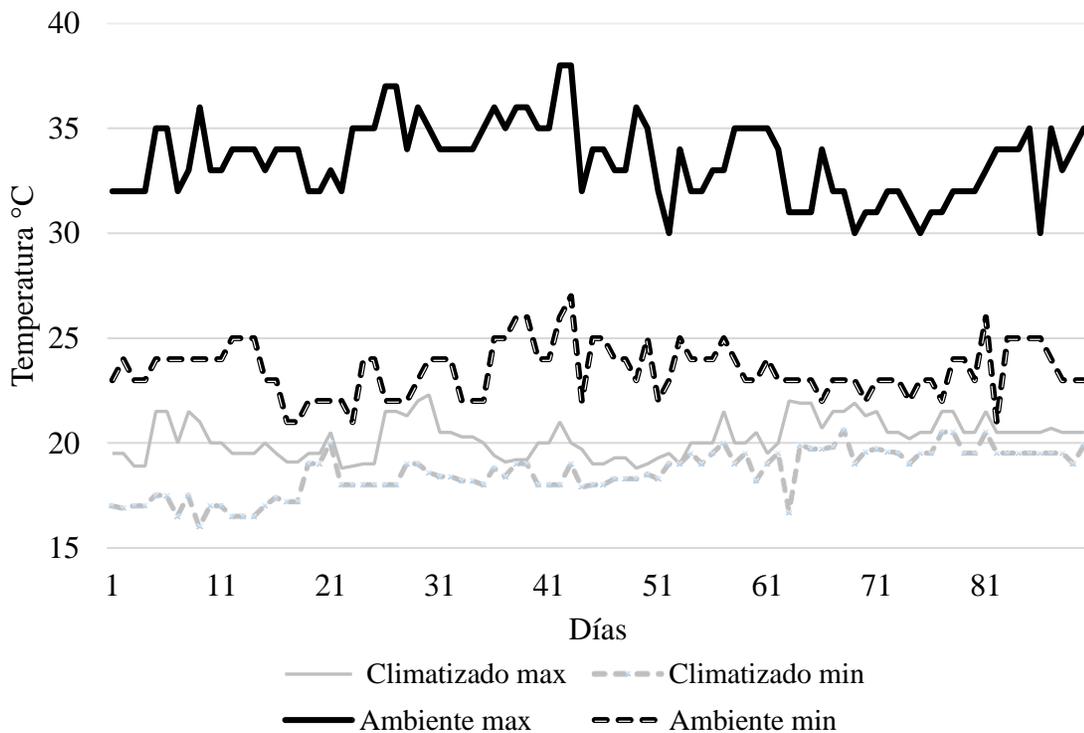


Figura 1. Comportamiento de temperaturas a través del tiempo en bodega no climatizada y bodega climatizada durante los meses abril - junio. Elaboración propia.

El comportamiento de la cantidad de gramos de agua por kilogramo de aire seco que hubo durante el tiempo del estudio se muestran en la figura 2, lo cual, incluye la cantidad gramos de agua en la bodega no climatizada (color negro) y bodega climatizada (color gris). Se observa una mayor cantidad de fluctuaciones en la bodega no climatizada debido a la ubicación de la ciudad de San Pedro Sula (lugar de almacenamiento) por estar cerca de la costa norte hondureña se alcanzan humedades relativas de hasta un 100% y altas temperaturas.

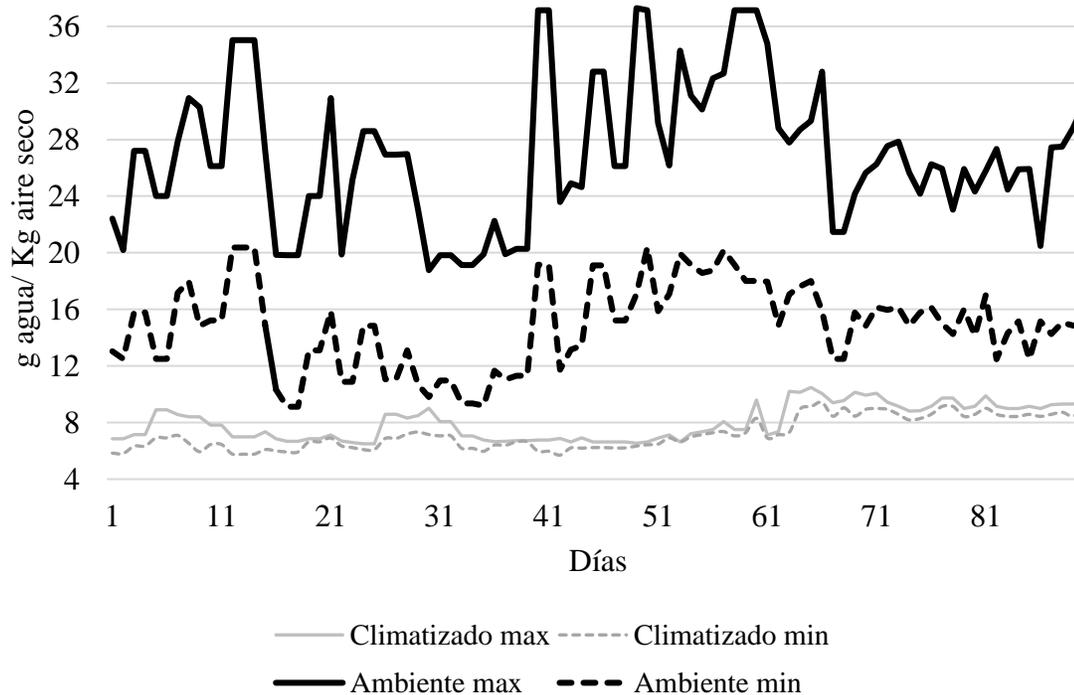


Figura 2. Comportamiento de g de agua/ Kg de aire seco a través del tiempo en bodegas no climatizada y bodega climatizada.
Elaboración propia.

Determinación de defectos y materia extraña en café verde (Método PTC02).

Los defectos totales de las muestras recibidas en el laboratorio de calidad de café de IHCAFE (Cuadro 4), fueron calculados en muestras de 350 gramos de café verde. En la categoría 1 no se permite ni un solo defecto, mientras que en la categoría 2 un máximo de cinco defectos, para que este sea considerado como café especial (SCAA 2013). Nótese que en la Categoría 1, ninguna de las muestras presenta defecto alguno.

Todas las muestras se catalogan como fuera de grado pues cuentan más de ocho faltas permitidas; por ende, se descartan para poder ser categorizadas como grado especial o Premium (SCAA 2015). Los defectos que se observan con mayor frecuencia son los de tipo partido/mordido/cortado con un 62% en ambas variedades, mientras que los defectos de tipo parcial negro se observan en mayor cantidad en la variedad Catuaí, y con mayor detalle

en la sometida al método de beneficiado cerrado. Las variedades Parainema y Catuaí fueron cosechadas con 10 y 5% de granos secos respectivamente, pudiendo ser este un posible factor de mayor estudio para determinar la causa de los defectos. Las dos variedades difieren en maquinaria utilizada para su despulpado, esto debido al tamaño de grano. En la variedad Parainema se utilizó una despulpadora de motor eléctrico de dos chorros marca Penagos mientras que en la variedad Catuaí una despulpadora de motor eléctrico de dos chorros marca Jotagallo pudiendo ser este un posible factor a los daños encontrados. Según los resultados obtenidos en un estudio de defectos de café en 2016, por parte de investigadores del Centro Nacional de Investigación del Café (CENICAFÉ), donde se analizaron 162 fincas en altitudes de 1,050 – 2,050 msnm, con 15 unidades de suelos y con seis variedades de café se concluyó que la mayoría de los defectos del café se generan por un inadecuado beneficio, tomándolo como un punto crítico para una buena calidad (Puerta Quintero 2016). El análisis estadístico para los defectos en ambas variedades no fue posible debido a que el registro de datos se realizó en una sola repetición, por lo que no se puede determinar si hubo correlación entre los perfiles de taza encontrados, y si existe diferencia estadística entre la cantidad de defectos y las muestras.

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

Tipo de defecto	Defectos en 350 g				
	Parainema abierto	Parainema cerrado	Catuaí abierto	Catuaí cerrado	
Categoría 1	Grano Negro	0	0	0	0
	Grano Agrio	0	0	0	0
	Cereza Seca	0	0	0	0
	Daño por Hongo	0	0	0	0
	Materia Extraña	0	0	0	0
	Grano Severo brocado	0	0	0	0
	Categoría 2	Parcial Negro	4	3	41
Parcial Agrio		2	2	0	1
Pergamino		0	0	0	0
Flotador		0	0	0	0
Inmaduro		3	2	0	0
Averanado o Arrugado		0	0	0	0
Conchas		0	1	1	2
Partido/ Molido/ Cortado		10	31	37	39
Cascara o Pulpa seca		0	0	0	0
Grano Leve brocado		0	0	0	0
Total	19	39	79	52	

Análisis sensorial cafés especiales (Método PTC03).

