

## ARTÍCULO ORIGINAL

### **Efecto de las variedades/clones y tiempo de fermentación en la calidad sensorial del chocolate de taza**

#### **Effect of varieties/clones and fermentation time on the sensory quality of cup chocolate**

Darwin Torres<sup>1</sup><sup>\*</sup>, Hans Minchán-Velayarce<sup>1</sup> y Sandra Pasapera-Campos<sup>1</sup>.

### **RESUMEN**

Localmente la producción de chocolate para taza, se pasa por alto la influencia de las variedades de cacao y condiciones de fermentación sobre sus características sensoriales. El objetivo del estudio fue evaluar sensorialmente el chocolate elaborado a partir de dos variedades y tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) fermentados durante 5, 6, 7 y 8 días. Se registró los grados brix y el pH. La evaluación sensorial se realizó con un panel de 10 jueces. La investigación fue de tipo experimental. Se usó el test de Friedman y su test de comparaciones múltiples. La temperatura máxima de fermentación alcanzada fue de 51°C, disminuyendo a 38°C hacia el final del proceso. Tanto el pH como los grados brix inicial descendieron de 4.6 a 4.15 y de 11 a 9.6 respectivamente. Se observaron diferencias en los atributos de sabor a cacao y acidez del chocolate de taza de la variedad Criollo en diferentes períodos de fermentación. Destacó el fermentado por 5 días como el de mayor puntaje total, seguido por el clon UF-613 a los 7 días, con 36 y 32 puntos, respectivamente. Se concluye que cada variedad/clon necesita de condiciones específicas de fermentación, las cuales influyen en la calidad sensorial.

**Palabras claves:** Theobroma cacao, fermentación, calidad sensorial, variedades, clones

### **ABSTRACT**

In local cup chocolate production, the influence of cocoa varieties and fermentation conditions on its sensory characteristics are overlooked. The objective of the study was to sensorially evaluate chocolate made from two varieties and three clones of cocoa (*Theobroma cacao* L.) fermented for 5, 6, 7 and 8 days. Brix degrees and pH were recorded. Sensory evaluation was carried out with a panel of 10 judges. The research was experimental. Friedman's test and its multiple comparisons test were used. The maximum fermentation temperature reached was 51°C, decreasing to 38°C towards the end of the process. Both pH and initial brix degrees decreased from 4.6 to 4.15 and from 11 to 9.6, respectively. Differences were observed in the cocoa flavor and acidity attributes of Criollo cup chocolate at different fermentation periods. The 5-day fermentation was the one with the highest total score, followed by the UF-613 clone at 7 days, with 36 and 32 points, respectively. It is concluded that each variety/clone needs specific fermentation conditions, which influence sensory quality.

**Keywords:** Theobroma cacao, fermentation, sensory quality, varieties, clones

\* Autor para correspondencia

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Jaén, Perú. Email: darwintorressecura@gmail.com, spasperac@unj.edu.pe; hans.minchan@unj.edu.pe

## INTRODUCCIÓN

El cacao, una especie autóctona de América del Sur, tiene su centro de origen en las cuencas de los ríos Caquetá, Putumayo y Napo, afluentes del río Amazonas. Se distribuye en Bolivia, Brasil, Colombia, Venezuela, Surinam y Guyana, y en Perú se cultiva principalmente en los departamentos de Loreto, San Martín, Ucayali, Huánuco, Junín, Pasco, Madre de Dios, Cuzco y Ayacucho (Cámara Peruana de Café y Cacao, 2017). Perú, actualmente el segundo mayor productor mundial de cacao orgánico, beneficia a más de 90,000 familias. La producción nacional de cacao en grano ha experimentado un crecimiento sostenido en los últimos 10 años, con un promedio anual de aumento del 12.6% (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2020).

Se han llevado a cabo estudios sobre la fermentación de los granos de cacao, tal es el caso de Horta-Téllez et al. (2019) quienes investigaron la fermentación de cinco clones de cacao (ICS-01, ICS-95, ICS-39, TSH-565 y CCN-51) de Huila, Colombia. Se registraron la temperatura, pH y acidez total durante la fermentación. ICS-95 e ICS-01 se fermentaron durante cinco días, mientras que ICS-39, TSH-565 y CCN-51 por seis días, obteniendo la categoría de cacao premium. Según la Norma Técnica Colombiana 1252, TSH-565, CCN-51, ICS-39 e ICS-95 superaron el 65% de granos bien fermentados, clasificándolos como cacao premium, mientras que ICS-01 fue clasificado como estándar. La evaluación sensorial reveló sabores deseables como cacao, florales, afrutados y a nueces. El clon TSH-565 destacó por su armonía entre los sabores.

