

# RELACIÓN DEL TIPO DE FERMENTACIÓN CON LA CALIDAD FÍSICA Y DE TAZA DEL CAFÉ

## RELATIONSHIP OF THE TYPE OF FERMENTATION WITH THE PHYSICAL AND CUP QUALITY OF COFFEE

**Caballero-Pérez, J.F.<sup>1</sup>; Zacarias-Santizo, A.B.<sup>2</sup>; Ichimura-Toledo, A.<sup>2</sup>; Ovalle-Nanduca, J.J.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. Av. Progreso No. 5. Santa Catarina Coyoacán. D.F. C.P. 04010. México. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Chiapas. Boulevard Belisario Domínguez, kilómetro 1081, Sin Número, Terán Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, C.P. 29050.

**Autor de correspondencia:** seneka95@hotmail.com

### RESUMEN

Se evaluó la calidad física del grano y sensorial de la bebida del café, procesado mediante la fermentación natural y variantes de ésta usando levadura y filtrado de mucilago (FM) para la remoción de pulpa (mucilago). Se usó café (*Coffea arabica* L.) cereza de la variedad Bourbon, recolectado de manera selectiva y sometido a beneficiado húmedo. En cada uno de los tratamientos de fermentación, se realizó un análisis físico del grano y determinó el perfil sensorial de la infusión. Durante el proceso fermentativo, el pH presentó aumento, y los sólidos solubles totales disminuyeron. Después del proceso de beneficiado húmedo, en los tratamientos con levadura al 15% (T4) y FM a 25% (T5) se obtuvo mayor rendimiento del grano. Los defectos físicos del grano y perfil sensorial de la infusión variaron en función del tiempo de fermentación entre 16 y 15 horas en T5 y T4, y en este último se requirieron cinco horas menos para completar el proceso de fermentación en contraste al de fermentación natural (T1), que fue de 20 horas para eliminar el mucilago. Con relación a la impresión global de la bebida, el café procesado con fermentación (T4, T5), presentaron calificaciones de 83, significativamente mayores a las calificaciones para el café sometido al tratamiento T1. Estos tratamientos, también presentaron el más bajo porcentaje de granos con defectos, lo cual fue significativo en la calidad de la bebida. Con el proceso fermentativo T4 se logra la degradación completa del mucilago en corto tiempo y permite obtener café de muy buena calidad.

**Palabras clave:** *Coffea arabica*, beneficiado húmedo, calidad de taza.

### ABSTRACT

The physical quality of the grain and sensory quality of the coffee beverage was evaluated, processed through natural fermentation and variations of it using yeast and mucilage filter (MF) to remove the pulp (mucilage). Cherry coffee (*Coffea arabica* L.) of the Bourbon variety was used, collected in a selective way and subjected to humid processing. In each of the fermentation treatments, a physical analysis of the grain was carried out, and the sensory profile of the infusion was determined. During the fermentative processes, the pH presented an increase, and total soluble solids decreased. After the wet process of the coffee, in the treatments with yeast at 15% (T4) and FM at 25% (T5), a higher yield of the grain was obtained. The physical defects of the grain and the sensory profile of the infusion varied in function of the fermentation time between 16 and 15 hours in T5 and T4, and in the latter five hours less were required to complete the fermentation process in contrast to that with natural fermentation (T1), which was 20 hours to eliminate the mucilage. Regarding the global impression of the beverage, the coffee processed with fermentation (T4, T5), presented marks of 83, significantly higher than the marks for coffee subject to treatment T1. These treatments also presented the lowest percentage of grains with defects, which was significant for the beverage quality. With the T4 fermentative process, the complete degradation of the mucilage is achieved in a short time, and it allows obtaining coffee of very good quality.