Se evaluó la calidad del perfil de taza en cada uno de los tratamientos a través del tiempo de forma cuantitativa y cualitativa. Se analizaron de manera cuantitativa las variables de aroma, sabor resabio, acidez, cuerpo y balance obtenido así la nota final que es en base a

100, siguiendo el formato provisto por la SCAA (SCAA 2013). En el día 0 el tratamiento que mostró un mejor promedio como nota final fue el Parainema con fermentación cerrada (Cuadro 5) con una diferencia significativa en comparación a los demás tratamientos ($P < 0.05$). Se debe destacar que esto no es un indicador que la variedad Parainema es superior a la Catuaí pues ambas han ganado taza de excelencia a nivel nacional e internacional (IHCAFE 2017b); la calidad de taza del café se ve influenciada por factores botánicos, geográficos, climáticos, edáficos y beneficiados (Cañas 2015). El atributo que hizo que esta diferencia fuese más marcada en favor del Parainema con fermentación cerrada comparándolo a los demás tratamientos fue resabio, aunque en los demás atributos presentó mayor media aritmética no fue significativamente superior a los demás tratamientos.

La variedad Parainema fue superior a la variedad Catuaí en el día 0 independientemente de la fermentación utilizada en los atributos de aroma, acidez y cuerpo (Cuadro 5). Estos resultados difieren con una comparación de 101 genotipos de café en Brasil donde variedades de Catuaí rojo y amarillo presentaron un mejor perfil de taza en comparación a variedades resistentes y no resistente a la roya (Sobreira *et al.* 2016). Se debe destacar que el Parainema no fue evaluado en la investigación, pero si uno de los dos genotipos que lo conforman que es Híbrido de Timor y también algunas variedades del grupo Sarchimor T-5296, del cual también es parte. Posiblemente, este resultado no es similar porque no fueron comparados las dos variedades entre sí. Se debe destacar que las características genéticas junto con las condiciones ambientales determinan la calidad del café (Sorane Good *et al.* 2011). Es importante mencionar que la variedad Catuaí no ha sobresalido en competencias internacionales cuando ha sido cultivada en el área de Intibucá (IHCAFE 2017b). Sin embargo, existen ejemplos en otras zonas (Lempira, Santa Bárbara) donde Catuaí ha mostrados mejores perfiles de taza y reconocimiento en taza de excelencia según la reseña histórica provista por IHCAFE.

El análisis sensorial que se realizó el día 45 dio como resultado que tres de los cuatro tratamientos almacenados en condiciones no climatizadas bajarán su puntaje de nota final en comparación al día 0 (Cuadro 5). Los tratamientos afectados fueron Catuaí con fermentación cerrada y Parainema en ambas fermentaciones. Además, dos de ellas sufrieron un cambio de categoría por reducir su puntaje por debajo del 80%. Los tratamientos que se vieron alterados a este cambio de categoría son Parainema y Catuaí, ambos fermentados de forma cerrada. Se debe destacar que la variedad Parainema con fermentación cerrada fue el tratamiento que presentó mejor perfil de taza y nota final al inicio del estudio (día 0). La variedad Parainema con fermentación abierta también fue significativamente diferente comparándola con el día 0, pero aún siguió considerándose como café especial, aunque esta se encuentre en el límite para ya no ser considerada como tal. El almacenamiento en bolsas herméticas puede generar microclimas, cambiando la concentración de gases, y la composición química de los granos, por lo que favorece a dañar los granos (Valle *et al.* 2014). Los cafés arábica y robusta tienen entre un 10-17% lípidos (Villareal Peña *et al.* 2012); considerando un posible microclima, y la cantidad de lípidos, se dieron condiciones óptimas para la formación de radicales libres. Los lípidos reaccionan de diferentes maneras, se oxidan en condiciones de oxígeno, luz, altas temperaturas y presencia de catalizadores (St Angelo 1996). Los catadores apreciaron aromas a viejos en café tostado molido en los que se relacionan con productos de oxidaciones (Puerta Quintero 2011).

Cuadro 5. Análisis de nota final de cada variedad de café según su fermentación a través del tiempo en diferentes condiciones de almacenamiento.

¹ Almacenamiento	² Variedad	³ Fermentación	Días		
			0 ME ± DE	45 ME ± DE	90 ME ± DE
Climatizado	Parainema	Cerrado	84.75 ± 0.61 ^{ax}	85.00 ± 0.43 ^{ax}	84.58 ± 1.04 ^{ax}
		Abierto	83.56 ± 1.26 ^{bx}	82.00 ± 0.66 ^{bx}	82.83 ± 1.42 ^{bcx}
	Catuaí	Cerrado	81.81 ± 1.03 ^{cx}	81.75 ± 0.66 ^{bcx}	81.58 ± 0.76 ^{cdx}
		Abierto	82.94 ± 0.38 ^{bcx}	82.09 ± 0.00 ^{by}	82.92 ± 0.38 ^{bcx}
No climatizado	Parainema	Cerrado	84.75 ± 0.61 ^{ax}	79.00 ± 0.50 ^{dy}	78.33 ± 0.58 ^{ey}
		Abierto	83.56 ± 1.26 ^{bx}	80.75 ± 1.56 ^{cy}	80.75 ± 0.43 ^{dy}
	Catuaí	Cerrado	81.81 ± 1.03 ^{cx}	79.25 ± 0.00 ^{dy}	79.58 ± 0.63 ^{dey}
		Abierto	82.94 ± 0.38 ^{bcx}	82.92 ± 0.14 ^{bx}	83.25 ± 0.87 ^{abx}
⁴ CV%			1.60	2.39	2.57

¹Almacenamiento en bodegas; ²Variedad de café; ³Fermentaciones en disponibilidad de oxígeno; ⁴Coefficiente de variación; ⁵ Medias con letras distintas (a-e) en la misma columna indican diferencia estadística (P < 0.05), y medias con letras distintas (x-y) en la misma fila indican diferencia estadística a través del tiempo (P < 0.05). Nota > 80 cafés especiales, nota < 80 cafés convencionales.

En contraste; el tratamiento Catuaí fermentado en condiciones abiertas mantuvo su puntaje general de taza siendo evaluado en cada uno de los atributos durante los primeros 45 días de almacenamiento al exponerse en bodegas no climatizadas, este tratamiento presentó la mayor intensidad de color. Existe una correlación alta positiva entre la intensidad del color y la cantidad de ácidos clorogénicos (Farah *et al.* 2006). Estos ácidos tienen diferentes propiedades biológicas como reducción de actividad oxidativa (Iwai *et al.* 2004); se debe destacar que aparte de ser antioxidantes reducen la actividad microbiana (Lupano 2013). Existe la posibilidad que estos compuestos hayan evitado la degradación u oxidación de lípidos lo que dio como producto notas más agradables en comparación a los demás tratamientos almacenados en las mismas condiciones. No se evidenciaron posteriores cambios (reducciones) en la puntuación de los cafés durante los siguientes 45 días de almacenamiento.

Los tratamientos almacenados en ambientes climatizados (18 - 22 °C) y rangos de humedad relativa más reducidos no presentaron diferencias estadísticas en su puntuación final de taza entre los días 0 y 90 de almacenamiento. Estudios realizados en Puno, Perú en diferentes condiciones de almacenamiento durante 30 días concuerdan con los resultados obtenidos en el presente estudio, se debe destacar que difieren en altura de almacenamiento que fue de 3826 msnm, en cambio San Pedro Sula se encuentra a 80 msnm (Mamani 2012). El estudio determinó que la mejor temperatura para mantener las características organolépticas es a 18 °C y 65% de humedad relativa (Mamani 2012). Esto significa que el café a pesar de ser almacenado con bolsas laminadas herméticas de marca Grain Pro, que sirven como barrera de gases y humedad, no impedirá un deterioro organoléptico si este es expuesto a condiciones adversas. Estudio realizado en Brasil determinó que el café almacenado herméticamente y luego expuesto a humedades relativas de 60% y una temperatura constante de 23 °C durante 180 días, los análisis sensoriales son menos afectados (Coradi *et al.* 2008). Nótese que en el día 45 la variedad Catuaí con fermentación abierta fue significativamente diferente entre el inicio y final del estudio debido a la potencial variación natural existente en la misma población por lo que existe la probabilidad de un error muestral, pues el mismo tratamiento fue estadísticamente igual al inicio y final del estudio (Sánchez Carrión 2018).

Análisis de color. El color del café está relacionado con las variedades, beneficiado, alturas, sombra, humedad del grano y cantidad de ácidos clorogénicos (Cañas 2015). Este es un factor que influye al momento de evaluación de calidad del café (SCAA 2013). Los ácidos clorogénicos corresponden entre el 6-12% de masa del grano seco; existe una relación positiva entre intensidad del color y contenido de estos (Farah *et al.* 2006). Los resultados de la evaluación cuantitativa de color de los granos de café de color verde se expresaron en coordenadas L* (luminosidad), C* (croma), H* (matiz) (a*b*).

