

# Comportamiento de la calidad sensorial del café arábica bajo diferentes tiempos de fermentación en los Yungas de Apolobamba

Wilson Yapu

Asociación Integral de Productores Ecológicos de Yungas de Apolobamba (AIPEYA)

*E mail:* wyapu100@gmail.com

**Resumen.** El estudio se llevó a cabo en el municipio de Charazani (La Paz), buscando determinar el tiempo óptimo del proceso de fermentación del café para calidad. El material genético empleado fue la variedad Catuai Rojo, de siete años, cuyas cerezas cosechadas fueron fermentadas por el método sumergido y abierto, considerando los siguientes tratamientos en términos de horas de duración: 11 (testigo, determinado por el productor), 12, 17, 19 y 24. Se trabajó con dos repeticiones, la unidad experimental estuvo constituida de un balde de 20 litros, en la cual se fermento 12.6 kilos de café baba, agregándole 5.4 litros de agua limpia, considerando etapas de boyado y verificación de las condiciones de higiene de la despulpadora. Cumplidos los tiempos de fermentación, se procedió al lavado y secado en marquesina, hasta que el café pergamino alcance una humedad de 11%, para determinar la calidad sensorial con panel de catadores. Realizado el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal y Wallis y los análisis de regresión lineal múltiple, los resultados evidenciaron que la fermentación influye significativamente sobre la calidad sensorial del café, determinando dos probables modelos de comportamiento de la calidad sensorial de café, debidas al tiempo de fermentación de éste, encontrando que el tiempo óptimo de fermentación de café, en condiciones ambientales del lugar de trabajo, fue de 18 horas.

**Palabras clave:** Manejo pos cosecha; Café de especialidad; Calidad organoléptica.

**Summary: Behavior of the Arabic coffee sensory quality under different fermentation times in the Yungas of Apolobamba** This study was carried out in the Municipality of Charazani (La Paz), seeking to determine the optimal time of the fermentation process of coffee for quality. The genetic material used was the seven-year-old Catuai Rojo variety, whose harvested cherries were fermented by the submerged and opened method, considering the following treatments in terms of hours: 11 (witness, determined by the producer), 12, 17, 19 and 24; working with two repetitions, the experimental unit was made up of a 20 liter bucket, in which 12.6 kilos of slime coffee was fermented, adding 5.4 liters of clean water, considering buoyant stages and verification of the pulper machine hygiene conditions. Once the fermentation times had been completed, we proceeded to the washing and drying in the canopy, until the parchment coffee reaches a humidity of 11%, for determining the sensory quality with the taster panel. After the non-parametric variance analysis of Kruskal and Wallis and the multiple linear regression analysis were carried out, the results showed that fermentation significantly influences the sensory coffee quality, determining two probable models of coffee sensory quality behavior, due to time fermentation of this, finding that the optimal time of coffee fermentation under environmental conditions of the workplace, was 18 hours.

**Keywords:** Post harvest management; Specialty coffee; Organoleptic quality.

## Introducción

El café (*Coffea arabica*) constituye el segundo producto (*commodity*) más vendido a nivel mundial después del petróleo (DaMatta 2007; Chang *et al.* 2018). Con el advenimiento del *café de especialidad*, el factor primordial que determina la decisión del cliente al momento de la compra, es la calidad del grano (SCAA 2015, Martin citado por Yapu y Chambi 2016).

La calidad sensorial del grano de café está en función del factor genético (variedad) y factor ambiental (clima, suelo, altitud, etc.) (Steiger *et al.* 2002; Kathurima *et al.* 2009; Alves *et al.* 2011), pero a ello también se debe sumar el factor humano (manejo). Productores tradicionales y nuevos emprendedores en el rubro del café, han explorado y continúan buscando diferenciar su producto (Drinnan 2007), ello explica, por ejemplo, el éxito del cultivar *Geisha* en Panamá.