**Keywords:** *Coffea arabica*, wet processing, cup quality.

**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 11, noviembre. 2016. pp: 94-100.

**Recibido:** marzo, 2016. **Aceptado:** octubre, 2016.

## INTRODUCCIÓN

El grano de café, está cubierto por una capa de mucílago o pulpa, la cual mide aproximadamente 0.4 milímetros de espesor y está compuesta por agua, polisacáridos, azúcares, proteínas, lípidos, minerales y ácidos (Avallone *et al.*, 2000). Aunque esta estructura representa entre 15% y 22% del peso del fruto maduro con relación al contenido de humedad, tiene que ser removida durante la etapa de fermentación en el proceso de beneficiado por vía húmeda, para obtener cafés “suaves lavados”, los cuales son importantes en el mercado internacional (Rodríguez, 2009). En México, la fermentación de mucílago es practicada por cerca de 90% de los caficultores, principalmente los que poseen menos de 5 ha en producción (Moguel y Toledo, 2004). En este proceso las enzimas y microorganismos naturales desintegran la estructura del mucílago que queda adherido al grano después del despulpado y antes del lavado, permitiendo que las protopectinas, ácido pectínico y pectinas se solubilizan a través de las reacciones naturales que se presentan y puedan ser retirados del grano por medio del lavado (Wood, 1998). Según Kairuz (2002), estos componentes se forman a partir de la hidrólisis y acidogénesis que se produce de la ruptura de las células que conforman el mucílago. De acuerdo con Fajardo y Sanzu (2003), la remoción del mucílago del café se puede hacer por fermentación natural del mucílago, con adición de enzimas pectolíticas al café despulpado, o mecánicamente por medio de máquinas desmucilaginosas. La calidad en taza del café se valora teniendo en cuenta atributos como el aroma, acidez, sabor, impresión global y cuerpo; cualidades que están determinadas por la variedad, la ubicación geográfica, clima y cuidado con que se realizan las diferentes prácticas de cultivo, recolección y beneficiado (Illy y Viani, 1995; Puerta, 1996). Durante el beneficiado húmedo, la fermentación del mucílago de café, al ser un proceso natural, tiene como principal respuesta el tiempo que se requiere para finalizar el proceso; algunos microorganismos favorecen y aceleran la degradación del mucílago, mientras que otros contribuyen al desarrollo de defectos cuando el tiempo de fermentación se prolonga (Cuevas *et al.*, 2006). Los daños físicos más comunes, que se originan por fermentaciones no controladas, son los granos vinagres, manchados, decolorados, y en taza aparecen aromas y sabores agrios, y rancio (Puerta, 2007). Este tipo de defectos son considerados los más críticos en el detrimento de la calidad final del grano del café debido a que los azúcares y los compuestos pécticos del mucílago no se degradan; ocasionando pérdidas económicas importantes. Parte de estos defectos son originados por el desconocimiento del proceso de fermentación, ya que no tiene ningún tipo de control y solo se espera que pase el tiempo necesario para desprender la mayor parte del mucílago. Puerta (1994), trabajó con sistemas rápidos agregando enzimas o sustancias químicas en los tanques de fermentación para disminuir el tiempo, lo que dio como resultado los métodos enzimático y químico. El más usado ha sido el método de la fermentación natural o tradicional, y recientemente, el método mecánico, que utiliza equipos de desmucilaginado de flujo ascendente (Fajardo y Zanzu, 2003). Por lo anterior, se identificó la relación de la fermentación con la calidad física del grano y sensorial de la bebida para contribuir al conocimiento de los factores que afectan la fermentación natural.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó café (*Coffea arabica* L.) de las variedades Bourbon de fruto rojo, recolectado en la cosecha de 2015 en la comunidad de Salvador Urbina, Cacahoatán, Chiapas, México, en la parcela experimental (712 m de altitud, 15° 03' 22" N, 92° 12' 22" O), 25.4 °C de temperatura, humedad relativa de 72%, 4,050 mm de precipitación total anual (INAFED, 2016). Para el beneficiado del café se usó: despulpadora, recipientes de plástico para la fermentación, secador solar, material de empaque y rotulación. Para el análisis de calidad se usaron en laboratorio, tostador, molino, tamices, medidor de humedad, estufa, trilladora, pocillos, bandejas, mesas de catación, servilletas, formatos de registro, mesas de análisis físicos, lámparas y balanza. Para el beneficiado del café. Se recolectaron 70 kg de café cereza maduro, clasificándolo manualmente, para escoger sólo el café maduro y sano. El beneficiado se realizó por vía húmeda; se despulpó sin agua, se removió el mucílago mediante la fermentación del café con preparados de levadura (L) y filtrado de mucílago (FM) a diferentes concentraciones (Cuadro 1), utilizando recipientes de plástico.