Al igual que en el estudio de Assa et al. (2019) se realizó una fermentación durante 24, 48, 72, 96 y 120 horas utilizando cajas de espuma de poliestireno. Los resultados indicaron que el clon Sulawesi 2 presentaba mejores propiedades físicas y químicas en comparación con los clones Sulawesi 1 y MCC 02. Se observó una interacción significativa entre el tiempo de fermentación y el tipo de clones, lo que influyó notablemente en la calidad del chocolate. Zolkopli et al. (2021) evaluaron el sabor de los cacaos MCBC5, MCBC4 y MCBC2, se fermentaron por seis días, tomándose muestras cada 24 horas. La calidad de la fermentación se evaluó mediante la prueba de corte y el índice de fermentación (FI) de los granos secos. Aunque la MCBC5 tardó más tiempo en fermentarse completamente (6 días), las MCBC4 y MCBC2 solo necesitaron cinco días. Sin embargo, el análisis del FI mostró una fermentación completa más temprana en todos los casos. Una parte de los granos secos se tostó y se molieron para evaluar sensorialmente los licores de cacao, utilizando el cacao de Ghana como estándar. El MCBC2 fermentado durante cinco días presentó el sabor a cacao más intenso ( $4,11 \pm 0,83$ ), posiblemente debido a su bajo nivel de amargor, astringencia y acidez, ya que altos niveles de estos atributos pueden enmascarar el

sabor a cacao. En conclusión, el MCBC2 fermentado durante cinco días exhibió el mejor sabor a cacao en comparación con el MCBC5 y el MCBC2.

Asante (2015) investigó el efecto de la fermentación y dos técnicas de secado en los granos de cacao. Se realizó la prueba de corte, se registró el pH, la acidez total titulable (TTA), la humedad, las cenizas, la temperatura y la humedad relativa. Durante la fermentación, el 26% de los granos de cacao fermentaron por solo cinco días, lo que resultaron ser granos de baja calidad. Sin embargo, aquellos fermentados durante siete días produjeron granos de alta calidad.

La producción de chocolate en la provincia de Jaén ha sido limitada debido a la baja calidad ofrecida por pequeñas empresas locales y la producción artesanal. La falta de identificación de la calidad sensorial de los clones de cacao de la región ha llevado a la venta en el mercado convencional sin reconocer la calidad, y mejorarla podría beneficiar a los agricultores al aumentar el valor económico de sus productos. Además conociendo que el cacao es una fuente nutritiva que contiene cada 100g, energía (570 kcal), proteínas (12 g), grasas totales (46.3%), carbohidratos totales (34.7 g), calcio (106 mg), fósforo (537 mg), hierro (3.6 mg), tiamina (0.17 mg), niacina (0.14 mg) y vitamina C (3 mg) (Reyes et al., 2017) su valor se incrementará aún más. Por tanto, la investigación buscó evaluar la calidad sensorial del chocolate de taza de dos variedades y tres clones de cacao bajo diferentes tiempos de fermentación, así como caracterizar los parámetros fisicoquímicos y evaluar la calidad sensorial basada en puntajes totales y atributos específicos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El beneficio de cacao y el pesado de las muestras se realizaron en la Empresa Marka Pakamuros S.R.L. Los análisis fisicoquímicos (Temperatura, pH y grados brix) se realizaron en el laboratorio Taller de Industrias Alimentarias de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén. La molienda y elaboración de las tabletas de chocolate se llevaron a cabo en las instalaciones de Asociación de Mujeres “Nuwa”, mientras que el análisis sensorial se realizó en el laboratorio de Industrias Alimentarias del Instituto de Educación Superior Tecnológica 4 de junio de 1821.

Se recolectaron 120 mazorcas de cacao de cada variedad (marañón y criollo) y clon (CCN-51, TSH-565 y UF-613), en un muestreo en zigzag en estado de madurez fisiológica, procedentes de parcelas ubicadas a 421 metros sobre el nivel del mar, con una latitud de 5°39'10" S y una longitud de 78°42'30". Las mazorcas recolectadas fueron examinadas para seleccionar aquellas que estuvieran libres de daños físicos