El manejo agronómico ha sido de interés de productores e investigadores en aras de obtener una mejor calidad sensorial, en especial etapas como el pre-beneficio y beneficio, son consideradas determinantes. Un factor de interés especial en el pre-beneficio del café para la calidad, es la fermentación.

Como en el cacao, vino y otros productos, el proceso controlado de la fermentación, no solo cumple con la remoción del mucilago, sino que es un proceso que confiere nutrientes, estabilidad, perfiles sensoriales especiales e incrementa el contenido de antioxidantes al grano de café (Frank 2005; Puerta *et al.* 2012; Aranda 2013; Evangelista *et al.* 2014; Han *et al.* 2018).

El proceso fermentativo del café es una etapa crítica altamente compleja, una mala conducción del proceso de fermentación, respecto a condiciones de higiene, controles de clasificación, temperatura y tiempo, puede producir también una gran cantidad de defectos y desastrosas pérdidas en la calidad sensorial del grano (Piñuela 2010; Cheng-Chang 2010; Puerta 2015; Poltronieri y Rossi 2016).

La presente investigación se planteó con el objetivo de determinar el tiempo óptimo del proceso de fermentación del café para calidad, en condiciones ambientales del distrito Pauje Yuyo, del municipio de Charazani.

## Materiales y métodos

**Localización:** El estudio se desarrolló en el distrito Pauje Yuyo, en la comunidad de Huyrapata, a una altitud de 1400 msnm. La zona presenta una precipitación acumulada anual de 1200 mm y una temperatura media de 25°C. El distrito Pauje Yuyo está en un ambiente sub tropical, denominado Yunga Medio. En el lugar, el cultivo de café es relativamente nuevo y las variaciones altitudinales están en orden de 800 a 1600 msnm.

**Material genético:** Se trabajó con cerezas maduras de café (guinda) variedad *Caturai Rojo*, las que fueron cosechadas de un cafetal de siete años, correspondientes a la última cosecha de la gestión 2017.

**Sistema de fermentación:** Se adoptó el sistema de fermentación sumergida y abierta, estudiado y recomendado por Puerta (2015). Este sistema consiste en depositar café despulpado en el fermentador y luego se agrega 30% de agua con relación a la masa de café a fermentar, dejando el fermentador abierto.

**Factores en estudio:** El factor en estudio fue los tiempos de fermentación considerando:

- ⇒ Fermentación seca (control) de 11 horas determinada por método de prueba de palo y cascajo.
- ⇒ Fermentación sumergida abierta de 12, 17, 19 y 24 horas.

**Diseño experimental:** La distribución de los tratamientos fue establecida en base a dos repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por un balde de 20 litros, en el cual se fermentó 12.6 kilos de café baba, agregándole 5.4 litros de agua limpia, considerando etapas previas como el boyado y verificación de las condiciones de higiene de la despulpadora.

Cumplidos los tiempos de fermentación definidos en el estudio, se procedió al lavado y secado en marquesina, hasta que el café pergamino alcanzó una humedad de 11%.

**Variables de respuesta:** Para determinar la calidad sensorial de los granos de café, se realizó la prueba de taza, bajo la metodología de *taza de excelencia*, considerando ocho variables cualificadas, además de considerar previamente la fragancia y aroma:

- |                |            |
|----------------|------------|
| 1. Taza limpia | 5. Sabor   |
| 2. Dulzura     | 6. Resabio |
| 3. Acidez      | 7. Balance |
| 4. Cuerpo      | 8. Resumen |

**Análisis estadístico:** La significancia estadística se contrastó mediante la prueba no paramétrica con el ANVA propuesto por Kruskal y Wallis (1952), prueba que permite comparar la esperanza de 2 o más distribuciones, sin necesidad de realizar el supuesto que los términos de error

se distribuyen normalmente. Para determinar el tiempo óptimo de fermentación para la calidad sensorial de café, se empleó también un análisis de regresión lineal múltiple.