Previo a la fermentación, los preparados L y FM se adicionaron a la masa de granos usando 20 mL de preparado por cada kilogramo de masa de fermento, en ambos casos. Durante la fermentación se determinó el contenido de sólidos solubles totales (°Bx) mediante un refractómetro y el pH del mucílago por lectura potenciométrica (AOAC, 2005). Al finalizar el tiempo de fermentación en cada tratamiento, el café se lavó con agua limpia y secó utilizando un secador solar cubierto, donde se revolvió constantemente

**Cuadro 1.** Tratamientos en el proceso de fermentación del café.

No.	Levadura (%)	Filtrado de mucílago (%)	Código
1	0	0	T1
2	5	0	T2
3	10	0	T3
4	15	0	T4
5	0	25	T5
6	0	30	T6
7	5	25	T7
8	10	30	T8

hasta alcanzar humedad de 10% a 12%. El café pergamino se empacó en bolsas plásticas, se rotuló y almacenó a 65% de humedad relativa y 15 °C por un mes hasta su análisis físico y sensorial.

**Análisis físicos:** Para cada muestra de café se realizaron los siguientes análisis: A) En café pergamino se determinó humedad, y B) En café verde se determinó: rendimiento y los defectos partido, negro, perforado por broca, decolorado y el total de defectos.

**Panel de catación:** Se contó con la participación de cinco catadores entrenados para el análisis organoléptico de las muestras. Cada taza se preparó utilizando 11 g de café molido en 150 mL de agua destilada en ebullición. Se utilizó tostado medio 13% a 14% de pérdida de peso, y molienda media, tamaño de partícula 500  $\mu\text{m}$  (Puerta, 1996). Se calificaron las siguientes propiedades sensoriales del café: aroma, acidez, sabor, cuerpo e impresión global de la bebida. Se usó el método descriptivo cuantitativo, utilizando una escala de nueve puntos, para la calificación de cada característica organoléptica del café, la cual se interpretó así: calificaciones 9, 8, 7 para cualidades equilibradas, deseables, donde 9 correspondió a la mejor calificación; 6, 5, 4 para cualidades intermedias, calificando desviaciones, 4 apenas tolerable y 3, 2, y 1 como cualidades indeseables, calificando defectos, donde 1 se consideró como la peor calificación. Para el análisis estadístico, se consideró 1 kg de café pergamino (muestra experimental) por tratamiento (proceso de fermentación) con 11 repeticiones, considerando un diseño experimental completo al azar. A los datos de °Bx, pH, los defectos físicos, contenido de humedad, rendimiento, así como información de calidad de taza, se les realizó un análisis de varianza y comparaciones de medias con la prueba de Duncan con una  $P=0.05$  (SAS Institute, 2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La calidad de la bebida del café depende de la calidad del fruto o cereza a la cosecha. Para lograr obtener bebidas de café de superior calidad es necesario realizar la recolección oportuna y selectiva de frutos maduros. El estado de madurez y sanidad del café en cereza determinan la calidad del café verde y de la bebida. Los frutos verdes, sobremaduros, secos y enfermos se deben separar y beneficiar por separado. Al menos el 95 % del café cosechado debe ser cereza madura, para que el café por despulpar sea lo más uniforme posible en tamaño y madurez (Figura 1). Puerta (1996), señala que debido a la cosecha de frutos verdes, se producen los defectos conocidos como grano vinagre y negro, estos ocasionan sabor y aroma a fermento en la bebida ya que, en estos, el proceso de fermentación sucede de la parte externa del grano hacia el interior.

