

EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE FERMENTACIÓN EN DOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

ASSESSMENT OF FERMENTATION TIMES IN TWO COFFEE (*Coffea arabica* L.)
PRODUCTION SYSTEMS

JOHNNY GERMÁN ÁLVAREZ FALCONNY

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO, 2018

EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE FERMENTACIÓN EN DOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

ASSESSMENT OF FERMENTATION TIMES IN TWO COFFEE (*Coffea arabica* L.)
PRODUCTION SYSTEMS

JOHNNY GERMÁN ÁLVAREZ FALCONNY

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
AGROFORESTAL

PRESIDENTE DE TESIS:

Ph.D. JAVIER GARCÍA ALZATE

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO, 2018

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del autor. Artículo 1° de acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Jurado

Jurado

San Juan de Pasto, Mayo de 2018

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme obtener este logro en mi vida, a mis padres Luis Guillermo Álvarez y María Fidelis Falconny, que con esfuerzo y amor han luchado a mi lado para conseguir este primer escalón en mi formación. De igual forma agradezco a mi familia, que jamás dejo de creer y confiar en mí y que siempre me apoyaron, a la familia Andrade Santacruz le debo su esfuerzo y apoyo en este proceso, especialmente la Sra. Marleny Andrade y Karen Elizabeth Acosta. A mis profesores les debo cada una de las cosas que hoy hacen parte de mi conocimiento. Agradezco el apoyo del Ph.D. Javier García Alzate quien me guio en todo el proceso de construcción de este trabajo.

RESUMEN

El estudio se realizó en el corregimiento de Guadrahuma, de Providencia (Nariño), en la finca Yela, localizada a $1^{\circ} 17' 54.65''$ LN y $77^{\circ} 36' 34.76''$ LO. en la cual se realizó la comparación de características físicas y organolépticas del café obtenido bajo dos sistemas de cultivo (SAF y Monocultivo), para ello se aplicaron como tratamientos, diferentes tiempos de fermentación del café. El sistema de beneficio fue tradicional (vía húmeda). En la investigación se evaluó ocho tratamientos y tres repeticiones, donde los tratamientos estuvieron representados por el tiempo de fermentación. Con los datos se realizó un análisis de varianza y aquellas variables que mostraron diferencias significativas se aplicó a una prueba de Tukey al 5% y T de student: Los resultados mostraron que para diámetro ecuatorial y peso de 100 granos de café cereza fueron de 1,47 cm y 173,68 g, para el sistema agroforestal, y 1,34 cm de diámetro y 160,45 g para el monocultivo de café. Para la evaluación sensorial indico diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, donde los tratamiento 4 y 5 del sistema agroforestal y el tratamiento 5 del monocultivo (T4SAF, T5SAF, T5MON) con 79,9, 77,8 y 75,8 puntos respectivamente presentaron diferencias estadísticas en la prueba de Catación con respecto a los demás tratamientos, así mismo se determinó que el sistema de cultivo influyo en las variables físicas del grano, pero no en las organolépticas, como conclusión se obtuvo que el tratamiento T4SAF (20h) presentó el mejor resultado en el análisis organoléptico con 79,9 puntos.

Palabras clave: café, características físicas, organolépticas, calidad, sistema agroforestal, monocultivo de café.

ABSTRAC

The study was conducted in the township of Guadrahuma, Providencia (Nariño), in Yela farm, located at $1^{\circ} 17' 54.65''\text{N}$ and $77^{\circ} 36' 34.76''\text{W}$. We compared the physical and organoleptic characteristics of coffee produced under two culture systems (AFS and monoculture), with different coffee fermentation times as treatments. We applied a wet method coffee processing type. We evaluated eight treatments and three repetitions, where the treatments corresponded to the fermentation times. An analysis of variance was performed and Tukey's and Student's T- tests (5%) were applied to the variables that showed significant differences. The results indicated that the equatorial diameter and weight of 100 cherry coffee beans were 1.47 cm and 173.68 g, respectively, for the agroforestry system, and 1.34 cm and 160.45 g for coffee monoculture. The sensory evaluation showed significant differences between the treatments assessed, where treatments 4 and 5 of the agroforestry system and treatment 5 of the monoculture (T4AFS, T5AFS, T5MON) showed statistically significant differences in the tasting test compared to the other treatments, with 79.9, 77.8, and 75.8 points, respectively. In addition, we found that the culture system influences the physical variables of the bean, but not the organoleptic variables. Finally, treatment T4AFS (20h) showed the best results in the organoleptic analysis, with 79.9 points.