## Resultados y discusión

La calidad sensorial del café variedad *Catuai Rojo* en condiciones del distrito Pauje Yuyo de Charazani, estandarizando factores climáticos y el manejo agronómico, es afectado significativamente ( $p = 0.00$ ) por el tiempos de fermentación, de acuerdo al análisis de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis.

En los cuadros 1 y 2, el testigo (11 horas) fue superado por los tratamientos propuestos, lo cual implica que el método empleado por el productor, en el proceso fermentativo del café, no es el adecuado. Estos resultados coinciden con el concepto de que la determinación del tiempo de fermentación, empleando métodos de orificio en masa y tacto, son observaciones muy subjetivas y tienen un margen de error significativo, respecto a la remoción del mucilago, al 97% recomendado (Piñuela 2010; Liang *et al.* 2015).

La calidad final de  $85.05 \pm 0.06$  de 17 horas de fermentación, que fue el mayor valor registrado en los tratamientos, su puntuación proviene de la perfilación sensorial de alto consenso, lo cual es reflejado por su valor de desvió estándar. La matriz de diferencias de medias (Cuadro 2) de los tratamientos, permite entrar en detalle a las diferencias estadísticas en términos de calidad sensorial de café entre tratamientos, así por ejemplo, la calidad obtenida por el testigo, fue superada estadísticamente por los tiempos de fermentación de 12 horas ( $p = 0.02$ ), 17 horas ( $p = 0.00$ ) y 24 horas ( $p = 0.00$ ).

**Cuadro 1.** Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis

Variable	Tiempo	Medias	SD	H	p
Calidad	11 h	79.63	1.11	16	0,00**
Calidad	12 h	82.88	0.25		
Calidad	17 h	85.05	0.06		
Calidad	19 h	82.25	0.50		
Calidad	24 h	82.63	0.48		

\*\*Sig.  $\alpha=0.01$ 

H: Test de rangos de Kruskal-Wallis

p: Valor de la probabilidad

SD: Desvió estándar

**Cuadro 2.** Matriz de diferencias de medias y valores p (diagonal superior)

Diferencia y probabilidad	Testigo	12 h	17 h	19 h	24 h
<b>Testigo</b>		0.02 *	0.00 **	0.17 ns	0.00 **
<b>12 h</b>	-3.25		0.15ns	0.31 ns	1.00 ns
<b>17 h</b>	-5.38	-2.13		0.01 *	0.00 **
<b>19 h</b>	-2.63	0.63	2.75		1.00 ns
<b>24 h</b>	-3.00	0.25	2.38	-0.38	

\*\* Altamente significativo  $\alpha=0.01$ ns: No significativo ( $p>0.05$ )

h: Horas de fermentación

\*\* Significativo  $\alpha=0.05$ 

p: Valor de la probabilidad

De acuerdo a estas diferencias, el mejor tiempo de fermentación para la calidad sensorial del café, es de 17 horas del proceso fermentativo, logrando una ganancia altamente significativa de 5.38 puntos respecto al testigo (11 h).

La calidad sensorial del café, parece estar directamente relacionada al tiempo de fermentación necesario para la remoción total del mucilago. Al respecto Piñuela (2010), trabajando con enzimas pectinólítica en Chinchiná (Colombia) a 1300 msnm y 21°C, determinó un tiempo óptimo de fermentación de 15.5 horas con una remoción del mucilago del 97%.

Para tratar de entender el comportamiento de la calidad final del café, influenciado por los tiempos de fermentación, a

continuación se expone el análisis de regresión.

Realizado el análisis de regresión lineal múltiple, de los datos del tiempo de fermentación y la calidad sensorial alcanzada del café, se obtuvo un modelo significativo ( $p=0.02$ ) de baja determinación ( $R^2 = 0.32$ ) de segundo orden y un modelo altamente significativo ( $p=0.00$ ) de alta determinación ( $R^2=0.90$ ) de tercer orden siendo la última más explicativa, pero también un comportamiento atípico y más compleja de entender.