En el día 0 se encontraron diferencias entre tratamientos, el valor L* en la variedad Catuaí fermentación abierta fue más claro comparado con Parainema fermentación cerrada, los demás tratamientos no fueron diferentes (Cuadro 6). Este parámetro se relaciona a daño por hongos si su valor es muy alto, superior a 60, pues tiende a ser muy blanquecino (Cañas 2015). Los datos que se analizaron están dentro del rango para cafés con beneficiado húmedo, en un estudio realizado en Brasil con variedades que se utilizan en esa región del mundo (Afonso y Corrêa 2003).

Cuadro 6. Análisis de L* de cada variedad de café según su fermentación a través del tiempo en diferentes condiciones de almacenamiento.

¹ Almacenamiento	² Variedad	³ Fermentación	Días			
			0 ME ± DE	30 ME ± DE	60 ME ± DE	90 ME ± DE
Climatizado	Parainema	Cerrado	43.64 ± 0.57 ^{bxy}	42.73 ± 0.13 ^{bcy}	44.22 ± 1.08 ^{bcx}	42.12 ± 0.75 ^{by}
		Abierto	44.03 ± 0.06 ^{abx}	42.88 ± 1.07 ^{bx}	43.52 ± 0.38 ^{bcx}	42.42 ± 0.59 ^{bx}
	Catuaí	Cerrado	44.42 ± 0.16 ^{abx}	42.73 ± 0.35 ^{bcx}	44.39 ± 0.19 ^{bcx}	41.98 ± 1.36 ^{bx}
		Abierto	45.41 ± 1.43 ^{ay}	44.31 ± 0.18 ^{aby}	47.30 ± 1.31 ^{ax}	44.92 ± 0.59 ^{ay}
No climatizado	Parainema	Cerrado	43.64 ± 0.57 ^{bxy}	42.83 ± 2.40 ^{bxy}	44.39 ± 1.00 ^{bcx}	42.56 ± 0.44 ^{by}
		Abierto	44.03 ± 0.06 ^{abx}	40.90 ± 0.21 ^{ey}	42.79 ± 2.69 ^{cx}	42.16 ± 0.39 ^{bxy}
	Catuaí	Cerrado	44.42 ± 0.16 ^{abx}	42.58 ± 0.55 ^{cey}	44.74 ± 0.34 ^{bx}	42.90 ± 2.33 ^{bx}
		Abierto	45.41 ± 1.43 ^{ax}	45.48 ± 0.46 ^{ax}	46.48 ± 1.04 ^{ax}	45.33 ± 0.96 ^{ax}
⁴ CV%			2.10	3.52	3.93	3.62

¹Almacenamiento en bodegas; ²Variedad de café; ³Fermentaciones en disponibilidad de oxígeno; ⁴Coficiente de variación; ⁵Medias con letras distintas (^{a-c}) en la misma columna indican diferencia estadística (P < 0.05), y medias con letras distintas (^{x-y}) en la misma fila indican diferencia estadística a través del tiempo (P < 0.05).

En los valores de C* se encontró que la variedad Catuaí con fermentación abierta mostró mayor brillantes (Cuadro 7), se considera un indicador de mayor presencia de ácidos clorogénicos pues existe una correlación alta positiva, entre intensidad del color y ácidos clorogénicos (Farah *et al.* 2006). El color a menudo se utiliza para determinar el contenido de pigmentos en un producto, ya que es un índice de calidad (Manresa González y Vicente 2007). Contrastando, los valores iniciales de matiz oscilaron entre 84.7 y 86.2 grados (Cuadro 8). Estos valores no tuvieron diferencias a través del tiempo. Los tratamientos con fermentación cerrada obtuvieron valores más altos en comparación a la fermentación abierta. En Brasil se investigó el efecto de diferentes métodos de beneficiado (húmedo y seco) durante el almacenamiento y en los valores iniciales se observaron diferencias en los valores de color (Afonso y Corrêa 2003), en este estudio los valores de color fueron dados en L*a*b*. Se debe destacar que en Honduras se cuenta con rangos establecidos de color en café verde para que este pueda ser comercializado a nivel nacional e internacional (IHCAFE y Cooperación Española 2004). Se usa como método de evaluación cualitativo el manual provisto por la SCAA, ya que en la práctica es más efectivo el uso de este tipo de herramientas (SCAA 2013). Todos los tratamientos en este estudio fueron descritos por parte del laboratorio de calidad de IHCAFE, como aptos para poder ser exportados o consumidos a nivel nacional.

Las variables de color no fueron estadísticamente diferentes entre el día 0 y 90 en los tratamientos almacenados en condiciones climatizadas y no climatizadas. Si la cantidad de agua en el grano de café es menor al 13%, este no sufrirá cambios en color, o si lo hace, son mínimos si es almacenado durante largos periodos (Coradi *et al.* 2008). En ambos ambientes destinados para el estudio, los tratamientos se almacenaron en bolsas herméticas con las cuales no es posible el intercambio gaseoso, esto respaldado por la ficha técnica donde se detalla dicha permeabilidad. La humedad del grano entre 11-13% es la óptima para mantener las características de color, almacenando el café bajo temperaturas por debajo de 20 °C y humedades relativas más bajas (Silva *et al.* 2000). La estabilidad de los ácidos clorogénicos se ve afectada si es expuesto a condiciones de pH > 7, temperaturas arriba de 37 °C y presencia de luz (Schweiggert y Carle 2016). Resultado que contrasta pues la estabilidad de los ácidos clorogénicos se sugiere que cambian arriba de los 22 °C, volviéndose amarillentos (Stefanello N *et al.* 2014), esto posiblemente porque los granos de café poseen un pH considerado alcalino. Se considera que los resultados obtenidos en el actual estudio son la consecuencia de no darse las condiciones óptima en las bodegas de almacenamiento para que ocurriera un cambio en coloración a través del tiempo.

El color y la apariencia son el primer contacto por parte de los compradores internacionales pues es un indicador de calidad, procesos de beneficiado y composición química (Villareal Peña *et al.* 2012) este puede condicionar preferencias e influenciar en la elección. Los resultados durante todo el estudio difieren en la relación entre daño en calidad taza e índices diferentes de color, al encontrarse daños en atributos (Sorane Good *et al.* 2011). Se puede inferir que es debido a que la pergamino seco sirvió como protección para el grano, por lo que considerando que unas posibles condiciones no óptimas para la degradación de pigmentos favorecieron en mantener un color aceptable para comercialización nacional e internacional. Cuadro 7. Análisis de croma de cada variedad de café según su fermentación a través del tiempo en diferentes condiciones de almacenamiento.

Cuadro 7. Análisis de croma de cada variedad de café según su fermentación a través del tiempo en diferentes condiciones de almacenamiento.

¹ Almacenamiento	² Variedad	³ Fermentación	Días			
			0 ME ± DE	30 ME ± DE	60 ME ± DE	90 ME ± DE
Climatizado	Parainema	Cerrado	14.04 ± 0.57 ^{by}	13.35 ± 0.79 ^{cdy}	15.74 ± 1.10 ^{bcx}	13.24 ± 0.68 ^{cdy}
		Abierto	14.00 ± 0.37 ^{by}	13.64 ± 0.30 ^{cy}	15.26 ± 0.36 ^{dx}	13.24 ± 0.15 ^{cdy}
	Catuaí	Cerrado	13.45 ± 0.27 ^{by}	13.85 ± 0.37 ^{cy}	16.20 ± 0.34 ^{bcx}	13.64 ± 0.51 ^{dy}
		Abierto	15.62 ± 0.38 ^{ay}	15.17 ± 0.31 ^{aby}	16.99 ± 1.48 ^{abx}	14.71 ± 0.25 ^{aby}
No climatizado	Parainema	Cerrado	14.04 ± 0.57 ^{by}	14.09 ± 1.42 ^{bcy}	16.19 ± 0.54 ^{bcx}	14.16 ± 0.34 ^{bcy}
		Abierto	14.00 ± 0.37 ^{bx}	13.39 ± 0.31 ^{dy}	15.17 ± 1.93 ^{cdx}	13.67 ± 0.79 ^{bcx}
	Catuaí	Cerrado	13.45 ± 0.27 ^{by}	14.26 ± 0.48 ^{bcy}	16.04 ± 0.03 ^{bcx}	13.61 ± 1.18 ^{bcdy}
		Abierto	15.62 ± 0.38 ^{ay}	15.76 ± 0.37 ^{ay}	17.40 ± 0.49 ^{ax}	15.67 ± 0.27 ^{ay}
⁴ CV%			6.28	8.11	6.88	7.56

¹Almacenamiento en bodegas; ²Variedad de café; ³Fermentaciones en disponibilidad de oxígeno; ⁴Coefficiente de variación; ⁵Medias con letras distintas (^{a-d}) en la misma columna indican diferencia estadística (P < 0.05), y medias con letras distintas (^{x-y}) en la misma fila indican diferencia estadística a través del tiempo (P < 0.05).