Keywords: coffee, physical characteristics, organoleptic, quality, agroforestry system, coffee monoculture.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
MATERIALES Y METODOS.....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
CONCLUSIONES.....	22
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los tratamientos para determinar el efecto del tiempo de la fermentación en la calidad organoléptica del café (<i>Coffea arabica</i> L.) variedad Castillo en el departamento de Nariño (Colombia	10
Tabla 2. Escala de calificaciones para la Catación del café en la empresa Wayco café....	12
Tabla 3. Análisis de varianza ANAVA para variables físicas y de peso de café (<i>Coffea arabica</i> L.) cereza Var. Castillo en dos sistemas de cultivos en Providencia, Nariño.	13
Tabla 4. Análisis de Varianza (ANAVA) para peso de baba de café (<i>Coffea arabica</i> L.) Var. Castillo, en el Municipio de Providencia, Nariño (Colombia).....	15
Tabla 5. Análisis de varianza (ANAVA) para resultados de catación de café (<i>Coffea arabica</i> L.) var. Castillo bajo dos sistemas de cultivo, en el municipio de Providencia, Nariño (Colombia).....	17

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Prueba de T-student para variables de pesos y diámetro en dos sistemas de cultivo (SAF y Monocultivo) en café var. Castillo (Providencia, Nariño). A, diámetro de grano de café cereza (g), B, peso de 100 granos de café cereza (g), C, peso de café despulpado, D, peso de café lavado, E, peso de pulpa de café.....	16
Figura 2. Peso de baba o mucilago de café en dos sistemas de cultivo (SAF y Monocultivo), distribuidos en 8 tratamientos por sistema.	18
Figura 3. Puntajes de la Catación realizada al café de dos sistemas de cultivo (SAF y Monocultivo), distribuidos en 8 tratamientos por sistema.	20

Figura 4. Atributos tenidos en cuenta en la Catación de café bajo dos sistemas de cultivo (SAF y monocultivo)..... 22

INTRODUCCIÓN

El café es un grano muy consumido a nivel mundial, y es uno de los principales productos de exportación de Colombia. El café colombiano se distingue por su alta calidad física y en taza, valorada por consumidores en todo el mundo (Carvajal *et al.*, 2012).

En Colombia, el café se considera uno de los cultivos de mayor importancia tanto económica como social (Puerta, 2016), con 940.920 hectáreas cultivadas en cerca de 400.000 fincas, en 20 departamentos y 563.000 familias cafeteras vinculadas en torno al cultivo (Ureña, 2013; Puerta, 2016).

En el 60% del área cafetera colombiana, el café se encuentra plantado con sombra o en sistemas agroforestales, además gracias a la oferta ambiental y a las características de los suelos cafeteros en Colombia ha permitido que también puede cultivarse a plena exposición solar (Farfán, 2010).

El cultivo de café tiene una gran importancia dentro de la actividad agrícola del departamento de Nariño ya que de 33.528 caficultores que desarrollan su actividad en 32.078 hectáreas en 36 municipios (Federación Nacional de Cafeteros, 2015). La caficultura de Nariño se caracteriza por el manejo bajo sombrero con el predominio de las variedades Caturra y Castillo (FNC, 2014). La calidad de la bebida del café nariñense es reconocida y al parecer está dada por el tratamiento post cosecha y la forma de preparación de la bebida (Zuluaga, 1990), teniendo en Nariño el beneficio del café se realiza de manera tradicional (húmeda) el cual consiste en retirar el mucilago adherido al grano de café, mediante un proceso fermentativo (Calvert, 1998), posteriormente se realiza el lavado del café con agua limpia, donde se extrae dicho mucilago fermentado, dejando el pergamino libre de impurezas y pueda ser sometido a secado (Zambrano *et al.*, 2006), por lo tanto el beneficio húmedo es uno de los factores más relevantes en la calidad del café de Nariño.

Uno de los aspectos que influye sobre la calidad de la bebida es la fermentación, debido a que es responsable de la presencia de defectos en el café (Puerta, 2012), motivo de rechazo en la compra, generando pérdidas económicas para el productor (Peñuela, 2010). De igual

manera el sistema de cultivo puede influir en las cualidades organolépticas, físicas y del café.

En relación a lo anterior, el objetivo del estudio fue determinar el efecto del sistema de cultivo (Monocultivo y SAF) sobre las características físicas del café, y evaluar el efecto de diferentes tiempos de fermentación sobre la calidad organoléptica y sensorial del café.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el corregimiento de Guadrahuma, Providencia (Nariño), en la finca “Yela” 1° 17' 54.65”LN y 77° 36'34.76”LO, a una altura de 1565msnm., durante la investigación las condiciones ambientales que se presentaron fueron 1250 mm lluvia, una temperatura media de 19°C y una humedad relativa del 75% (IDEAM, 2017).

El lote agroforestal y el monocultivo estaba sembrado con Café variedad Castillo de cuatro años de edad a una distancia de 1,50x1,25m, (5333 árboles.ha⁻¹), el sombrío fue guamo (*Inga edulis*) a razón de 50 árboles.ha⁻¹

Para la aplicación de los tratamientos, se recolectaron 15 kg de café cereza maduro seleccionado por cada uno de los sistemas, esta se realizó una sola vez en el día pico de cosecha. Al material recolectado en cada uno de los sistemas se le aplicó ocho tratamientos, los cuales consistieron en la variación de tiempos de fermentación, tomando desde ocho horas de fermentación, hasta 32 horas, con variaciones de cuatro horas por tratamiento (Tabla 1)

El diseño utilizado fue completamente al azar, el cual contó con dos condiciones de cultivo (SAF y monocultivo) y tiempos de fermentación, con los cuales se formaron ocho tratamientos (Tabla 1) y tres repeticiones por cada condición de cultivo, por lo tanto se obtuvieron 48 unidades experimentales.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos para determinar el efecto del tiempo de la fermentación en la calidad organoléptica del café (*Coffea arabica* L.) variedad Castillo en el departamento de Nariño (Colombia)