La temperatura inicial de la masa de granos fue mayor a la temperatura del aire, luego aumentó entre 29.5 °C a 35.2 °C y al final de los procesos, disminuyó hasta 31 °C. En las primeras etapas de fermentación, no se observaron diferencias significativas en el pH del mucílago. El pH inicial en los tratamientos T4 y T5 fue similar siendo de 5.09 y 5.08 respectivamente, y no se observó diferencia significativa con el pH registrado en el resto de los tratamientos (Cuadro 2). Al final de los procesos de fermentación, en los tratamientos T7 y T8 se observó un incremento de pH significativamente mayor en contraste con las otras variantes de fermentación, donde el pH registró disminución. Según Illy y Viani (1995), en el proceso de fermentación se eleva la temperatura debido a la actividad microbiana, esto ayuda a la actividad de la pectinasa, pero si ésta no es suficiente en los granos, los microorganismos pueden suplir la deficiencia, adaptándose a los cambios de pH que suceden en la masa de café. Avallone *et al.* (2000), afirman que la descomposición del mucílago en la fermentación se relaciona directamente con la acidificación, ya que el crecimiento de los microorganismos es necesario, sin embargo, resaltan que la microflora no participa directamente en la degradación del mucílago por producción de enzimas.

En etapas iniciales del proceso fermentativo, los tratamientos T6, T7, T8 mostraron valores de °Bx significativamente mayores comparados con el resto de los tratamientos de fermentación. Al final de la fermentación, los °Bx en el tratamiento T8 fueron de 14.8, siendo significativamente mayor a los tratamientos T5, T6, T7. En los

tratamientos T2 y T4 los °Bx fueron significativamente menores (Cuadro 2). Según Illy y Viani (1995), el contenido de sólidos solubles del mucílago, durante la fermentación, se modifica debido a que el pH durante el proceso de fermentación muestra una tendencia descendente, lo cual indica aumento de la acidez de la masa, que coincide con la producción de ácidos a partir de los azúcares y del rompimiento de las pectinas. El tiempo de fermentación para eliminar el mucílago fue de 17, 16 y 15 horas en los tratamientos T3, T5 y T4 respectivamente, en este último se requirieron cinco horas menos para completar el proceso de fermentación en contraste al tratamiento de fermentación T1, en el cual el tiempo total requerido fue de 20 h. En los tratamientos T6 y T8, el proceso de fermentación fue de 22 y 23 horas respectivamente siendo significativamente mayores al tiempo requerido para la eliminación del mucílago por el proceso de fermentación natural (T1). Avallone *et al.* (2000) menciona que la cantidad de pulpa (mucílago) en el café puede variar debido a que este compuesto es un coloide con fuerte capacidad de retención de agua, por lo que su contenido de humedad depende de las condiciones climáticas que prevalezcan durante la recolección siendo mayor en días lluviosos (Puerta, 2006). En el caso de la fermentación con el T4, el tiempo corto del proceso se atribuye a que la masa de café posee mayor cantidad de microorganismos localizados en la pulpa, por lo tanto, la menor cantidad de

sustrato en la masa y la mayor actividad microbiana, aceleran el proceso de fermentación. Posterior a la fermentación del café, el lavado es una actividad que se efectúa con el fin de eliminar residuos de mucílago que queda por remover al final del proceso, para evitar la presencia de defectos en la bebida de café. Se recomienda usar agua limpia para evitar la contaminación y el defecto sucio en la bebida de café (Puerta, 1996) (Figura 2).



**Figura 1.** A: Cosecha selectiva del café. B-C: separación de cerezas con defectos por flotación. D: frutos de café con madurez apta para beneficiado.