Cuadro 8. Análisis de matriz de cada variedad de café según su fermentación a través del tiempo.

¹ Almacenamiento	² Variedad	³ Fermentación	Días			
			0 ME ± DE	30 ME ± DE	60 ME ± DE	90 ME ± DE
Climatizado	Parainema	Cerrado	86.23 ± 0.91 ^{ax}	87.19 ± 0.86 ^{abx}	84.08 ± 0.90 ^{bcy}	86.35 ± 0.92 ^{abx}
		Abierto	85.07 ± 1.35 ^{aby}	87.06 ± 0.55 ^{abx}	85.42 ± 0.89 ^{aby}	86.36 ± 1.01 ^{abxy}
	Catuaí	Cerrado	86.07 ± 1.10 ^{aby}	88.35 ± 0.73 ^{ax}	85.20 ± 0.94 ^{cy}	86.57 ± 0.21 ^{ay}
		Abierto	84.71 ± 0.46 ^{bx}	85.86 ± 0.72 ^{bcx}	84.65 ± 0.76 ^{abx}	84.50 ± 0.75 ^{cdx}
No climatizado	Parainema	Cerrado	86.23 ± 0.91 ^{ax}	86.62 ± 0.38 ^{bcx}	83.87 ± 0.86 ^{bcy}	84.32 ± 1.19 ^{cdy}
		Abierto	85.07 ± 1.35 ^{aby}	86.59 ± 0.83 ^{bcx}	84.22 ± 1.77 ^{bcy}	84.98 ± 0.69 ^{bcy}
	Catuaí	Cerrado	86.07 ± 1.10 ^{aby}	88.43 ± 0.47 ^{ax}	85.63 ± 0.46 ^{ay}	86.13 ± 0.44 ^{aby}
		Abierto	84.71 ± 0.46 ^{bxy}	85.49 ± 0.37 ^{cx}	83.34 ± 0.61 ^{bcy}	83.36 ± 0.44 ^{dy}
⁴ CV%			1.25	1.31	1.30	1.53

¹Almacenamiento en bodegas; ²Variedad de café; ³Fermentaciones en disponibilidad de oxígeno; ⁴Coefficiente de variación; ⁵Medias con letras distintas (^{a-d}) en la misma columna indican diferencia estadística (P < 0.05), y medias con letras distintas (^{x-y}) en la misma fila indican diferencia estadística a través del tiempo (P < 0.05).

Comparación de precios café.

En sus inicios se crearon Acuerdos Internacionales de Cuotas de Café (AIC) en términos de producción, diversificación y se hacían campañas para aumentar su consumo a nivel internacional. Lo que generó un balance entre la producción y el consumo, contribuyendo significativamente en las economías de los países productores de café (ICO 2018). En una parte del mercado se encontraba Brasil, Colombia, algunos países africanos, la Comunidad Económica Europea y Filipinas quienes buscaban establecer un mercado unitario; En el otro lado, Estados Unidos condicionó su participación en estos acuerdos en donde no se llegó a ningún convenio, lo que permitió la apertura del mercado (Lanzetta 1991). La liberalización del mercado de café en 1989 resultó ser un punto decisivo para establecer los precios en el actual mercado (Acevedo *et al.* 2013). Se provocó un replanteamiento de la caficultura, con enfoque sobre la estrategia de comercialización externa y de precios internos del grano; obteniendo efectos particulares en cada país productor (Gómez 2012). Las naciones en distintas partes del mundo crearon diferentes mecanismos de regulación, es decir, no pasar tratados internacionales sino una autorregulación de los actores involucrados en la cadena de comercialización y producción (Biermann y Pattberg 2008).

El precio de los cafés convencionales por ser una de las materias primas más comercializada varía bastante a diario, por lo cual, está dictado por las condiciones de mercado (International Trade Centre 2012). Se determina según la oferta y la demanda, en donde también intervienen factores como las expectativas del mercado, las acciones especulativas, los cambios en las tasas monetarias (International Trade Centre 2007). Los precios del café bajaron a USD 122.95 en los primeros meses de la cosecha 2017-2018 comparando este valor a USD 142.02 durante el mismo tiempo de la cosecha 2016-2017, es decir 13.4% menos por saco de 46 kg; lo que representó dejar de percibir USD 157 millones de dólares menos en divisas generadas por las exportaciones del aromático (IHCAFE 2018). En algunos casos estos precios no son suficientes para cubrir los gastos de producción lo que genera mayor pobreza (Nestlé 2004).

Los cafés con un buen perfil de taza, hacen parte de un mercado diferenciado que están dispuestos a pagar más por mejor calidad que el promedio, en el cual, para cada tipo de producto hay un consumidor específico (Gómez 2012). En 1999, solo el 9% de los ciudadanos norteamericanos consumían café especial o gourmet, en 2017 el número tuvo un salto al 41% del total consumido, pero también se incluyen los expresos, mezclas de café helado/congelado, cold brews, y café helado con nitrógeno, en el estudio (Forbes 2017). Algunos de los precios del café especial es el caso Jamaica en el 2000 con blue mountain que alcanzó 13 veces más en comparación al precio estándar de esa época (International Trade Centre 2012). El pagar bien el grano genera en los productores y demás agentes de la cadena de valor enfocarse más en la calidad del café, pues se logra crear estabilidad en los precios. José Omar Rodríguez gerente de Cocafca ubicada en San Pedro Copán, departamento de Copán, relata tener entre USD 40.00 y 60.00 en ganancias extra sobre el precio de café convencional, vendido por saco de 46 kg (Lara 2018).

Costo de almacenamiento.

El costo de almacenamiento es un factor determinante en la toma de decisiones. Se realizaron entrevistas a profundidad con expertos en café, las preguntas que contenía se enfocaban en identificar precios con los cuales se está prestando alquiler para almacenar

café, para validar la información se realizó revisión de datos secundarios con los precios manejados en IHCAFE. El productor, intermediario o exportador busca hacer más eficiente la manera de almacenar café a bajo costo. Se analizó el costo promedio en San Pedro Sula, basado en el tiempo de duración del estudio (3 meses), y en ambas condiciones de almacenamiento (Cuadro 9), las bodegas sin control de temperatura y humedad relativa presentaron un menor costo dentro de los parámetros considerados (ubicación y alquiler por capacidad de reserva). Se sugiere que para que una bodega pueda almacenar 1,000 quintales (45,454.54 kilogramos) se necesitan al menos 192 metros cúbicos de los cuales 120 metros cúbicos ocuparan las estibas y el resto es destinado para movilizaciones, acceso, carga y ventilaciones (ANACAFE 2008). Lo que coincide con las recomendaciones en Honduras que se debe utilizar el 70% del área de la bodega para almacenamiento (IHCAFE 2002). Considerando que una bodega sin controles de temperatura y humedad relativa con capacidad de carga de 1,000 quintales en promedio, en San Pedro Sula el alquiler ronda alrededor de los HNL 7,140 mensuales; contrastando las bodegas climatizadas el alquiler por mes en la misma ciudad ronda alrededor de los HNL 8,200.80 lo que representa un 14% más del costo en alquiler. Se necesita un aire acondicionado con capacidad mínima de 12,000 BTU/hr (3.51Kw), usado durante un mes (720 horas). El gasto total de energía en un mes es de 2,532.09 kilowatts traducido en gasto monetario con las tarifas al mes de octubre del 2018 en Honduras representa HNL 12,441.10; se debe resaltar que dicha deducción está en base a la herramienta provista por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica para calcular el estimado a pagar por mes según consumo (ENEE 2018).

El costo más bajo se muestra en las bodegas no climatizadas puesto que estas no implican el uso de una estructura adicional para resguardar los granos. El costo de almacenar en una bodega climatizada se ve influenciado por el alto consumo energético que conlleva el mantener temperaturas bajas en una región tropical húmeda. Puesto que existen diferencias significativas en la calidad de taza entre los primeros días de almacenamiento, se podría considerar el no climatizado como mejor opción en base a lo analizado, tomando en cuenta la rotación del inventario para poder reducir los costos en el tiempo.

Cuadro 9. Costo de almacenar café en diferentes ambientes.

	Costos			
	Costo unitario (HNL) (Mensual)		Costo unitario (HNL) (3 meses)	
	No climatizado	Climatizado	No climatizado	Climatizado
Precio/45.45 kg	7.14	20.64	21.42	61.92
Precio/100 toneladas	7,140.00	20,641.90	21,420.00	61,925.70
Total dólares	296.27	856.51	888.80	2,569.53

La tasa de cambio: USD 1.00 = 24.10 HNL.

Costo basado en almacenamiento en San Pedro Sula el 9 de octubre del 2018.