Tratamiento	Tiempo de fermentación Horas	Simbología	
		Sistemas agroforestal	Monocultivo
1	8	T1SAF	T1MON
2	12	T2SAF	T2MON
3	16	T3SAF	T3MON
4	20	T4SAF	T4MON
5	24	T5SAF	T5MON
6	28	T6SAF	T6MON
7	32	T7SAF	T7MON
8	Testigo	T8SAF	T8MON

Del café cereza recolectado el día pico, se tomó una muestra de 500 g para cada tratamiento con la ayuda de una balanza digital, las 48 unidades experimentales fueron separadas en recipientes plásticos, evaluando inicialmente el diámetro ecuatorial de 100 granos, mediante una miniforcicula, de igual forma se pesaron 100 granos en cada tratamiento por medio de balanza digital. Posteriormente se realizó el despulpe del café cereza, pesando cada uno de los productos del café (pulpa, café con baba), la fermentación se realizó en recipientes plásticos, no se adicionó agua, además el Testigo (T8) se trabajó con la muestra de café del productor y el tiempo de fermentación que este manejó. Una vez se completó el tiempo de fermentación de cada tratamiento se realizó el lavado con agua limpia, hasta retirar el mucilago, impurezas y café vano, una vez terminado ese proceso se registró el peso de café lavado y se obtuvo el peso de la baba por diferencia (Peso de baba = peso de café sin lavar – (peso de café lavado + peso de impurezas y café vano))

El secado del café se realizó un en secador parabólico (túnel de secado solar) el proceso duro hasta obtener un porcentaje de humedad entre el 10 y 12%, debido a que mayores contenidos de humedad favorecen la presencia de hongos (Puerta, 1996). Una vez se obtuvo la humedad deseada se registró el peso del café en cada tratamiento. Se realizó una

tabla de conversiones con los pesos obtenidos, desde café cereza, hasta café pergamino seco (CPS).

El análisis organoléptico se realizó con la ayuda de la empresa Wayco café, quienes realizaron la Catación de cada muestra enviada; se pesaron 100 g de café pergamino para cada muestras, se rotularon y empacaron en sobres herméticos, la empresa realizó la trilla del café, además utilizando una tostión y molido medio de los granos de café. El proceso de catación es basado en el método descriptivo cuantitativo adaptado de Puerta (2000), quien utiliza una escala de nueve puntos para la calificación de cada característica organoléptica, la cual se interpreta así: Calificaciones 9, 8 y 7 para cualidades equilibradas, deseables, tomando 9 como la mejor calificación; 6, 5 y 4 cualidades intermedias, califica desviaciones, 4 apenas tolerable; 3, 2 y 1, cualidades indeseables, califica defectos, finalmente uno como la peor calificación. Valorando características como aroma, acidez, cuerpo, amargo, balance, impresión global, por otra parte se determinó algunos factores cualitativos como sabor del café (sabores agradables y defectos) el cual puede describirse como: a caramelo, chocolate, delicado, terroso, frutal, dulce, vinoso, a almendra, picante, sucio, suave, agrio, rancio, áspero, aguado, balanceado, fermento, fenol, ahumado (Puerta, 2009).

Tabla 2. Escala de calificaciones para la Catación del café en la empresa Wayco café.

Calificación	Descripción.
9	Excelente
8-7	Buena
6-5-4	Media, 4 apenas tolerable
3-2-1	Malas, 1 muy deficiente.

Los datos recolectados para las variables diámetro, peso de 100 granos, peso de cascara, peso de café sin lavar, peso de café lavado, peso de baba o mucilago, peso de café seco y calidad organoléptica (catación), se sometieron a un Análisis de Varianza (ANAVA), aplicando una prueba de significancia de Tukey al 5%, para las variables que presenten diferencias estadísticas entre tratamientos, mientras que para las variables que presenten

diferencias entre sistemas se aplicó una prueba de T-student, por medio del programa InfoStat versión 2018.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un análisis de varianza (ANAVA) (Tabla 3), donde se determinó si existen diferencias significativas para las variables de pesos, diámetro y conversión de café en los dos sistemas de cultivo (SAF Y Monocultivo), encontrando que solo para la variable conversión de café cereza a café pergamino seco (C.P.S.) (p valor = 0,147) no se presentó diferencias estadísticas, en este sentido Marín *et al.*, (2003), encontraron un factor de conversión en granos de café maduro y sobremaduro respectivamente 5,04 y 5,25:1 (kilogramos de café cereza necesarios para obtener un kilogramo de café pergamino seco), lo cual difiere de los resultados encontrados en el presente estudio, donde la conversión para el sistema agroforestal fue de 4,58 y para el monocultivo fue de 4,44, así mismo Marín *et al.*, (2003) asocian las diferencias a la variedad, la metodología y las condiciones ambientales de las zonas de estudio. Para las variables que si se observó diferencias se efectuó una prueba de T-student, comparando los promedios de cada sistema.

Tabla 3. Análisis de varianza ANAVA para variables físicas y de peso de café (*Coffea arabica* L.) cereza Var. Castillo en dos sistemas de cultivos en Providencia, Nariño.