Después del proceso de beneficiado húmedo, en los tratamientos T1, T4 y T5 se obtuvo un mayor rendimiento de grano, es decir, por cada 100 g de café verde se obtuvieron 83 g de café pergamino. Estos valores fueron significativamente mayores al rendimiento de café observado en los tratamientos T2 y T8 (Cuadro 3). Puerta (2007), menciona que la forma de cosechar influye considerablemente en el rendimiento del café, ya que afecta el peso del fruto según el número de flotes en la partida. Por otra parte, menciona que el rendimiento se ve favorecido cuando la fermentación de frutos completamente maduros se procesa adecuadamente; sin embargo, se ve afectado de manera significativa con contenidos mayores a 5% de café verde en la cosecha. El rendimiento también se afectado por la calidad de la materia prima, el grado de madurez, el daño por la broca del café (*Hypothenemus hampei*) y tamaño del grano (Puerta, 2008). Durante el análisis físico, se observaron porcentajes de grano brocado de 0.5 a 4.6. Los tratamientos con porcentajes significativamente mayores de grano brocado fueron T2, T3 y T8. Puerta (2010), señala que el rendimiento en café almendra disminuye hasta 32% para café con alto porcentaje de café perforado por la broca.

Durante la evaluación de defectos se observó un porcentaje de grano decolorado de 0.23 a 5.9. Los porcentajes de grano partido en los tratamientos registraron valores de 0.5 a 1.5. En los

**Cuadro 2.** Características químicas y tiempo de fermento del café. n=11.

Tratamiento	Sólidos Solubles Totales (°Bx)		pH		Tiempo de fermentación (horas)
	inicial	final	inicial	final	
T1	12b <sup>z</sup>	8d	5.02a	4c	20b
T2	9.9b	8.9c	5.18a	5.8b	18b
T3	9.7b	6.7d	5.16a	5.2b	17c
T4	12.3b	10.3c	5.09a	4.8c	15c
T5	13.1b	12.1b	5.08a	4.6c	16c
T6	16.1a	12.4b	5.13a	5.8b	22a
T7	16.3a	13.5b	5.16a	6.8a	18b
T8	17.2a	14.8a	5.1a	6.9a	23a

<sup>z</sup>Letras iguales en columnas indican medias estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p \leq 0.05$ ).



**Figura 2.** Café en proceso de fermentación (A), lavado del café (B), café pergamino lavado (C).

**Cuadro 3.** Caracterización física del café pergamino y almendra procesados bajo diferentes tratamientos de fermentación. n=11.

Tratamiento	Humedad (%)	Rendimiento (%)	Partido (%)	Negro (%)	Perforado por broca (%)	Decolorado (%)	Total de defectos (%)
T1	11.01b <sup>z</sup>	82.1a	1b	0.22c	2.2c	0.57c	3.99c
T2	11.18b	79c	1.5a	7.2a	4.6a	3.8b	17.1a
T3	11.02b	80b	1.3a	8.1a	3.8a	5.7a	18.9a
T4	10.45b	82.6a	0.5c	0.12c	0.5d	0.23c	0.33d
T5	10.86b	82.3a	1.2a	0.12c	1.2d	0.28c	2.8c
T6	10.47b	80.3b	0.8b	2.8b	3.2b	0.44c	7.24b
T7	11.55a	81.6b	0.8b	1.3c	2.5c	0.7c	5.3b
T8	10.32b	79.3c	0.7b	7.3a	4.2a	5.9a	18.1a

<sup>z</sup>Letras iguales en columnas indican medias estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p \leq 0.05$ ).

tratamientos T4, T1, T6, T7 y T8, los valores para esta variable fueron significativamente menores comparado con los tratamientos T5, T3 y T2. En el grano de café procesado con los tratamientos T3 y T8 se observó un porcentaje de grano decolorado significativamente mayor que el mostrado por los tratamientos T1, T4 y T5. Los tratamientos T1, T4, T5 y T7 presentaron porcen-

tajes de grano negro significativamente menores a los tratamientos T8, T2 y T3.