Tomando en consideración los precios promedio de la bolsa de valores de Nueva York para un saco de 45 kilogramos de café convencional que es USD 122.95. Contrastando, los precios de venta de cafés especiales en algunas cooperativas del país que es USD 60.00 sobre el precio de café convencional lo que representa USD 182.95 por saco de 45 kilogramos. Manteniendo un perfil de taza durante un mes en 100 toneladas de café con atributos que haga que este sea considerado como especial se podrá percibir USD 59,439.72 sobre vender un café como convencional; considerando los gastos de un almacenamiento climatizado y no climatizado (Cuadro 10). Favoreciendo notablemente a lo planteado por Nestlé 2004 e IHCAFE 2002, referente a la problemática actual por parte de los caficultores de no poder cubrir sus costos de producción en algunas ocasiones.

Cuadro 10. Comparación ingresos brutos al mantener perfil de taza en 100ton almacenados en diferentes ambientes.

	Costos (HNL)		Ingreso bruto (HNL)	
	No climatizado	Climatizado	No climatizado	Climatizado
Café especial	7,140.00		2,963,095.00	
		20,641.90		4,409,095.00
Total dólares	296.27	856.51	122,950.00	182,950.00

La tasa de cambio: USD 1.00 = 24.10 HNL.

Análisis sensorial de preferencia.

Los resultados de la evaluación sensorial de preferencia muestran la distribución de frecuencias (Cuadro 11). La hipótesis nula, plantea que los tratamientos no son diferentes unos de otros, es decir los consumidores no tendrán tendencia a preferir uno en específico sobre los demás. La hipótesis alterna establece que al menos uno de los ocho tratamientos será mayormente preferido sobre los demás. En los datos analizados no se encontró diferencia, por lo que no se puede determinar cuál fue mayormente preferido ($P > 0.05$). Se acepta la hipótesis nula, la que establece que los tratamientos no son diferentes entre sí. Esto debido a que en el inicio del estudio se contaba con una buena materia prima inicial. Se debe notar que en los demás días tampoco existió diferencia a pesar que algunos cafés se empezaron a clasificar como convencionales, por lo que se asume que los panelistas no son capaces de diferenciar entre un café convencional de uno con un buen perfil de taza.

Cuadro 11. Análisis sensorial de preferencias de café por chi-cuadrado a través del tiempo.

Almacenamiento	Variedad	Fermentación	Días			
			0 ¹ ME	30 ¹ ME	60 ¹ ME	90 ¹ ME
Climatizado	Parainema	Cerrado	12.50	10.71	23.21	10.71
		Abierto	10.71	14.29	12.50	12.50
	Catuaí	Cerrado	17.86	17.86	12.50	8.93
		Abierto	8.93	21.43	8.93	16.07
No climatizado	Parainema	Cerrado	12.50	12.50	7.14	8.93
		Abierto	10.71	14.29	14.29	14.29
	Catuaí	Cerrado	17.86	5.36	8.93	8.93
		Abierto	8.93	3.57	12.50	19.64
Chi-cuadrado			6.86	11.14	7.71	4.86
Probabilidad			0.44	0.13	0.36	0.68

¹Media aritmética.

4. CONCLUSIONES

- Los cafés almacenados en condiciones climatizadas mantuvieron su perfil de taza durante los 90 días; contrastando con los cafés almacenado en bodegas no climatizadas que bajaron significativamente su perfil de taza en el mismo periodo.
- Los valores iniciales de color en L*, C y H, no fueron afectadas durante el almacenamiento en distintas condiciones, independientemente de la variedad y fermentación empleada.
- El uso de condiciones climatizadas para almacenar café es justificable por el mayor beneficio monetario al mantener la calidad del grano.
- Los panelistas no entrenados no mostraron preferencia sobre ningún tratamiento independientemente de variedad, tipo de fermentación y condición de almacenamiento.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar análisis de cromatografía líquida (HPLC), para poder determinar los componentes y las interacciones químicas que ocurren durante el almacenamiento según cada variedad y fermentación.
- Realizar el estudio con diferentes variedades de café.
- Evaluar el comportamiento del café en condiciones climatizadas, pero sin uso de bolsas herméticas.
- Evaluar el comportamiento del café con atmósferas modificadas en condiciones no climatizadas.

6. LITERATURA CITADA

Acevedo E, Piedrahíta I, Urán A. 2013. Café de Colombia: escenarios de la caficultura en colombiana tras la liberalización del mercado mundial. En: Pérez P, González A, editores. Del sabor a café y sus nuevas invenciones. Escenarios cafetaleros de México y América Latina. México: UNAM; FES Acatlán. p. 25–74; [consultado 2018 sep 29].

Afonso PC, Corrêa PC. 2003. Influência do tempo de armazenagem na cor dos grãos de café pré-processados por "via seca" e "via úmida". Ciênc. agrotec; [consultado 2018 sep 19]. 27(6):1268–1276. doi:10.1590/S1413-70542003000600010.

ANACAFE. Asociación Nacional del Café. 2008. El almacenamiento del café. Guatemala: ANACAFE; [consultado 2018 agos 28]. https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Beneficiado_Humedo_Almacenamiento.

ANACAFE. Asociación Nacional del Café. 2017. Remoción del Mucílago: Punto de fermento. Guatemala: ANACAFE; [sin editorial]; [consultado 2018 sep 10]. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/BeneficiadoHumedo_Mucílago.

Anzuetto F. 2013. Variedades de café resistentes a la roya. Guatemala: ANACAFE; [consultado 2018 jul 25]. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Variedades_resistentes_a_roya.

Assennato D. 1993. La Ingeniería agraria en el desarrollo: Manejo y tratamiento de granos poscosecha: organización y técnicas. Roma: FAO. IV, 160. ISBN: 92-5-303108-5; [consultado 2018 sep 30].

Ávila AM. 2017. Gerente General IHCAFE. En: Revista Cosecha IHCAFE 16-17. IHCAFE. Honduras: [sin editorial]. p. 3–4; [consultado 2018 ago 28]. https://www.ihcafe.hn/?page_id=3780.

Biermann F, Pattberg P. 2008. Global Environmental Governance: Taking Stock, Moving Forward. Annu. Rev. Environ. Resour; [consultado 2018 sep 29]. 33(1):278–280. doi: 10.1146/annurev.environ.33.050707.085733.

Blanco Y, Hauary H, Acosta R. 2016. Efecto de la temperatura y la humedad en la conservación de granos de maíz en silos metálicos refrigerados [Tesis]. Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 54: 3-6. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.13900.21127>

Borém FM, Ribeiro FC, Figueiredo LP, Giomo GS, Fortunato VA, Isquierdo EP. 2013. Evaluation of the sensory and color quality of coffee beans stored in hermetic packaging. *Journal of Stored Products Research*; [consultado 2018 jul 24]. 52:1–6. doi:10.1016/j.jspr.2012.08.004.

Cañas RF. 2015. Guía de factores que inciden en la calidad del café: Una alternativa para hacer el cafetal sostenible; [consultado 2018 sep 17]. <http://scanprogram.org/wp-content/uploads/2012/08/Guia-de-Factores-de-Calidad-web.pdf>.

Castro F, Montes E, Raine M. 2005. The Central America coffee crisis: effects and strategies forward; [consultado 2018 jun 24]. Inglés. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/10320>.

Coradi PC, Borém FM, Oliveira JA. 2008. Qualidade do café natural e despulpado após diferentes tipos de secagem e armazenamento. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* 12(2):181–188. [consultado 2018 oct 7]. doi:10.1590/S1415-43662008000200011.

ECA. Ente Costarricense de Acreditación. 2002. Laboratorio de Ensayo Acreditado. Ente Costarricense de Acreditación. [consultado 2018 agos 29]. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:PhXkIIitgR8J:eca.or.cr/docus/v2/2765+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=hn>

ENEE. Empresa Nacional de Energía Eléctrica. 2018. Calculo estimado de Factura. Honduras: ENEE; [consultado 2018 oct 08]. <http://www.enee.hn/index.php/atencion-al-cliente/757-calculos-tarifas>.

Farah A, Monteiro MC, Calado V, Franca AS, Trugo LC. 2006. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. *Food Chemistry.* 98(2):373–380. doi:10.1016/j.foodchem.2005.07.032.

Forbes. 2017. A Surprising New Trend In Coffee; [consultado 2018 sep 30]. <https://www.forbes.com/sites/gradsoflife/2018/08/30/can-next-gen-staffing-agenciesclose-the-skills-gap/>.

Gómez S. 2012. Las tensiones de los mercados orgánicos para los caficultores Las tensiones de los mercados orgánicos para los caficultores colombianos. El caso del Valle del Cauca. *Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*; [consultado 2018 sep 29]. 9:65–85. <http://www.redalyc.org/pdf/117/11723114004.pdf>.

Hernández JN, Gómez MI, Rodewald AD, Rueda X, Anunu C, Bennett R, Schindelbeck RR, Van Es HM. 2015. Impacts of smallholder participation in high-quality coffee markets: The Relationship Coffee Model; [consultado 2018 jul 24]. 1–4. <http://ageconsearch.umn.edu/record/205650?ln=en>.