Fuente	Suma de cuadrados	G L	F-calculado	P valor
Diámetro de grano	0,076	1	6,877	0,034
Peso de 100 granos	700,9256	1	29,8177	0,0009
Peso de café despulpado	1107,23	1	38,716	0,00044
Peso de café lavado	1107,23	1	38,716	0,00044
Peso de pulpa	664,35	1	12,34	0,0098
Conversión de café cereza a CPS	0,0788	1	2,653	0,147

Para la variable diámetro de grano de café cereza (Figura 1A), se encontró para el sistema agroforestal un promedio de diámetro de 1,47 cm, mientras que para el monocultivo el promedio fue de 1,34 cm, en este sentido Muñoz y Noguera (2016), encontraron en su estudio un diámetro ecuatorial del café cereza Var. Castillo fue de 1,33 cm, lo cual coincide

a lo reportado en el monocultivo. Por otra parte Muschler (2001) afirma que el café cultivado bajo condiciones de sombra, generan un aumento substancial de tamaño de la cereza de café, comparado con los que se cultivaron a plena exposición. En este mismo sentido Vaast *et al.*, 2005, afirman que el efecto positivo de la sombra sobre el grano, es que esta reduce la carga fructífera, por lo cual indica menor número de granos por rama, además de formar granos de mayor tamaño y mejor calidad comparado con cafetales a libre exposición, por lo tanto las diferencias encontradas en el presente estudio concuerdan con lo encontrado en el presente estudio.

El peso de 100 granos de café cereza (Figura 1B) indicó un peso promedio para el sistema agroforestal de 173,68 g y para el monocultivo de 160,45 g, lo cual difiere a lo reportado por Montilla *et al.*, (2008) quienes para su estudio reportan un peso de 192 g, en 100 granos de café cereza, en la zona de Chinchiná, Caldas. Relacionando dicha diferencia a las condiciones ambientales y las diferencias metodológicas de los dos estudios.

Por otra parte para la variable peso de café despulpado (Figura 1C), el promedio en el sistema agroforestal fue de 265,85 g y de 309,25 g para el monocultivo, en relación a esto Montilla *et al.* (2008), reportan un peso de 276,2 g, así mismo Uribe (1977), reporta un peso de 299,4 g para café despulpado, lo cual es similar a los resultados del estudio. Por otra parte Montilla *et al.*, (2008), relaciona las diferencias de peso a que granos de mayor tamaño tienden a ser menos densos, por lo tanto se entendería que el sistema agroforestal presente un menor peso que el monocultivo, debido a que los granos del sistema agroforestal fueron de mayor tamaño.

Para peso de café lavado (Figura 1D) se encontró un promedio de 233,7g para el monocultivo el cual representa un porcentaje de conversión del 46,7%, mientras que en el sistema agroforestal se obtuvo un peso de 217,08 en porcentaje de conversión representa el 43,4%, en este sentido Montilla *et al.*,(2008) difieren con los resultados del presente estudio y reportan un porcentaje de conversión del 39%.

Para la variable peso de pulpa de café (Figura 1D) se encontró que para el sistema agroforestal el peso corresponde a 244,9 g (48,9% del peso en cereza), mientras que para el

monocultivo se obtuvo un peso de 232,03g (46,4% del peso en cereza), estos valores se aproximan a los reportados por Suarez (2012), afirma que la pulpa es el primer producto que se genera en el procesamiento del fruto y representa en base húmeda el 43.58% del peso total de la cereza, así mismo Montilla *et al.*, (2008) afirman que el contenido de pulpa en café es de 44% en condiciones de libre exposición, en contraste a esto la Fundación Manuel Mejía (2011), reporta que la cantidad de pulpa que se puede obtener en un sistema de producción de café esta alrededor del 40% del peso de café cereza, difiriendo de los autores anteriores y aun mas de los resultado encontrados en el presente estudio.