y signos de enfermedades. Se abrieron cuidadosamente por la mitad con un cuchillo de acero inoxidable limpio, extrayendo los granos con precaución para no dañarlos, y se depositaron en recipientes de plástico codificados para su identificación. Se utilizó guantes para evitar el daño a los granos durante este proceso. Los granos fueron colocados en cajas matriz específicas por variedad y clon, y se dejaron fermentar durante cuatro días, agregando un total de 12 kg de granos en cada caja. Luego, se transfirieron a cajas de madera cubiertas con sacos de yute limpios para continuar la fermentación (por 5, 6, 7 y 8 días), realizando remociones periódicas cada 12 horas a partir del quinto día, durante un total de ocho días. Se observó un exudado de color marrón oscuro a partir del quinto día, indicando una fermentación adecuada, y los granos adquirieron una coloración púrpura en su superficie. La fermentación se completó al octavo día, cuando los granos se hincharon, adquirieron un color pardo rojizo y un olor característico a chocolate. Los granos se secaron gradualmente al sol durante varios días, separados por variedad y clon. Se extendieron sobre sacos de yute durante 2 horas el primer día, 4 horas el segundo día y 9 horas el tercer día, con remociones cada 2 horas. Los días cuarto y quinto siguieron un procedimiento similar, alcanzando una humedad final del 8%. Luego se envasaron en recipientes de PVC, se almacenaron durante tres días y se tostaron a 120 °C durante 15 minutos para obtener un tostado homogéneo. Se molieron hasta alcanzar un tamaño de 40 micras, se vertieron en moldes de tabletas y se enfriaron a 5 °C durante 20 minutos. Se registró el pH y °Bx para cada muestra de cacao siguiendo las indicaciones de Stevenson et al. (1993).

El análisis sensorial se realizó para conocer el grado de aceptación del chocolate para taza, con 10 panelistas semientrenados. Las tabletas de chocolate para taza fueron colocadas sobre una mesa de acero inoxidable, previa limpieza y desinfección, con una distancia de 0.5 m entre panelistas. A los panelistas se les entregó un formato de evaluación sensorial, frente a ellos se colocaron cinco muestras codificadas (correspondientes a variedad/clon) de tabletas de chocolate para taza fermentados por 5 días, con un peso de 4 g. cada una más una botella de agua. Así sucesivamente para los 6, 7 y 8 días de fermentación. Durante la evaluación, se recomendó al panelista que tomara un sorbo de agua entre cada muestra para evitar que los sabores de las tabletas evaluadas previamente interfirieran en su percepción.

La investigación fue de tipo experimental, con diseño factorial 5Ax4B (Tabla 1), donde el factor A corresponde a la primera variable independiente con 5 niveles (marañón, criollo, CCN-51, TSH-565 y UF-613), y el factor B corresponde a los días de fermentación con cuatro niveles (5, 6, 7 y 8 días), lo que resultó en un total de 20 unidades experimentales como resultado de su interacción. Cada una de estas unidades experimentales se replicó tres veces.

Tabla 1. Número de tratamientos resultantes de acuerdo a las variables y niveles estudiados

| A  | B    |      |      |      |
|----|------|------|------|------|
|    | B1   | B2   | B3   | B4   |
| A1 | A1B1 | A1B2 | A1B3 | A1B4 |
| A2 | A2B1 | A2B2 | A2B3 | A2B4 |
| A3 | A3B1 | A3B2 | A3B3 | A3B4 |
| A4 | A4B1 | A4B2 | A4B3 | A4B4 |
| A5 | A5B1 | A5B2 | A5B3 | A5B4 |

Leyenda:

A: Variedad/clon de cacao  
 A1: Criollo  
 A2: Marañón  
 A3: CCN-51  
 A4: TSH-565  
 A5: UF-613

B: Tiempos de fermentación  
 B1: 5 días  
 B2: 6 días  
 B3: 7 días  
 B4: 8 días

Para los resultados provenientes del análisis sensorial el estadístico a usar será el test no paramétrico de Friedman con un nivel de confianza de 0.05, en el software estadístico de acceso libre R-project en su versión 4.1.1.

## RESULTADOS

### Determinación de parámetros fisicoquímicos

Durante el proceso de fermentación, la temperatura ambiente promedio fue de 38.5 °C. Las mediciones de temperatura dentro de las masas mostraron que todas las variedades y clones comenzaron a 37 °C y al octavo día, los tres clones descendieron a alrededor de 42 °C, y las variedades Marañón y Criollo descendieron a 38 °C (Ver Figura 1).