El modelo de segundo orden (Figura 1), parece el más adecuado para explicar el comportamiento de la calidad de café en función al tiempo de fermentación. De acuerdo este modelo, existe un ascenso

en la calidad del café conforme los tiempos de fermentación aumentan, alcanzando su máximo altura (calidad de café) con 18 horas, a partir de este punto se verifica un descenso (se podría considerar efectos negativos de la fermentación).

De acuerdo a este modelo la calidad sensorial del café está dada por la **ecuación 1**. Por tanto el tiempo óptimo de fermentación es:

$$\frac{\beta_1}{-2\beta_2} = \frac{2,013}{-2 * -0.056}$$

$$= 17,97 \approx 18 \text{ horas.}$$

El resultado obtenido de tiempo óptimo de fermentación de  $17.97 \approx 18$  horas, se encuentra próximo a los rangos recomendados en ambientes similares y diferentes, de 16-20 horas en Neyri, Kenya (Koskei *et al.* 2015), de 16 a 18 en Chin-

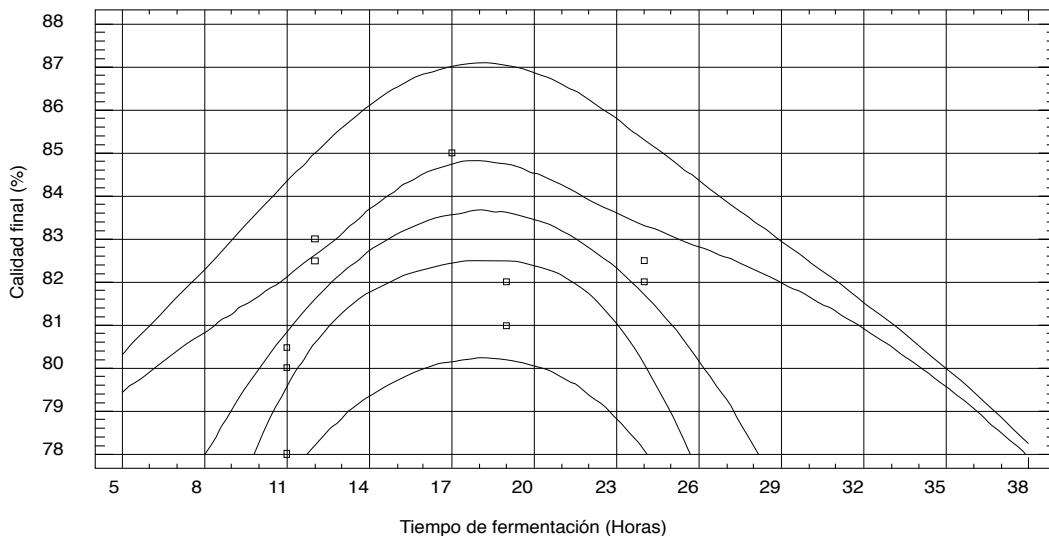
chá, Colombia (Puerta 2010) y 19.85 a 21.70 horas en Cundimarca Colombia a 1470 msnm y temperatura promedio de 20°C (Cárdenas y Pardo 2014).

La calidad sensorial del café, de acuerdo al modelo de tercer orden (Figura 2), estaría dada por la **ecuación 2**.

A pesar de constituirse un modelo altamente predictivo, no es un modelo que se ajuste a la realidad, pues muestra un comportamiento inestable y complejo. Asumiendo estos resultados obtenidos, se estaría en la capacidad de ratificar el concepto de que la fermentación no solo cumple con la acción de remoción del mucilago del grano del café (Nigam y Singh 2014), sino que a través de ella es posible modular la calidad sensorial del grano del café.