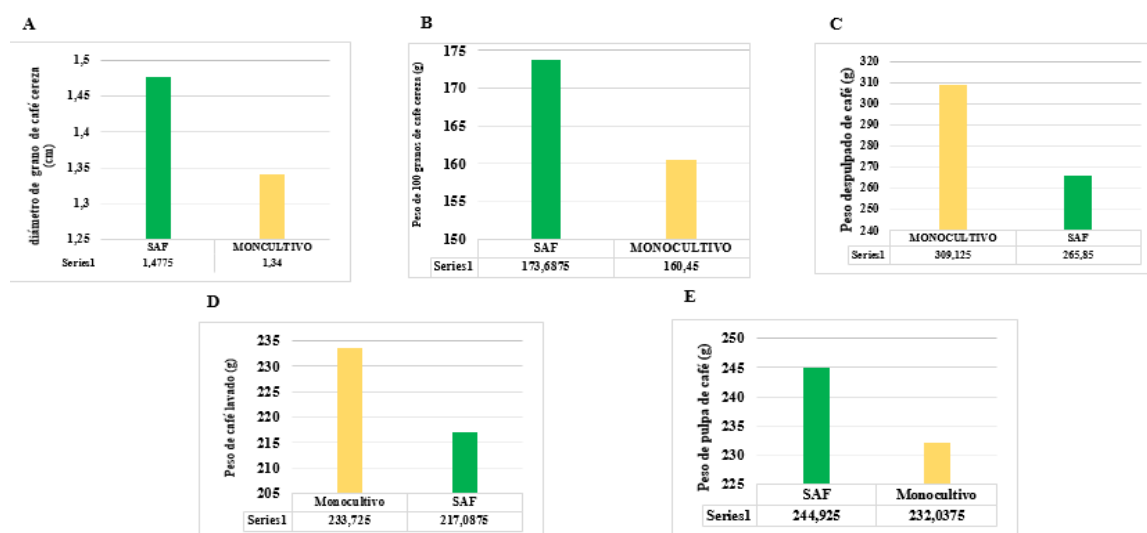


Figura 1. Prueba de T-student para variables de pesos y diámetro en dos sistemas de cultivo (SAF y Monocultivo) en café var. Castillo (Providencia, Nariño). A, diámetro de grano de café cereza (g), B, peso de 100 granos de café cereza (g), C, peso de café despulpado, D, peso de café lavado, E, peso de pulpa de café.

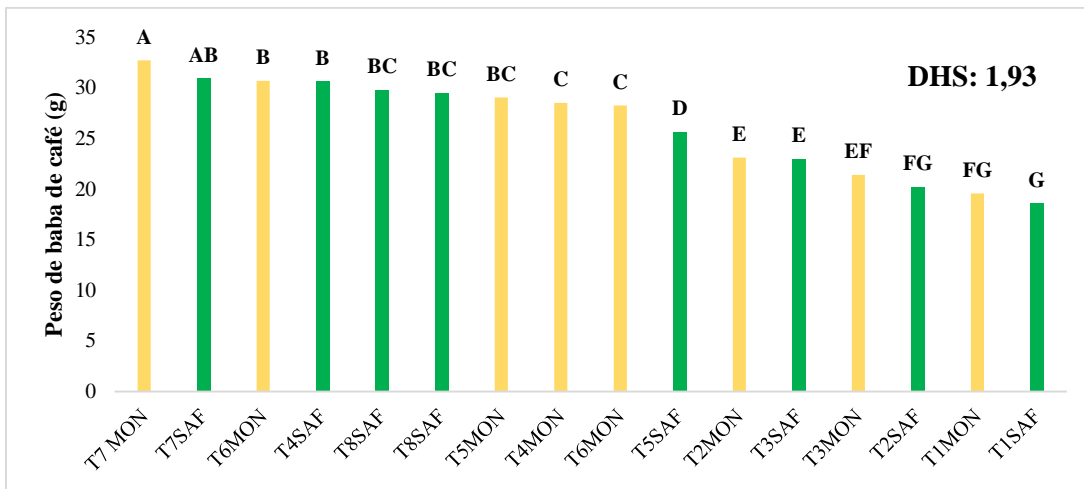
Para la variable peso de baba o mucilago de café, la aplicación del ANDEVA (Tabla 5), indicó que no existe una diferencia significativa entre los sistemas evaluados, pero si entre los tratamientos, en este sentido se procedió a realizar una prueba de comparación de medias de Tukey, con el fin de establecer cuál fue el comportamiento de los tratamientos en cuanto a peso de baba o mucilago de café.

Tabla 4. Análisis de Varianza (ANAVA) para peso de baba de café (*Coffea arabica* L.) Var. Castillo, en el Municipio de Providencia, Nariño (Colombia).

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	G L	cuadrado medio	F	P-Valor
Tratamientos	311,955	7	44,565	23,334	0,0002
Sistemas	1,583	1	1,583	0,829	0,3928
Error	13,369	7	1,910		
Total	326,908	15			

Mediante la prueba de medias de Tukey (5%) (Figura 2), el tratamiento T7MON (32h) con 32,7g y presentó diferencias estadísticas con la mayoría de tratamientos, solo el T7SAF (30,93g) no tuvo diferencias, en este sentido se pudo determinar que a mayor tiempo de fermentación, la baba del café tiende a ser mayor, además los tratamientos con menores tiempos presentaron las cantidades más bajas en peso de baba o mucilago de café T1MON (19,5 g) y T1SAF (18,5g), en este sentido Puerta (1999), demostró que la cantidad de mucilago de café cambia con respecto a la variedad y a las condiciones ambientales, así mismo encontró que mayores tiempos de fermentación alteran la calidad de la taza de café, llevando a acumular más contenidos de mucilago que cambia el pH e incluye defectos como vinagres o sobre fermentación.

Por otra parte los contenidos encontrados en los diferentes tratamientos, difieren de lo reportado por Rathinavelu y Grazios (2005), quienes encontraron que el 14, 9% del peso de café cereza, corresponde a la baba o mucilago, es decir que por cada 500g de café cereza 74 g corresponden a dicho residuo, así mismo Montilla *et al.*,(2008), reportan contenidos promedio de 41g de baba por cada 500g de café cereza beneficiado, representando el 8,2% del peso total, mientras que para el sistema agroforestal fue de 5,2% y para el Monocultivo 5,33% del peso de café cereza.



*letras distintas indican diferencias significativas (Tukey a 5%).

Figura 2. Peso de baba o mucilago de café en dos sistemas de cultivo (SAF y Monocultivo), distribuidos en 8 tratamientos por sistema.