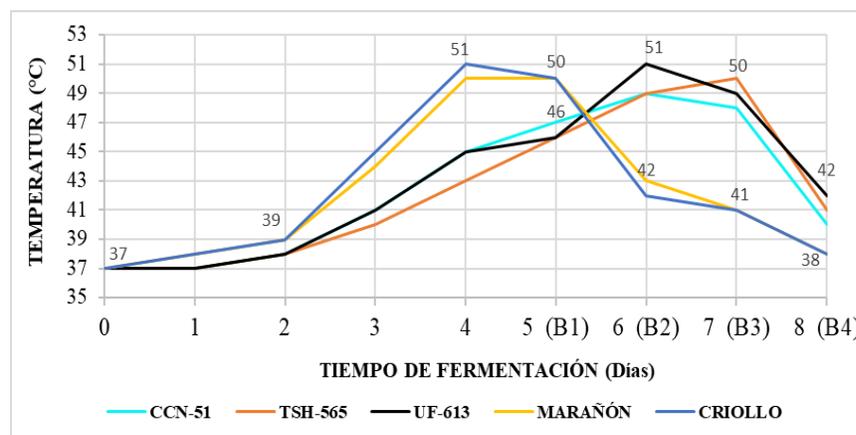


Figura 1. Registro de temperaturas de la fermentación de cacao, por cada variedad y clon, durante los 8 días de fermentación

A partir del quinto día de fermentación se determinaron el pH y °Bx en cada muestra de cacao, así sucesivamente para el sexto, séptimo y octavo día, el comportamiento de esos parámetros se pueden apreciar claramente en la Figura 2 (a y b).

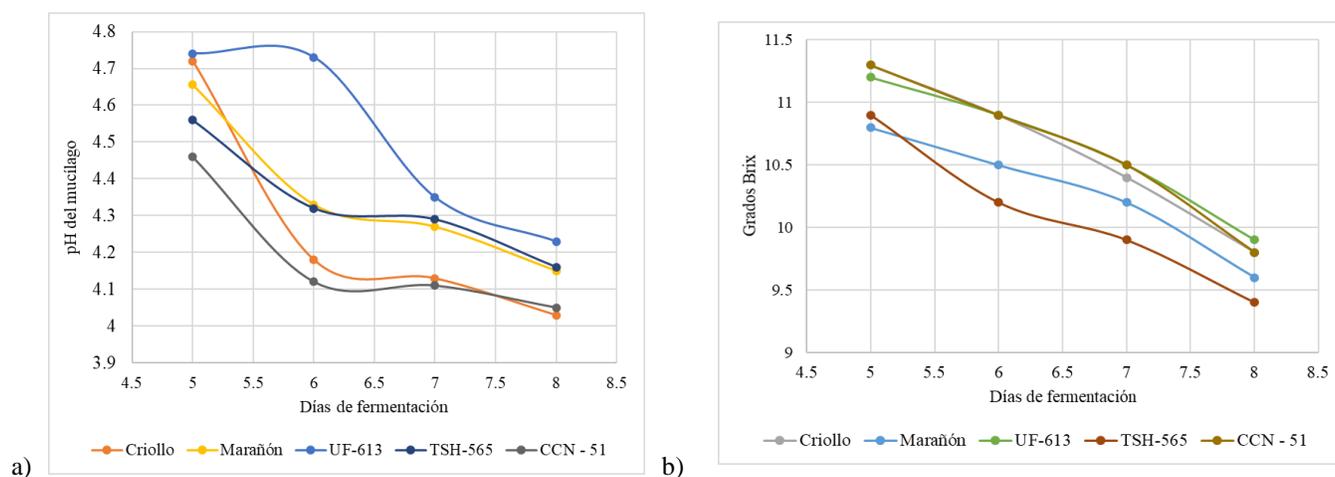


Figura 2. Comportamiento del pH y grados brix de acuerdo al tiempo de fermentación y variedad/clon de cacao

### Evaluación de la calidad sensorial del chocolate para taza en base a puntajes totales

En la Figura 3 se pueden observar los promedios de los puntajes totales, para cada variedad y clon de cacao, en cada uno de los días de fermentación evaluados.