De acuerdo con Fajardo y Sanzu (2003), la presencia de grano negro se debe a que el fruto verde no fue despulpado y se secó como semidespulpado e indica que este tipo de defecto afecta la calidad, ya que causa pérdida

de sabor suave en la bebida. En el total de defectos se observaron valores de 2.8 a 18.1. Los tratamientos T1, T4, y T5, presentaron una significativamente menor presencia de defectos y el T4 fue en el que se obtuvo un porcentaje de grano con defectos significativamente menor comparado con los demás tratamientos de fermentación. Los tratamientos T2, T3 y T8 presentaron los más altos porcentajes de grano negro, lo cual contribuyó a la mala calidad de la almendra. El contenido de humedad es un parámetro importante para el almacenamiento del grano. En los procesos fermentativos evaluados se obtuvo un contenido de humedad con valores de 10% a 12%. El punto de equilibrio corresponde a 12% de contenido de humedad; para café con humedad mayor a 13% (actividad de agua superior a 0.67) proliferan hongos que deterioran el producto (Puerta, 2006). En este sentido y a fin de lograr un grano homogéneamente seco y de apariencia aceptable, se recomienda contar con un secador tipo invernadero cubierto con plástico transparente. Este tipo de secador puede construirse en forma muy sencilla con varas del mismo lugar de beneficiado del café, con tubo de PVC o con varilla de construcción (Figura 3). En estas condiciones y a pleno sol el café pergamino puede secarse en cinco días, el cual luego se retrilla para producir café verde (almendra). Bajo la mesa del secador, se pueden usar zarandas con malla metálica (Figura

3), dispuestas en soportes a un metro de altura sobre el piso.

El aroma de la infusión en los tratamientos T4, T7 y T8 mostró calificaciones superiores a 7.5, siendo mayores significativamente comparado con el aroma percibido en el resto de los tratamientos. Con respecto a la acidez de la bebida, en los tratamientos T4 y T5 se detectaron calificaciones por arriba de 7.5, seguido de los tratamientos T6, T7 y T1. En estos tratamientos de fermentación las calificaciones de acidez en la infusión fueron mayores significativamente comparado con el resto de los tratamientos.

En el caso del sabor de la infusión del café, después del tratamiento T4 presentó una calificación cercana a 8, y supera de manera significativa al sabor del café en el resto de los tratamientos de fermentación. Para la variable cuerpo de la infusión, no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Estos valores confirman que la clasificación del café, previa al despulpado y el proceso de fermentación con levadura al 15%, contribuye a conservar las características sensoriales de la bebida. Con relación a la impresión global de la bebida, el café procesado bajo los tratamientos de fermentación T4 y T5, presentó calificaciones alrededor de 8.3, mismas que fueron significativamente mayores a las calificaciones detectadas en el café sometido al tratamiento T1. Estos tratamientos, también presentaron el porcentaje más bajo de granos con defectos lo cual tuvo efecto significativo en la calidad de la bebida de café. La calificación para la impresión global de la bebida disminuye cuando existe un contenido considerable de café verde y de grano perforado



**Figura 3** A) Secador solar para café, con zaranda; B y C) malla metálica para secar el pergamino; D) retrilla del café, E) café verde y F) determinación de humedad en el café.

por broca en el café recolectado (Puerta, 2010). Además, se encontró que a pesar de la presencia de 7% de grano negro y más del 4% de grano afectado por la broca del café, en los tratamientos T2 y T8 la calificación para la impresión global de la bebida fue de 80.

## CONCLUSIONES

El tipo de fermentación influye sobre las características físicas del grano y sensoriales de la infusión, variando el grado de defectos y las cualidades organolépticas en función del tiempo de fermentación, el cual fue más corto al usar levadura al 15%. Esto permite la degradación completa del mucílago, lo cual facilitó su desprendimiento del grano. Con este tipo de fermentación se logra la reducción de pérdidas de calidad del grano ocurridas normalmente durante la fermentación natural. Esta variante en el proceso de fermentación del café permite obtener café de muy buena calidad con el consecuente aumento en la competitividad del grano en el mercado.