Para la determinación de color del pergamino de café seco, se observó que el tratamiento T3SAF, T4SAF, T2MON y T4MON fueron acordes al color de pergamino propuesto por Puerta (2000), quien afirma que el pergamino debe mantener un color crema amarillento sin ninguna señal de mancha de oxidación o irregularidad, por otra parte los tratamientos T1, T7 y T8 en los dos sistemas denotaron una serie de irregularidades en el pergamino, ocasionadas por la fermentación inadecuada, encontrando manchas oscuras de color miel, el testigo (T8) presentó manchas en el pergamino producto del material con el cual trabajó el productor, que pudo inducir a una fermentación inadecuada.

Para el análisis organoléptico se realizó un análisis de varianza (ANAVA) (Tabla 6) para los puntajes obtenidos en la Catación realizada, encontrando que no existe diferencias significativas entre sistemas, pero si entre tratamientos, por lo tanto se hizo necesario la aplicación de una prueba de comparación de medias de Tukey, que permitió identificar cuales tratamiento presentaron diferencias estadísticas.

Tabla 5. Análisis de Varianza (ANAVA) para resultados de Catación de café (*Coffea arabica* L.) Var. Castillo bajo dos sistemas de cultivo, en el municipio de Providencia, Nariño (Colombia).

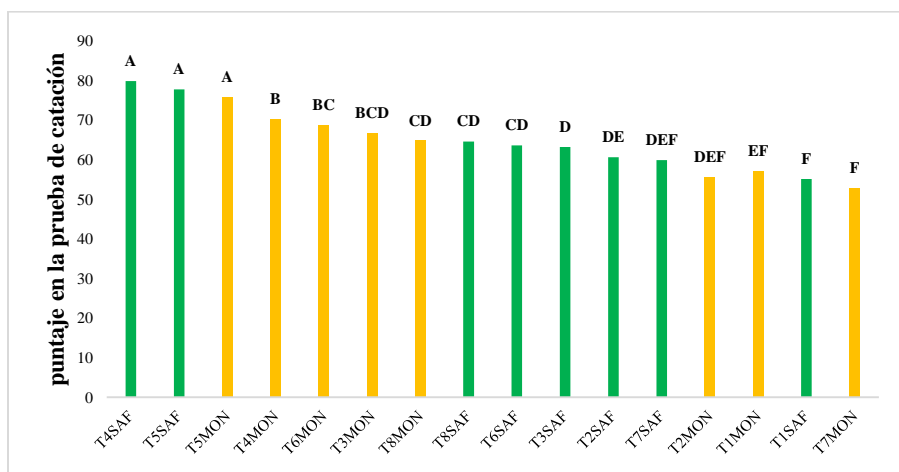
Fuente de Variación	Suma de cuadrados	G.L.	cuadrado medio	F	P-Valor
Tratamientos	882,13438	7	126,019196	9,0429526	0,0047465
Sistemas	9,765625	1	9,765625	0,7007669	0,4301753
Error	97,549375	7	13,935625		
Total	989,44938	15			

La prueba de Tukey 5% (Figura 3), indico que los tratamientos T4SAF (79,9) T5SAF (77,8) Y T5MON (75,8), presentaron diferencias estadísticas frente a los demás tratamientos evaluados, por otra parte el testigo T8 (19h), a pesar de estar aproximadamente en el mismo tiempo de los tratamientos que presentaron mayores no alcanzo a ser sobresaliente debido al materia que el productor beneficia normalmente (material sin seleccionar), en relación a lo anterior Zuluaga (1990) afirma que los daños en el grano; como aquellos debidos al ataque de insectos como la broca del café, causan deterioro en la calidad física, sanitaria y organoléptica del café, ocasionando considerables pérdidas económicas, aunque es de anotar que la mayoría de los defectos se originan en el proceso de poscosecha.

Por otra parte Suarez (2012) manifiesta que los granos no se deben dejar en los tanques más de lo necesario, puesto que pueden desarrollar un sabor avinagrado si excede el tiempo de fermentación. El mismo autor aclara que la fermentación ordinariamente se completa en 18 a 24 horas lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio, pero puede requerir hasta 80 horas donde la temperatura del aire es baja y la altitud es elevada.

Así mismo los tratamientos en los que se realizó fermentación menor a 12 h (T1) y por más de 28 h (T7), fueron castigados en la calificación, en la medida que se encontraron marcados defectos en su sabor, aroma y acidez, en este sentido Puerta *et al.*, (1988) afirma que uno de los factores que se debe tener en cuenta para obtener buena calidad final de café

es la fermentación, debido a que se hace crítico el tiempo de proceso, ya que por sobre fermentación se produce café con aroma y sabor a vinagre, piña madura, cebolla, rancio o *stinker*, dependiendo del tiempo en que los granos de café permanezcan sin lavar. A su vez Peñuela (2010); afirma que las fallas que se presentan en el control en la etapa de fermentación de mucílago y el amplio margen de error de los métodos tradicionales, conlleva a aumentar la posibilidad de deterioro de la calidad del café. Se ha demostrado que un retraso en el tiempo mayor a 2 horas después de la degradación del mucílago, tiene un efecto directo sobre la aparición de defectos en taza relacionados con la etapa de fermentación del mucílago, tales como vinagre y fermento. Con relación a la calidad en taza, algunos estudios han determinado que la mejor bebida se obtiene de frutos maduros, mientras que los verdes deterioran la calidad debido a múltiples defectos como sabor y aroma a fermento y acre en la bebida (Shibamoto, 1991).