**Ecuación 1:**

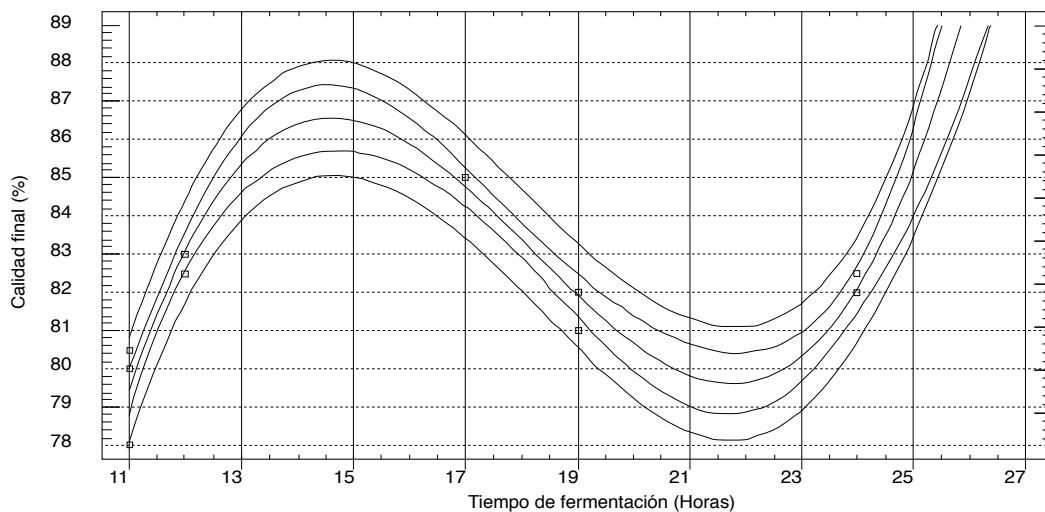
$$\text{Calidad sensorial} = 65,438 + 2,013 * \text{tiempo} - 0.056 * \text{tiempo}^2$$



**Figura 1.** Modelo polinómico de segundo orden para calidad final del café vs. tiempos de fermentación

**Ecuación 2:**

$$\text{Calidad sensorial} = 119,13 + 36,28 * \text{tiempo} - 2,08 * \text{tiempo}^2 + 0,09 * \text{tiempo}^3$$



**Figura 2.** Modelo polinómico de tercer orden para calidad final del café vs. tiempos de fermentación

Los resultados obtenidos con el modelo predictivo de tercer orden muestran un comportamiento similar al obtenido por Puerta (2015), que trabajando en un ambiente de variación de temperatura de 18 a 26°C en Chinchiná, Colombia a 1300 msnm, obtuvo mejores características de calidad de café con 16, 30 y 36 horas de fermentación.

## Conclusiones

- El punto de lavado equivalente a los tiempos de fermentación establecidos tradicionalmente son subjetivos y tienen margen de error significativo para la obtención de calidad óptima de café.
- Los resultados de la presente investigación permiten señalar que los tiempos de fermentación del café influyen significativamente a la calidad sensorial del café.
- El comportamiento de la calidad sensorial del café debida a los tiempos de fermentación parece estar descrito por uno de los dos modelos: En el primer modelo se tendría un solo tiempo óptimo para la fermentación del café ligado a la remoción óptima del mucilago del grano. Mientras que en el segundo modelo habría más de un tiempo de fermentación óptimo con y sin estar relacionado con la remoción del mucilago.
- Se determinó el tiempo óptimo de fermentación del café de  $17,97 \approx 18$  horas en condiciones del Municipio de Charazani, mediante el modelo que considera un solo tiempo óptimo y la cual está ligado a la remoción óptimo del mucilago del grano.