IHCAFE. Instituto Hondureño del Café. 2002. Beneficiado y calidad del café; [consultado 2018 oct 07]. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:1Q3gtiPRAYEJ:www.ihcafe.hn/%3Fmdocs-file%3D4241+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=hn>

IHCAFE. Instituto Hondureño del Café. 2017a. Revista Cosecha IHCAFE 16-17. IHCAFE. Honduras: Instituto Hondureño del Café; [consultado 2018 jun 3]. https://www.ihcafe.hn/?page_id=3780.

IHCAFE. Instituto Hondureño del Café. 2017b. Taza de Excelencia: Historia de taza de excelencia de Honduras. Tegucigalpa, Honduras: Instituto Hondureño del Café; [consultado 2018 sep 17]. https://www.ihcafe.hn/?page_id=3734.

IHCAFE. Instituto Hondureño del Café. 2018. Archivos de publicaciones: Precio Histórico del Café; [consultado 2018 sep 30]. https://www.ihcafe.hn/?page_id=3780.

IHCAFE. Instituto Hondureño del Café, Cooperación Española. 2004. Requisitos de calidad del café para su comercialización nacional e internacional. Honduras: IHCAFE. 2004; [consultado 2018 sep 27].

ICO. International Coffee Organization. 2018. History: ICO. International coffee organization. Londres, Inglaterra: [consultado 2018 sep 29]. http://www.ico.org/icohistory_e.asp?section=About_Us.

International Trade Centre. 2007. El panorama internacional del precio; [consultado 2018 sep 30]. <http://www.laguiadelcafe.org/guia-del-cafe/el-comercio-mundial-del-cafe/El-panorama-internacional-del-precio/>.

International Trade Centre. 2012. Niche Markets for coffee: Specialty, environments and social aspects. World Trade Organization and the United Nations; [consultado 2018 sep 30]. <http://www.intracen.org/Niche-Markets-for-Coffee-Specialty-Environment-and-Social-Aspects/>

Iwai K, Kishimoto N, Kakino Y, Mochida K, Fujita T. 2004. *In vitro* antioxidative effects and tyrosinase inhibitory activities of seven hydroxycinnamoyl derivatives in green coffee beans. *J Agric Food Chem*; [consultado 2018 sep 24]. 52(15):4893–4898. eng. doi:10.1021/jf040048m.

Jiménez M, Villanueva G. 2005. Análisis de la Cadena Del Café en Honduras. Costa Rica: Bib. Orton IICA / CATIE. 138-139; [consultado 2018 agos 29]. <https://books.google.hn/books?id=ruUNAQAIAAJ>.

Lanzetta C. 1991. Coyuntura cafetera. Colombia. [consultado 2018 sep 29]. (13):10–15. doi:10.7440/colombiaint13.1991.01.

Lara B. 2018. Cafés "gourmet" y certificado se cotizan USD 60 más caros que los convencionales. San Pedro Copán: La Prensa; [consultado 2018 sep 30]. <https://www.la.prensa.hn/honduras/1167529-410/cafes-gourmet-certificado-cotizan-carosconvencionales>.

Lupano CE. 2013. Modificaciones de componentes de los alimentos: cambios químicos y bioquímicos por procesamiento y almacenamiento. Primera Edición. Buenos Aires, Argentina: Universidad de La Plata. ISBN: 978-950-34-1028-8; [consultado 2018 sep 30].

Mamani ME. 2012. Evaluación del efecto de la humedad relativa, temperatura y tiempo en el almacenamiento de café pergamino, a 3826 m.s.n.m [Tesis]. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. 73 p; [consultado 2018 sep 17].

Manresa González A, Vicente I. 2007. El color en la industria de los alimentos: Editorial Universitaria. ISBN: 978-959-16-0582-5; [consultado 2018 sep 28].

Nestlé. 2004. Reporte de Nestlé sobre el café: Las caras del café. Marketing Communications. México: Nestlé S.A., Public Affairs; [consultado 2018 sep 30]. <https://empresa.nestle.es/es/libreria-documentos/Documents/publicaciones/reporte-nestle-sobre-el-cafe.pdf>.

Puerta Quintero GI. 2011. Composición Química de una taza de café: Composición química de café almendra. Sandra Milena Marín López. Chinchiná, Caldas, Colombia: Cenicafé (vol. 414). ISBN: 0120-0178; [consultado 2018 sep 29]. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04142.pdf>.

Quintero ML, Rosales M. 2014. El mercado mundial del café: tendencias recientes, estructura y estrategias de competitividad; [consultado 2018 sep 02]. <http://www.reDALYC.org/pdf/4655/465545897005.pdf>.

Sánchez Carrión JJ. 2018. Errores de muestreo: Precisión de los estimadores en encuestas probabilísticas. Madrid: Dextra. 180 p. ISBN: 9788416898565; [consultado 2018 oct 04]. <https://www.marcialpons.es/libros/errores-de-muestreo/9788416898565/>

SCAA. Speciality Coffee Association of America. 2013. Café verde arabica: Manual de defectos. Santa Ana, California: SCAA. ISBN: 978-1-882552-10-8.

SCAA. Speciality Coffee Association of America. 2015. SCAA Protocols: Cupping Specilty Coffe; [consultado 2018 sep 02]. <https://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>.

SCAA. Speciality Coffee Association of America, ISO. 2011. Café Verde - Determinación de defectos y materia extraña (DE03) SCAA. NHN-53:2011 (2011). ISBN: 978-612-4043-46-8.

Schweiggert RM, Carle R, editores. 2016. Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages: Industrial applications for improving food color. Amsterdam [u.a.]: Elsevier WP Woodhead Publishing. 1 Online-Ressource (XXVIII, 509 Seiten) (Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition; vol. 295). ISBN: 9780081003718.

Silva R, Borém F, Pereira R. 2000. Qualidade de grãos de café (*Coffea arabica* L.) armazenados em coco, com diferentes níveis de umidade. [Tesis]. Brasil: Universidade Federal de Lavras; [consultado 2018 sep 26]. <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/118>.

Sobreira FM, Oliveira ACB de, Pereira AA, Guarçoni M. A, Sakiyama NS. 2016. Divergence among arabica coffee genotypes for sensory quality. *Aust J Crop Sci*; [consultado 2018 sep 18]. 10(10):1442–1448. doi:10.21475/ajcs.2016.10.10.p7430.

Sorane Good C, Santos MBd, Gonçalves Dias da Silva JB, Toledo Benassi Md. 2011. Caracterização sensorial de cafés arábica de diferentes cultivares produzidos nas mesmas condições edafoclimáticas. *BJFT*; [consultado 2018 sep 18]. 14(EE01):39–48. doi:10.4260/BJFT201114E000105.

St Angelo AJ. 1996. Lipid oxidation on foods. *Crit Rev Food Sci Nutr*; [consultado 2018 sep 25]. 36(3):175–224. eng. doi:10.1080/10408399609527723.

Stefanello N, Schmatz R, Pereira LB, Rubin MA, da Rocha JBT, Facco G, Pereira ME, Mazzanti CMdA, Passamonti S, Rodrigues MV. 2014. Effects of chlorogenic acid, caffeine, and coffee on behavioral and biochemical parameters of diabetic rats. *Mol Cell Biochem*; [consultado 2018 sep 28]. 388(1-2):277–286. eng. doi:10.1007/s11010-013-1919-9.

Valle M, Castellari C, Mansilla M, Pacin A. 2014. Influencia del no climatizada hermético sobre el crecimiento y esporulación de poblaciones fúngicas asociadas a granos de maíz almacenadas en silo bolsa en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Luján, Argentina: Fundación de Investigaciones Científicas Teresa Benedicta de la Cruz; [consultado 2018 sep 21].

Villareal Peña D, Baena LM, Posada Suárez HE. 2012. Análisis de lípidos y ácidos grasos en café verde de líneas avanzadas de *coffea arabica* cultivadas en Colombia. Manizales, Colombia: Cenicafé; [consultado 2018 sep 21]. <https://www.cenicafe.org/es/publications/2.Analisis.pdf>.

Wintgens JN. 2009. Coffee: Growing, processing, sustainable production: a guidebook for growers, processors, traders, and researchers/edited by Jean Nicolas Wintgens. 2nd updated ed. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN: 3527322868; [consultado 2018 sep 02]. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113026416>

7. ANEXOS

Anexo 1. Ejemplo de informe análisis de sensorial de café.