*letras distintas indican diferencias significativas, Tukey 5%.

Figura 3. Puntajes de la Catación realizada al café de dos sistemas de cultivo (SAF y Monocultivo), distribuidos en 8 tratamientos por sistema.

Se comparó los tres tratamientos de cada sistema (T4, T5, T6) (Figura 4) que presentaron los mayores puntajes en la prueba de Catación, permitiendo identificar como fue el comportamiento de cada uno frente a los atributos evaluados en la prueba de Catación. Encontrando que tanto en el sistemas agroforestal y monocultivo el T4 se mostró una acidez importante producto de 20h de fermentación, por otra parte el amargo y balance mostro al tratamiento T4SAF y T5MON como los más sobresalientes, en términos generales los tratamientos T4SAF, T5MON y T5SAF se consideran buenos, mientras que los otros tres se ubican como aceptables, en este sentido los resultados difieren con algunos autores que afirman que la bebida de café cultivados al sol es más amarga y astringente que los cultivados bajo sombra, siendo mayor acidez y preferencia de los cafés producidos bajo sombra, en comparación a los provenientes de plena exposición solar (Avelino *et al.*, 2006), en el presente estudio se pudo evidenciar que tanto el sistema agroforestal como el monocultivo pueden presentar perfiles de taza adecuados.

Muschler (2001), encontró una mejora substancial de la calidad del café bajo sombra en condiciones ambientales subóptimas; donde las plantas de café se encontraban bajo estrés. Los principales beneficios de la sombra fueron: mayor peso de la cereza, mayor tamaño, mayores tazas de acidez y cuerpo, esto se debe que bajo algunas condiciones de sombra la pulpa madura mucho más lentamente por la menor temperatura producida por el sombrero, logrando de esta manera un mejor llenado de grano, favoreciendo la formación de granos grandes con mayor acidez, cuerpo y aroma, lo cual difiere del presente estudio ya que se encontró que los contenidos de acidez, cuerpo y aroma fueron similares en el sistema agroforestal (T4) y en el monocultivo (T5)

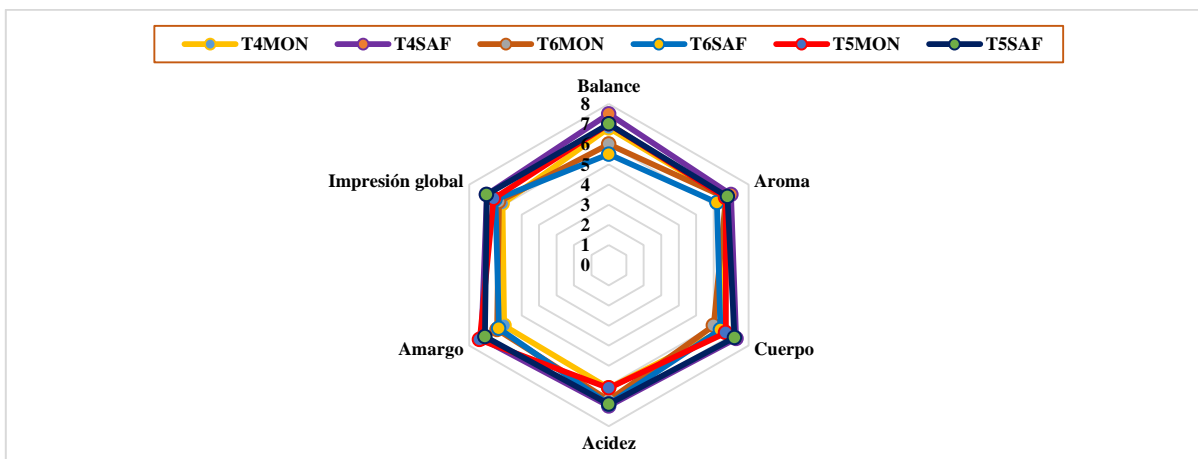


Figura 4. Atributos tenidos en cuenta en la Catación de café bajo dos sistemas de cultivo (SAF y monocultivo).

CONCLUSIONES

Para las variables diámetro y peso de 100 granos de café cereza, se evidencio que el sistema agroforestal obtuvo en promedio un diámetro 1,47 cm, mientras que el monocultivo 1,34 cm, por otra parte en el peso el sistema agroforestal obtuvo 173,6g, y el monocultivo 160,4g, indicando que el sombrío influye en variables de tamaño y peso de grano de café

Los tiempos de fermentación afectan directamente la calidad física (pergamino) y organoléptica (sabor, aroma, acidez) del café, dejando manchas oscuras en el grano y defectos de sabor y aroma, después de las 24 horas de fermentación, así mismo la fermentación incompleta genera algunos de estos defectos cuando se deja menos de 12 horas en este proceso.

Se encontró que la fermentación por 20h ayuda a mejorar las cualidades organolépticas, según el puntaje obtenido en la prueba de catación.

Características organolépticas como sabor, aroma, cuerpo, balance y acidez fueron similares en el sistema agroforestal y monocultivo, por lo cual la obtención de una buena calidad de taza del café no se relaciona directamente con el sistema de cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avelino J.; Barbosa B.; Araya J.; Fonseca C.; Davrieux F.; Guyot B.; Cilas C. (2006). Effects of slope exposure altitude and yield on coffee quality in two altitude territories of Costa Rica Orosi and Santa Maria de Dota. *Journal of the Science of food and Agriculture*. 85: 1869-1876.