## LITERATURA CITADA

- AOAC. 2005. Official methods of analysis of AOAC Internacional. Fruits and fruit products. pp: 829-830.
- Avallone S., Guiraud J.P., Guyot B., Olguin P.E., Brillouet J.M. 2000. Polysaccharide constituents of coffee-bean mucilage. *Journal of Food Science* 65: 1308-1311.
- Cuevas M., Jiménez H., Candelario J., Toral B. 2006. Influencia de métodos de desmucilaginado y reposo sobre la calidad del café (*Coffea arabica*) en Chenes, Barahona, República Dominicana. 42 Reunión Anual, Caribbean Food Crops Society (CFCS), San Juan, Puerto Rico. p 47.
- Fajardo P.I.F., Sanzu J.R. 2003. Evaluación de la calidad física del café en los procesos de beneficio húmedo tradicional y ecológico (Becolsub). *Cenicafé* 54(4):286-296.
- Illy A., Viani R. 1995. Espresso Coffee: the chemistry of quality. London, Academic Press Limited, 253 p.
- INAFED. 2016. Los municipios del estado de Chiapas. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Enciclopedia de los municipios de México.
- [www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/chiapas/municipios/municipios.htm](http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/chiapas/municipios/municipios.htm) (Consultado el 21 de enero, 2016).
- Kairuz L. A. 2002. Introducción al estudio de la composición de los alimentos. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 162 p.
- Moguel P.V.M. Toledo. 2004. Conservar produciendo: Biodiversidad, café orgánico y jardines productivos. *CONABIO. Biodiversitas* 55: 1-7.

**Cuadro 4.** Perfil de calidad de taza del café procesado bajo diferentes tratamientos de fermentación. n=5.

Tratamiento	Aroma	Acidez	Sabor	Cuerpo	Impresión Global
T1	7.25d <sup>z</sup>	7.5b	7.42b	7.25a	81b
T2	7.25d	7.25c	7.25c	7.17a	80.08b
T3	7.33c	7.25c	7.25c	7.25a	80.5cb
T4	7.58a	7.58a	7.83a	7.5a	83.5a
T5	7.42b	7.58a	7.67b	7.5a	83.08a
T6	7.5b	7.5b	7.42b	7.08a	80.83b
T7	7.67a	7.5b	7.42b	7.42a	81.58b
T8	7.58a	7.33c	7.33c	7.17a	80.92b

<sup>z</sup>Letras iguales en columnas indican medias estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p \leq 0.05$ ).

- Puerta Q.G.I. 1994. Evaluación de preparación de enzimas pectolíticas en el proceso de fermentación del beneficio húmedo de café. Informa final. Chinchiná, Cenicafé, 108 p.
- Puerta Q.G.I. 1996. La calidad del café. Chinchiná, Cenicafé, 9 p.
- Puerta Q.G.I. 2006. La humedad controlada del grano preserva la calidad del café. Chinchiná, Cenicafé, 8 p. (Avances Técnicos No. 352)
- Puerta Q.G.I. 2007. Frecuencia de defectos en la bebida de café. p. 20-32. En: Informe anual de actividades de investigación. Disciplina Calidad y Manejo Ambiental. Chinchiná. Cenicafé, 87p.
- Puerta Q.G.I. 2008. Riesgos para la calidad y la inocuidad del café en el secado. Chinchiná: Cenicafé, 8p. (Avances Técnicos No. 371).
- Puerta Q.G.I. 2010. Rendimientos y calidad de *Coffea arabica* L., según el desarrollo del fruto y la remoción del mucílago. *Cenicafé* 61: 67-89.
- Rodríguez V.N. 2009. Estudio de un biosistema integrado para el postratamiento de las aguas residuales del café utilizando macrófitas acuáticas. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Ingeniería hidráulica y Medio ambiente. Valencia, España. 101 p.
- SAS. 2009. SAS/STAT Guide for personal Computers. Version 9. SAS Institute N. C. USA. 890 p.
- Wood B.J.B. 1998. Microbiology of fermented foods. Londres (Inglaterra), Blackie Academic and Professional. 517 p.