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 (RTC03E) Edi 0906 (2016.11.14)

No: **776**

Año Cosecha: 2017-2018

DATOS GENERALES DE LA MUESTRA					
CLIENTE:	INVESTIGACION ESPECIAL			CODIGO MUESTRA:	A01272
DATOS DE CONTACTO:				TELEFONO:	-
ALDEA / PARTIDA:	-	MUNICIPIO:	-		
DEPARTAMENTO:	-	FINCA / LOTE:	-		
ALTURA:	- msnm	VARIEDAD / CALIDAD:	-		
RESULTADOS OBTENIDOS					
Descripción	Calificación	Standard	Descripción	Calificación	Standard
AROMA	7.69	7.5	UNIFORMIDAD	10.00	10.0
SABOR	7.81	7.0	LIMPIEZA	10.00	10.0
RESABIO	7.56	7.0	DULZOR	10.00	10.0
ACIDEZ	7.56	7.5	PUNTAJE CATADOR	7.56	7.0
CUERPO	7.69	7.0	DEFECTOS (+)	0.00	0.0
BALANCE	7.63	7.0	NOTA FINAL	83.50	80.0
Fragancias / Aromas: CARAMELO - DULCE			CHOCOLATE		
Sabores: ARAMELO - CITRICO SUAV			POSTG. SECO		
			Puntaje Total	Descripción de la Especialidad	Clasificación
			90 - 100	Extraordinario	Especial
			85 - 89.99	Excelente	
			80 - 84.99	Muy Bueno	
			< 80.0	Menor calidad que especial	No especial
Comentarios: CAFÉ EN ORO PARAINEMA 1					
* ensayo acreditado (véase alcance en: www.eca.or.cr)					
Método de Ensayo: PTC03 (Análisis Sensorial Cafés Especiales/ DO&IG) El resultado de este análisis se refiere únicamente al material recibido como muestra.					
 Hector Trochez Catador LCCC		 Laboratorio de Ensayo Alcance de Acreditación N° LE-076 Acreditado a partir de: 15.06.2010 Alcance disponible en www.eca.or.cr		Notas: Fecha recepción Laboratorio: 20-abr-18 Fecha análisis: 20-abr-18 Emisión: 20-abr-18	
Se prohíbe la reproducción (total o parcial) de este Informe de Resultados sin la autorización del LCCC/HCAFE					

Anexo 2. Análisis de atributos en cada variedad de café según su fermentación a través del tiempo en aroma, sabor, resabio, acidez, cuerpo y balance.

Aroma

¹ Almacenamiento	² Variedad	³ Fermentación	Días		
			0 ME ± DE	45 ME ± DE	90 ME ± DE
Climatizado	Parainema	Cerrado	7.88 ± 0.14 ^{ax}	7.92 ± 0.14 ^{ax}	7.67 ± 0.29 ^{abx}
		Abierto	7.69 ± 0.13 ^{abx}	7.33 ± 0.14 ^{cdey}	7.64 ± 0.14 ^{cdxy}
	Catuaí	Cerrado	7.38 ± 0.14 ^{cy}	7.67 ± 0.14 ^{abx}	7.42 ± 0.14 ^{bcxy}
		Abierto	7.50 ± 0.00 ^{bcx}	7.58 ± 0.14 ^{bcx}	7.75 ± 0.25 ^{ax}
No climatizado	Parainema	Cerrado	7.88 ± 0.14 ^{ax}	7.17 ± 0.29 ^{dey}	7.08 ± 0.14 ^{dy}
		Abierto	7.69 ± 0.13 ^{abx}	7.42 ± 0.14 ^{bcdey}	7.33 ± 0.14 ^{cdy}
	Catuaí	Cerrado	7.38 ± 0.14 ^{cx}	7.08 ± 0.14 ^{ey}	7.25 ± 0.25 ^{cdy}
		Abierto	7.50 ± 0.00 ^{bcx}	7.75 ± 0.25 ^{ax}	7.67 ± 0.14 ^{abx}
⁴ CV%			2.88	4.23	3.74

³ ¹Almacenamiento en bodegas; ²Variedad de café; ³Fermentaciones en disponibilidad de oxígeno; ⁴Coeficiente de variación; ⁵ Letras distintas (^{a-g}) en la misma columna indican diferencia estadística (P < 0.05), letras distintas (^{x-y}) en la misma fila indican diferencia estadística (P < 0.05).

Continuación Anexo 2.

Sabor

¹ Almacenamiento	² Variedad	³ Fermentación	Días		
			0 ME ± DE	45 ME ± DE	90 ME ± DE
Climatizado	Parainema	Cerrado	7.88 ± 0.14 ^{ax}	8.00 ± 0.00 ^{ax}	7.83 ± 0.14 ^{ax}
		Abierto	7.88 ± 0.32 ^{ax}	7.33 ± 0.14 ^{bcy}	7.75 ± 0.25 ^{ax}
	Catuaí	Cerrado	7.50 ± 0.20 ^{bx}	7.42 ± 0.14 ^{bcx}	7.42 ± 0.14 ^{cx}
		Abierto	7.63 ± 0.14 ^{abx}	7.33 ± 0.14 ^{bcy}	7.67 ± 0.14 ^{abcx}
No climatizado	Parainema	Cerrado	7.88 ± 0.14 ^{ax}	7.00 ± 0.00 ^{dy}	7.00 ± 0.00 ^{dy}
		Abierto	7.88 ± 0.32 ^{ax}	7.33 ± 0.29 ^{bcy}	7.50 ± 0.00 ^{bcy}
	Catuaí	Cerrado	7.50 ± 0.20 ^{bx}	7.17 ± 0.14 ^{cdy}	7.00 ± 0.00 ^{dy}
		Abierto	7.63 ± 0.14 ^{abx}	7.50 ± 0.00 ^{bx}	7.58 ± 0.14 ^{abcx}
⁴ CV%			3.26	4.11	4.34

¹Almacenamiento en bodegas; ²Variedad de café; ³Fermentaciones en disponibilidad de oxígeno; ⁴Coefficiente de variación; ⁵Medias con letras distintas (^{a-g}) en la misma columna indican diferencia estadística (P < 0.05), y medias con letras distintas (^{x-y}) en la misma fila indican diferencia estadística a través del tiempo (P < 0.05)

Continuación Anexo 2.

Resabio

¹ Almacenamiento	² Variedad	³ Fermentación	Días		
			0 ME ± DE	45 ME ± DE	90 ME ± DE
Climatizado	Parainema	Cerrado	7.81 ± 0.13 ^{ax}	7.67 ± 0.14 ^{ax}	7.75 ± 0.25 ^{ax}
		Abierto	7.56 ± 0.24 ^{abx}	7.17 ± 0.14 ^{cy}	7.50 ± 0.25 ^{abx}
	Catuaí	Cerrado	7.31 ± 0.24 ^{bx}	7.25 ± 0.00 ^{bcx}	7.33 ± 0.14 ^{bcx}
		Abierto	7.56 ± 0.13 ^{abx}	7.17 ± 0.14 ^{cy}	7.42 ± 0.14 ^{bxy}
No climatizado	Parainema	Cerrado	7.81 ± 0.13 ^{ax}	6.75 ± 0.25 ^{dy}	6.75 ± 0.25 ^{ey}
		Abierto	7.56 ± 0.24 ^{abx}	7.08 ± 0.38 ^{cy}	7.08 ± 0.14 ^{cdy}
	Catuaí	Cerrado	7.31 ± 0.24 ^{bx}	7.00 ± 0.00 ^{cdy}	7.00 ± 0.00 ^{dey}
		Abierto	7.56 ± 0.13 ^{abx}	7.50 ± 0.00 ^{abx}	7.58 ± 0.14 ^{abx}
⁴ CV%			3.25	4.34	4.83

¹Almacenamiento en bodegas; ²Variedad de café; ³Fermentaciones en disponibilidad de oxígeno; ⁴Coefficiente de variación; ⁵Medias con letras distintas (^{a-d}) en la misma columna indican diferencia estadística (P < 0.05), y medias con letras distintas (^{x-y}) en la misma fila indican diferencia estadística a través del tiempo (P < 0.05).

Continuación Anexo 2.

Acidez

¹ Almacenamiento	² Variedad	³ Fermentación	Días		
			0 ME ± DE	45 ME ± DE	90 ME ± DE
Climatizado	Parainema	Cerrado	7.75 ± 0.20 ^{ax}	7.83 ± 0.29 ^{ax}	7.83 ± 0.14 ^{ax}
		Abierto	7.56 ± 0.24 ^{abx}	7.33 ± 0.14 ^{bex}	7.50 ± 0.25 ^{bx}
	Catuaí	Cerrado	7.44 ± 0.13 ^{bx}	7.33 ± 0.29 ^{bex}	7.33 ± 0.14 ^{bex}
		Abierto	7.69 ± 0.13 ^{abx}	7.25 ± 0.25 ^{bcdy}	7.42 ± 0.14 ^{by}
No climatizado	Parainema	Cerrado	7.75 ± 0.20 ^{ax}	7.17 ± 0.29 ^{cdy}	6.75 ± 0.25 ^{ez}
		Abierto	7.56 ± 0.24 ^{abx}	7.17 ± 0.29 ^{cdy}	7.08 ± 0.14 ^{cdy}
	Catuaí	Cerrado	7.44 ± 0.13 ^{bx}	7.00 ± 0.00 ^{dy}	7.00 ± 0.00 ^{dey}
		Abierto	7.69 ± 0.13 ^{abx}	7.50 ± 0.00 ^{bx}	7.58 ± 0.14 ^{abx}
⁴ CV%			2.63	4.21	4.96

¹Almacenamiento en bodegas; ²Variedad de café; ³Fermentaciones en disponibilidad de oxígeno; ⁴Coficiente de variación; ⁵ Medias con letras distintas (^{a-d}) en la misma columna indican diferencia estadística (P < 0.05), y medias con letras distintas (^{x-z}) en la misma fila indican diferencia estadística a través del tiempo (P < 0.05).