Calvert K. (1998). The Microbiology of coffee processing. Part 2. Published in the PNGCRI coffee research newsletter. Disponible en línea: <http://www.coffee.20m.com/MICROBL2.htm>.

Carvajal J.; Aristizabal I.; Oliveros C. (2012). Evaluación de propiedades físicas y mecánicas del fruto de café (*Coffea arabica* L. Var. Colombia) durante su desarrollo y maduración. *Dyna*. 116; 124 p.

Farfán, F. (2010). Café orgánico al sol y bajo sombra una doble posibilidad para la zona cafetera. Federación nacional de cafeteros. Avances técnicos 399 de Cenicafe. Programa de investigación Científica. Caldas. 8 p.

Federación Nacional de Cafeteros (FNC). (2014). Nuestras regiones cafeteras. Disponible en internet: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/la_tierra_del_cafe/regiones_cafeteras/ Consultado en marzo de 2018.

Federación Nacional de Cafeteros (FNC). (2015). Estadísticas históricas – Cultivos de café en Colombia. Recuperada de: http://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/quienes_somos/119_estadisticas_historicas/

Fundación Manuel Mejía. (2011). Gestión para la competitividad y sostenibilidad en la producción de cafés especiales. Chinchiná, Caldas.

Instituto de hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2017). Sistema de información Nacional Ambiental. Valores medios Mensuales de temperatura. Estación de Samaniego – Nariño.

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 la bebida. *Cenicafé*. 54(4): 297-315 p.

Montilla J.; Arcila J.; Aristizábal M.; Montoya E.; Puerta G.; Oliveros C.; Cadena G. (2008). Propiedades físicas y factores de conversión en el proceso de beneficio. Avance Técnico 370. *Cenicafé*. 8 p.

Muñoz F.; Noguera M. (2016). Evaluación de las propiedades físicas y factores de conversión de café variedad castillo y colombia (*Coffea arabica* L.) durante el proceso de beneficio y trilla, a diferentes alturas sobre el nivel del mar en fincas cafeteras del municipio de colon, departamento de Nariño. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agroforestal. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). San Juan de Pasto. 92 p.

Muschler, R. (2001). Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee zone of Costa Rica. *Agroforestry Systems*. 51(2): 131-139 p.

Peñuela, E. (2010). Estudio de remoción de mucílago de café a través de fermentación natural. Universidad de Manizales. Maestría en Desarrollo sostenible y medio ambiente. Manizales-Caldas. 139 p.

Puerta G.; Quiceno A.; Zuluaga V. (1988). La calidad del café verde: Composición, proceso y análisis. Programa de investigación científica, Chinchiná, *Cenicafé*. 251 p.

Puerta G. (1996). La calidad del café. Programa de investigación científica. Chinchiná-Caldas: *Cenicafé*. 9 p.

Puerta G. (2000). Influencia de los granos de café cosechados verdes, en la calidad física y organoléptica de la bebida. *Cenicafé*. 51(2):136- 150 p.

Puerta G. (2009). Los catadores de café. Avance técnico *Cenicafé* 381. Programa de investigación científica. *Cenicafé*. 12 p.

Puerta G. (2012). Factores, procesos y controles en la fermentación del café. Avance técnico Cenicafe No. 422. Programa de investigación científica. Fondo nacional del café. Manizales, Caldas. 12p.

Puerta G. (2016). Calidad física del café de varias regiones de Colombia según altitud, suelos y buenas prácticas de beneficio. *Revista Cenicafé*. 67 (1): 7-40 p.

Rathinavelu R.; Graziosi G. (2005). Posibles Usos Alternativos de los Residuos y Subproductos del Café. Universidad de Trieste. International coffee organization, Italia.

Shibamoto T. (1991). Colloque Scientifique International sur le Café, An overview of coffee aroma and flavor chemistry. 14. San Francisco, 14 al 19 de julio de 1991. Trabajos. París, ASIC. 107-116 p.

Suarez J. (2012). Aprovechamiento de los residuos sólidos provenientes del beneficio del café, en el municipio de Betania Antioquia: usos y aplicaciones. Trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos. . Caldas – Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista. 56 p.

Ureña, M. (2013). Evolución del mercado mundial del café. Manual del cafetero colombiano. Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura, Tomo 1, Ed LEGIS, Manizales, Colombia. 18-24 p.

Uribe H. (1977). Constantes físicas y factores de conversión en café. *Avances Técnicos Cenicafé*. 65: 1-3 p.

Vaast P.; Van Kantén R.; Siles P.; Dzib B.; Frank N.; Harmand J.; Genard M. (2005). Shade: A key factor for coffee Sustainability and quality. In: ASIC Conference Bangalore India. 842-896 p.

Zuluaga V. (1990). Los factores que determinan la calidad del café verde. *In*: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. 50 años de Cenicafé 1938-1958, Conferencias conmemorativas. Chinchiná, Caldas. 167-183 p.

Zambrano F.; Rodriguez V.; Lopez P.; Orozco R.; Zambrano G. (2006). Tratamiento anaerobio de las aguas mieles del café. Boletín Técnico N° 29. Chinchiná-Caldas: Cenicafe. 28 p.