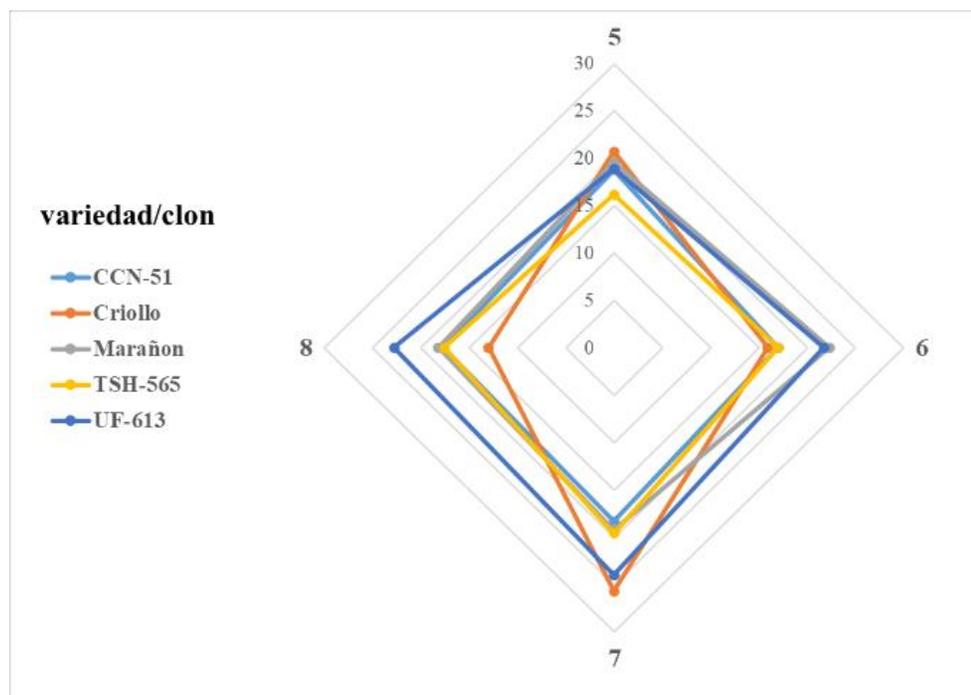


Figura 3. Puntajes sensoriales totales obtenidos de las variedades/clones de cacao en cada día de fermentación.

En la Figura 4 se pueden ver los promedios de los puntajes totales, para cada día de fermentación estudiado en cada variedad/clon evaluados.

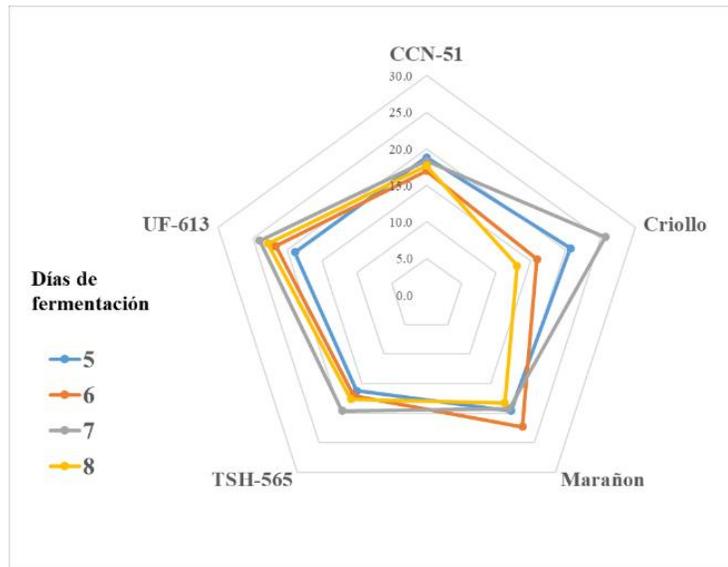


Figura 4. Puntajes sensoriales totales obtenidos entre los tiempos de fermentación por cada variedad/clon.

En la Tabla 2 se observa el test de comparaciones múltiples de Friedman, tanto para los tiempos de la variedad Criollo, como para los del clon UF-613; para detectar entre qué tiempos de fermentación se presentan las diferencias.

Tabla 2. Test de comparaciones múltiples de Friedman, para los puntajes totales entre los tiempos de fermentación, en cada una de las variedades/clones de cacao

| Variedad | Tiempo (Días) | Suma Rangos | Promedio Rangos | Grupos |
|----------|---------------|-------------|-----------------|--------|
| Criollo  | 7             | 36.0        | 3.6             | a      |
|          | 5             | 26.5        | 2.7             | a b    |
|          | 8             | 19.0        | 1.9             | b      |
|          | 6             | 18.5        | 1.9             | b      |
| UF-613   | 8             | 32.0        | 3.2             | a      |
|          | 7             | 28.5        | 2.9             | a b    |
|          | 6             | 23.0        | 2.3             | a b    |
|          | 5             | 16.5        | 1.7             | b      |

### Análisis sensorial entre los tiempos por cada variedad y clon en base a sus atributos

En la Figura 5 se pueden observar los puntajes totales en cada tiempo de fermentación para cada variedad y clon de cacao, en cada atributo sensorial (de acuerdo a la escala hedónica el puntaje ideal es 10). Este análisis se realizó para detectar si el tiempo de fermentación está generando diferencias entre los atributos de cada una de las variedades y clones de cacao.