## Referencias citadas

- Alves R., Volpato L, Vieira C., Borém M., Barbosa N. 2011. Características ambientais e qualidade da bebida dos cafés do estado de Minas Gerais. Informe Agropecuario, 32 (261) 18-29.
- Aranda J. 2013. Manual de buenas prácticas para café sustentable. USAID MEXICOREDD.
- Cárdenas J., Pardo J. 2014. Caracterización de las etapas de fermentación y secado del café la primavera. Tesis de grado. Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito". Bogotá, Colombia. pp. 55-62.
- Chang C., Krithi K., Robbins P. 2018. Birds and beans: Comparing avian richness and endemism in Arabica and Robusta agroforests in India's Western Ghats. Scientific Reports, doi: 10.1038/s41598-018-21401-1.
- Cheng-Chang L. 2010. Approach of improving coffee industry in Taiwan promote quality of coffee bean by fermentation. The Journal of International Management Studies, Volume 5, Number 1.
- DaMatta M., Ronchi P., Maestri M., Barros S. 2007. Ecophysiology of coffee growth and production. Brazilian Journal of Plant Physiology. 19: 485-510.
- Drinnan J. 2007. Influence of processing on the flavour of Australian Coffee. A report for the rural industries research and development. Corporation RIRDC. Publication No. 07/065, pp. 23.
- Evangelista S., Ferreira C., Pedrozo M., De Souza C., Marques A., Ferreira W., Freitas R. 2014. Improvement of coffee beverage quality by using selected yeasts strains during the fermentation in dry process. Food Res. Int. 61, 183-195. Doi: 10.1016/j.foodres.2013.11.033.
- Frank M. 2005. Overview on the control of fermentation operations that we had initially asked Ludwig to do: Fermentation of Coffee – Control of Operation. NR FAO.
- Han Sub K., Yoonhwa J., Misook K. 2018. Effect of yeast fermentation of green coffee beans on antioxidant activity and consumer acceptability. Hindawi. Journal of Food Quality. Volume 2018, Article ID 5967130, 8 pages. *En línea*. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2018/5967130>  
Consultado en mayo de 2018.
- Kathurima C., Gichimu B., Kenji G., Muhoho S., Boulanger R. 2009. Evaluation of beverage quality and green bean physical characteristics of selected Arabica coffee genotypes in Kenya. African Journal of Food Science 3: 365-371.
- Koskei K., Patrick M., Simon M. 2015. Effects of coffee processing technologies on physic-chemical properties and sensory qualities of coffee. African Journal of Food Science vol 9, pp. 230-236.
- Kruskal H., Wallis A. 1952. Use of ranks in one criterion variance analysis. Journal of the American Statistical Association. pp. 47, 583-621.
- Liang L., Mun W., Curran P., Bin S., Quan L. 2015. Coffee fermentation and flavor - An intricate and delicate relationship. Food Chemistry 185: 182-191.

- Nigam P., Singh A. 2014. Cocoa and coffee fermentations. Encyclopedia Food Microbiol. Second Edition. pp. 485-492.
- Piñuela M. 2010. Estudio de la remoción del mucílago de café a través de fermentación natural. Tesis de grado para optar por el título de Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Universidad de Manizales. Caldas, Colombia. pp. 46-67.
- Poltronieri P., Rossi F. 2016. Challenges in Specialty Coffee Processing and Quality Assurance. Italy.
- Puerta Q. 2010. Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café. Chinchiná, CENICAFE-Colombia (Avances técnicos 402).
- Puerta Q. 2012. Factores, procesos y controles en la fermentación del café. Chinchiná, CENICAFE-Colombia (Avances técnicos 422).
- Puerta Q. 2015. Fermentación controlada de café: Tecnología para agregar valor a la calidad. Chinchiná, CENICAFE-Colombia (Avances técnicos 454).
- SCAA (Specialty of Coffee Association of America). 2015. Protocols cupping specialty coffee. *En línea*. Disponible en: <http://scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf> Consultado en diciembre de 2016.
- Steiger D., Nagai C., Moore P., Morden C., Osgood R., Ming R. 2002. AFLP analysis of genetic diversity within and among *Coffea arabica* cultivars. Theoretical and Applied Genetics. 105: 209-215.
- Yapu W., Chambi F. 2016. Metodología para la selección de catadores de café. Revista de Agricultura. FCAyP-UMSS, CIF-UMSS, Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Nro. 56. pp. 69-77.

*Trabajo recibido el 16 de julio de 2018 - Trabajo aceptado el 8 de agosto de 2018*