Continuación Anexo 2.

Cuerpo

¹ Almacenamiento	² Variedad	³ Fermentación	Días		
			0 ME ± DE	45 ME ± DE	90 ME ± DE
Climatizado	Parainema	Cerrado	7.88 ± 0.14 ^{ax}	7.92 ± 0.14 ^{ax}	7.83 ± 0.14 ^{ax}
		Abierto	7.69 ± 0.13 ^{abx}	7.33 ± 0.14 ^{by}	7.75 ± 0.25 ^{abx}
	Catuaí	Cerrado	7.50 ± 0.20 ^{bx}	7.42 ± 0.14 ^{bx}	7.33 ± 0.14 ^{cdex}
		Abierto	7.56 ± 0.13 ^{bx}	7.33 ± 0.14 ^{bx}	7.50 ± 0.00 ^{bcx}
No climatizado	Parainema	Cerrado	7.88 ± 0.14 ^{ax}	7.00 ± 0.00 ^{cy}	7.08 ± 0.14 ^{ey}
		Abierto	7.69 ± 0.13 ^{abx}	7.33 ± 0.29 ^{by}	7.42 ± 0.14 ^{cdy}
	Catuaí	Cerrado	7.50 ± 0.20 ^{bx}	7.00 ± 0.00 ^{cy}	7.17 ± 0.29 ^{dey}
		Abierto	7.56 ± 0.13 ^{bx}	7.50 ± 0.00 ^{bx}	7.58 ± 0.14 ^{abcx}
⁴ CV%			2.59	4.12	3.91

¹Almacenamiento en bodegas; ²Variedad de café; ³Fermentaciones en disponibilidad de oxígeno; ⁴Coefficiente de variación; ⁵Medias con letras distintas (^{a-c}) en la misma columna indican diferencia estadística (P < 0.05), y medias con letras distintas (^{x-y}) en la misma fila indican diferencia estadística a través del tiempo (P < 0.05).

Continuación Anexo 2.

Balance

¹ Almacenamiento	² Variedad	³ Fermentación	Días		
			0 ME ± DE	45 ME ± DE	90 ME ± DE
Climatizado	Parainema	Cerrado	7.69 ± 0.13 ^{ax}	7.83 ± 0.14 ^{ax}	7.75 ± 0.00 ^{ax}
		Abierto	7.63 ± 0.25 ^{ax}	7.25 ± 0.25 ^{cdy}	7.50 ± 0.25 ^{abxy}
	Catuaí	Cerrado	7.25 ± 0.20 ^{bx}	7.33 ± 0.14 ^{b^{cx}}	7.42 ± 0.14 ^{bx}
		Abierto	7.50 ± 0.00 ^{ax}	7.17 ± 0.14 ^{cdey}	7.50 ± 0.00 ^{abx}
No climatizado	Parainema	Cerrado	7.69 ± 0.13 ^{ax}	6.92 ± 0.14 ^{ey}	6.83 ± 0.29 ^{cy}
		Abierto	7.63 ± 0.25 ^{ax}	7.17 ± 0.29 ^{cdey}	7.08 ± 0.14 ^{cy}
	Catuaí	Cerrado	7.25 ± 0.20 ^{bx}	7.00 ± 0.00 ^{dex}	7.00 ± 0.00 ^{cx}
		Abierto	7.50 ± 0.00 ^{ax}	7.58 ± 0.14 ^{abx}	7.58 ± 0.14 ^{abx}
⁴ CV%			3.03	4.44	4.57

¹Almacenamiento en bodegas; ²Variedad de café; ³Fermentaciones en disponibilidad de oxígeno; ⁴Coefficiente de variación; ⁵Medias con letras distintas (^{a-d}) en la misma columna indican diferencia estadística (P < 0.05), y medias con letras distintas (^{x-y}) en la misma fila indican diferencia estadística a través del tiempo (P < 0.05).

Anexo 3. Análisis de color en cada variedad de café según su fermentación a través del tiempo.

Escala en a*

¹ Almacenamiento	² Variedad	³ Fermentación	Días			
			0 ME ± DE	30 ME ± DE	60 ME ± DE	90 ME ± DE
Climatizado	Parainema	Cerrado	0.93 ± 0.26 ^{by}	0.65 ± 0.18 ^{cdy}	1.63 ± 0.34 ^{abcx}	0.85 ± 0.24 ^{cdy}
		Abierto	1.21 ± 0.35 ^{axy}	0.70 ± 0.13 ^{bcdz}	1.48 ± 0.25 ^{cdx}	0.84 ± 0.22 ^{cdyz}
	Catuaí	Cerrado	0.92 ± 0.27 ^{by}	0.40 ± 0.18 ^{dw}	1.91 ± 0.22 ^{abx}	0.76 ± 0.02 ^{dyz}
		Abierto	1.44 ± 0.11 ^{axy}	1.10 ± 0.21 ^{aby}	1.60 ± 0.37 ^{bcdx}	1.41 ± 0.21 ^{axy}
No climatizado	Parainema	Cerrado	0.93 ± 0.26 ^{by}	0.84 ± 0.18 ^{abcy}	1.72 ± 0.19 ^{abcx}	1.40 ± 0.28 ^{bx}
		Abierto	1.21 ± 0.35 ^{ax}	0.74 ± 0.17 ^{bcdy}	1.56 ± 0.63 ^{bcdx}	1.20 ± 0.21 ^{bcx}
	Catuaí	Cerrado	0.92 ± 0.27 ^{bx}	0.39 ± 0.12 ^{dy}	1.22 ± 0.13 ^{dx}	0.92 ± 0.18 ^{cdx}
		Abierto	1.44 ± 0.11 ^{ayz}	1.24 ± 0.13 ^{az}	2.02 ± 0.24 ^{ax}	1.81 ± 0.15 ^{axy}
⁴ CV%			0.51	0.52	0.55	0.64

¹Almacenamiento en bodegas; ²Variedad de café; ³Fermentaciones en disponibilidad de oxígeno; ⁴Coefficiente de variación; ⁵Medias con letras distintas (^{a-d}) en la misma columna indican diferencia estadística (P < 0.05), y medias con letras distintas (^{x-z}) en la misma fila indican diferencia estadística a través del tiempo (P < 0.05).

Continuación Anexo 3.

Escala en b*

¹ Almacenamiento	² Variedad	³ Fermentación	Días			
			0 ME ± DE	30 ME ± DE	60 ME ± DE	90 ME ± DE
Climatizado	Parainema	Cerrado	14.00 ± 0.55 ^{by}	13.34 ± 0.79 ^{cdy}	15.65 ± 1.07 ^{abx}	13.21 ± 0.67 ^{cdy}
		Abierto	13.95 ± 0.35 ^{by}	13.62 ± 0.30 ^{cy}	15.19 ± 0.35 ^{cx}	13.21 ± 0.16 ^{cdy}
	Catuaí	Cerrado	13.41 ± 0.25 ^{byz}	13.84 ± 0.37 ^{cy}	16.09 ± 0.36 ^{bx}	12.62 ± 0.51 ^{dz}
		Abierto	15.56 ± 0.39 ^{ay}	15.13 ± 0.30 ^{aby}	16.92 ± 1.45 ^{abx}	14.64 ± 0.24 ^{aby}
No climatizado	Parainema	Cerrado	14.00 ± 0.55 ^{by}	14.06 ± 1.42 ^{bcy}	16.10 ± 0.56 ^{bx}	14.09 ± 0.35 ^{bcy}
		Abierto	13.95 ± 0.35 ^{by}	12.36 ± 0.32 ^{dz}	15.08 ± 1.88 ^{cx}	13.61 ± 0.78 ^{bcdy}
	Catuaí	Cerrado	13.41 ± 0.25 ^{by}	14.26 ± 0.48 ^{abcy}	15.99 ± 0.02 ^{bcx}	13.58 ± 1.17 ^{bcdy}
		Abierto	15.56 ± 0.39 ^{ay}	15.71 ± 0.37 ^{ay}	17.28 ± 0.46 ^{ax}	15.56 ± 0.26 ^{ay}
⁴ CV%			1.19	1.53	1.44	1.39

¹Almacenamiento en bodegas; ²Variedad de café; ³Fermentaciones en disponibilidad de oxígeno; ⁴Coefficiente de variación; ⁵Medias con letras distintas (^{a-d}) en la misma columna indican diferencia estadística (P < 0.05), y medias con letras distintas (^{x-z}) en la misma fila indican diferencia estadística a través del tiempo (P < 0.05).