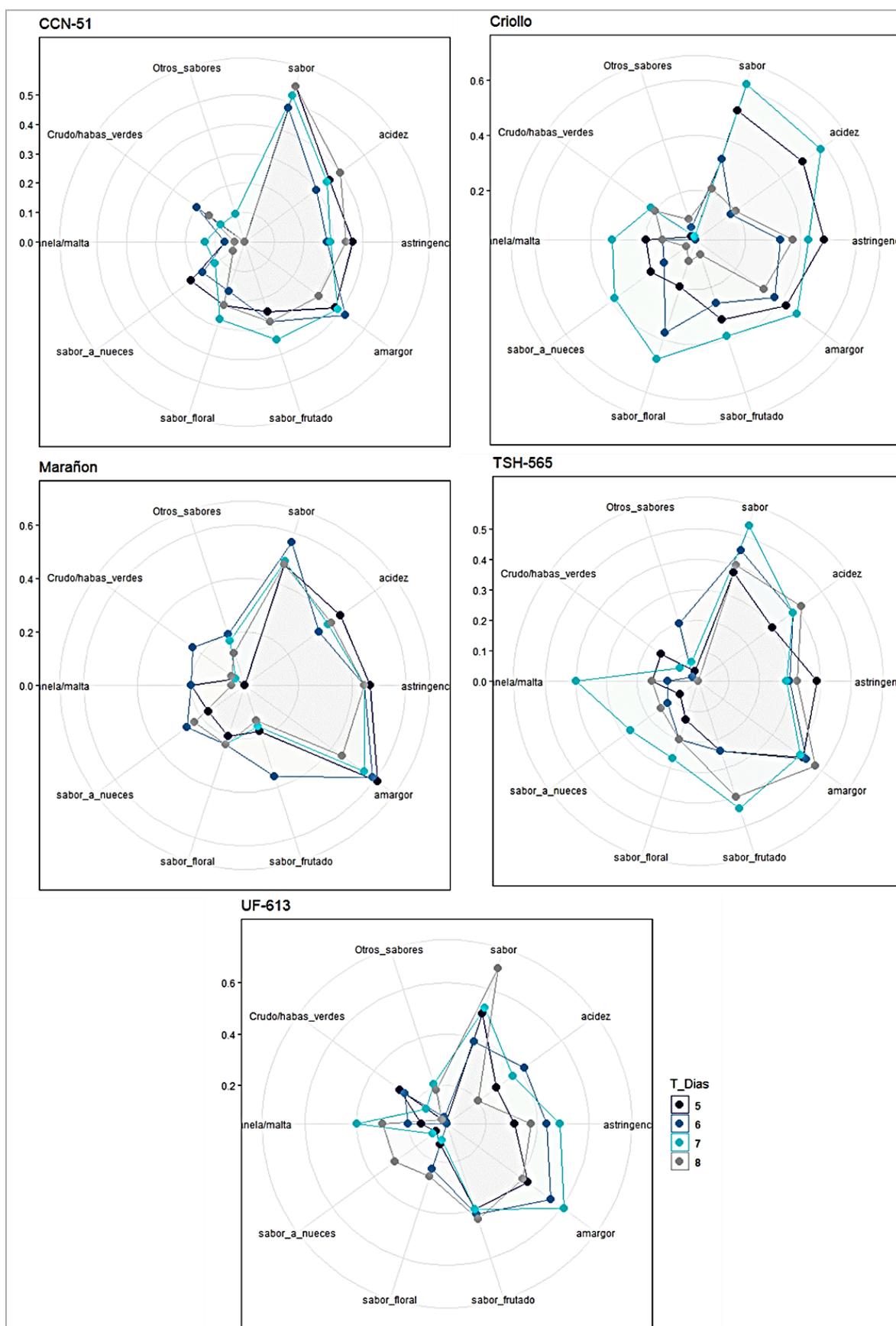


Figura 5. Comparación de perfiles sensoriales por atributos entre tiempos de fermentación para cada variedad/clon de cacao.

Considerando un nivel de significancia del 5% se observó que para el clon CCN-51 existen diferencias significativas entre los tiempos de fermentación en el atributo acidez (p-valor = 0.043). En la variedad Criollo, existen diferencias en los atributos sabor a cacao (p-valor = 0.002) y acidez (p-valor = 0.004). En la variedad Marañón no existen diferencias significativas. En el clon TSH-565, existe diferencias en el atributo sabor a cacao (p-valor = 0.003). Mientras que en el clon UF-613 existen diferencias en los atributos sabor a cacao (p-valor = 0.003) y astringencia (p-valor = 0.033).

Después de haber detectado diferencias significativas, se procede a detectar en qué días se presentan estas diferencias, para esto se realizó la prueba post hoc denominada test de comparaciones múltiples de Friedman para apreciar los grupos formados.

Tabla 3. Test de comparaciones múltiples de Friedman, para los tiempos de fermentación en cada variedad/clon

| Clones  | Atributos     | Tiempo (días) | Suma Rangos | Promedio Rangos | Grupos |
|---------|---------------|---------------|-------------|-----------------|--------|
| Criollo | Sabor a cacao | B7            | 35.5        | 3.55            | a      |
|         |               | B5            | 28.5        | 2.85            | a b    |
|         |               | B8            | 19.5        | 1.95            | b      |
|         |               | B6            | 16.5        | 1.65            | b      |
|         | Acidez        | B7            | 32          | 3.2             | a      |
|         |               | B5            | 31          | 3.1             | a b    |
|         |               | B8            | 20.5        | 2.05            | a b    |
|         |               | B6            | 16.5        | 1.65            | b      |
| TSH-565 | Sabor a cacao | B7            | 35.5        | 3.55            | a      |
|         |               | B6            | 25.5        | 2.55            | a b    |
|         |               | B8            | 21.5        | 2.15            | a b    |
|         |               | B5            | 17.5        | 1.75            | b      |
| UF-613  | Sabor a cacao | B8            | 35          | 3.5             | a      |
|         |               | B7            | 25          | 2.5             | a b    |
|         |               | B5            | 24          | 2.4             | a b    |
|         |               | B6            | 16          | 1.6             | b      |
|         | Astringencia  | B7            | 31.5        | 3.15            | a      |
|         |               | B8            | 26.5        | 2.65            | a b    |
|         |               | B6            | 26          | 2.6             | a b    |
|         |               | B5            | 16          | 1.6             | b      |

## DISCUSIÓN

En esta investigación la temperatura promedio durante la fermentación fue de 38.5 °C, ubicándose dentro del rango promedio de 39° C según Asante (2015). Por lo tanto, se puede concluir que la temperatura del ambiente fue adecuada para la fermentación de cacao. La temperatura de inicio fue de 37 °C para todas las variedades y clones, encontrándose dentro del rango óptimo de 18° C a 38° C recomendado por Arvelo et al. (2017). Hasta el cuarto día, la temperatura subió a 51 °C para la variedad Criollo, pero a partir del quinto día comienza a descender, reportando 38 °C al octavo día, este comportamiento es

similar para todas las variedades y clones; estos resultados coinciden con los de Asante (2015), reportando una temperatura inicial de 33 °C y final de 45 °C. Así mismo, Inga (2017), indicó que la mayor temperatura alcanzada fue de 49.2 °C. Estas diferencias podrían deberse a las distintas ubicaciones geográficas de las parcelas de cacao.

En la Figura 2a, se muestra que los valores promedios del pH para todas las variedades y clones descienden de 4.62 a 4.12. Jinap et al. (1995) en su estudio obtuvo granos fermentados con pH de 5.50 a 4.75; Horta-Téllez et al. (2019) presentó pH que oscilaron entre 5.09 a 4.9; de igual manera Asante (2015), pH de 7.04 a 6.2 a los diez días de fermentación; Bravo (2010), un pH de 6.54 a 5 en clones trinitarios. Comparando, se puede decir que el pH de los granos de cacao resultantes de esta investigación es ligeramente ácido que van descendiendo con el pasar de los días volviéndose moderadamente ácidos. Por otro lado, los grados brix del mucílago determinados desde el día 5 descienden desde valores promedios desde 11.10 a 9.70 en el día octavo de fermentación. Estudio reportado por Inga (2017) manifiesta que los grados brix tienen un comportamiento descendente conforme transcurren los días, empezando con 20 y terminando con 7.5 grados brix. Con esto se puede concluir los grados brix están influenciados por el genotipo y lugar de procedencia de los granos.

El análisis sensorial de las variedades y clones de cacao en cada día de fermentación arrojaron puntajes, que para el quinto día de fermentación no se apreciaron diferencias pero que para el octavo día sobresale el clon UF-613. Finalmente, en la Tabla 3, se evidencia que el cacao Criollo presenta mejores puntajes a los 5 y 7 días de fermentación, el clon UF-613 desde el sexto ya se puede obtener mejores puntajes hasta el octavo día. Septianti et al. (2020) demostraron que los clones de cacao fermentados por 6 días fueron los que mejor puntaje obtuvieron por los panelistas. Al igual que Bravo (2010), sus resultados revelaron que los clones trinitarios presentaron los puntajes más altos en el análisis sensorial a los 6 días de fermentación, destacando el clon UF-613 y en segundo lugar la variedad Criollo. Estas diferencias indicarían que sí existe influencia de la variedad sobre la calidad sensorial, tal como lo señala Zolkopli et al. (2021). Respecto al tiempo de fermentación a elegir, se debe de considerar factores que el productor crea conveniente, tales como el tiempo adicional en el proceso de fermentación (Asante, 2015), ya que se obtendría la misma calidad ya sea al quinto o séptimo día, como se halló en esta investigación. Por consiguiente, se concluye que el mejor cacao, en puntaje total, es la variedad Criollo a los 5 días de fermentación, seguido por el clon UF-613 a los 7 días de fermentación, con 36 y 32 puntos respectivamente.

En el análisis sensorial entre los tiempos por cada variedad y clon en base a sus atributos, se observaron diferencias significativas en los atributos de sabor a cacao, acidez, astringencia y amargor entre las variedades y clones a lo largo de los distintos tiempos de fermentación. La variedad Criollo mostró diferencias en los atributos sabor a cacao y acidez, mientras que en la variedad Marañón, no presentó diferencias en ningún atributo. Por otro lado, el clon UF-613 destacó en sabor a cacao y astringencia fermentados al octavo y séptimo día respectivamente. End y Dand (2015) atribuyen la astringencia y el amargor a la falta de fermentación, en cambio Misnawi et al. (2004), indican que a medida que aumenta la concentración de polifenoles en el licor de cacao, disminuye el sabor a cacao y la viscosidad, aumentando la astringencia y amargor; aunque las demás propiedades sensoriales no se ven influenciadas por la concentración de polifenoles. Según Pallares-Pallares et al. (2016), durante la fermentación del cacao se generan compuestos que contribuyen a sabores como caramelo, dulce, nuez, miel, frutal y floral, además de aproximadamente 70 compuestos volátiles que influyen en el aroma característico del cacao (Vega et al., 2016). En resumen, se destaca que el sabor a cacao prevalece, especialmente en la variedad criollo y los clones TSH-565 y UF-613.

## **CONCLUSIONES**

Los parámetros fisicoquímicos de fermentación registrados para las dos variedades (Marañón y Criollo) y tres clones (CCN-51, UF-613 y TSH-565) de cacao, fueron, una temperatura máxima alcanzada de 51°C. Un pH promedio inicial de 4.6 terminado con un pH de 4.15. Los grados brix promedio inicial fue de 11 terminando con un promedio 9.6. En cuanto a evaluación sensorial del chocolate para taza, se concluye que el mejor en puntaje total, es el proveniente de la variedad Criollo a los 5 días de fermentación, seguido por el chocolate obtenido proveniente del clon UF-613 a los 7 días de fermentación, con 26.5 y 28.5 puntos respectivamente. Respecto a los mejores atributos, correspondieron al chocolate de taza proveniente de la variedad Criollo, con diferencias significativas para los atributos sabor a cacao, acidez, frutado y terminando con el atributo floral, mientras que para los atributos amargor, crudo/habas verdes, panela/malta y otros sabores, no se hallaron diferencias significativas en todas las variedades y clones.

---

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Arvelo, M., González, D., Maroto, S., Delgado, T., & Montoya, P. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao Buenas prácticas para América Latina. En *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)*.
- Asante, F. (2015). *Effect of duration of fermentation and different methods of drying (solar and sun) on some quality traits of cocoa beans (Theobroma cacao L.)* [Tesis de maestría]. Kwame Nkrumah University of Science and Technology Kumasi.
- Assa, A., Rosniati, & Yunus, M. (2019). Effects of cocoa clones and fermentation times on physical and chemical characteristics of cocoa beans (*Theobroma cacao L.*). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 528(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/528/1/012079>
- Bravo, D. (2010). *Evaluación fisicoquímica del comportamiento de las almendras de cacao (Theobroma cacao L) de seis clones: ICS -1 (Imperial Collage Selection), ICS – 95 (Imperial Collage Selection), UF – 613 (united Fruit), IMC – 67 (Iquitos Marañón Coleccion), TSH – 565* . Universidad Nacional de San Martín.
- Cámara Peruana de Café y Cacao. (2017). *Cacao*. <https://camcafeperu.com.pe/ES/cacao-peru.php>
- End, M., & Dand, R. (2015). Cacao en Grano: Requisitos de calidad de la industria del chocolate y del cacao. En *Revista Brasileira de Medicina* (4.<sup>a</sup> ed., Vol. 69, Número 12).
- Horta-Téllez, H., Sandoval-Aldana, A., Garcia-Muñoz, M., & Cerón-Salazar, I. (2019). Evaluation of the fermentation process and final quality of five cacao clones from the department of huila, colombia. *DYNA*, 86(210), 233-239. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n210.75814>
- Inga, J. (2017). *Estudio de los tiempos de drenaje, fermentación y remoción del cacao criollo (Theobroma cacao L.)* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Jinap, S., Dimick, P., & Hollender, R. (1995). Flavour evaluation of chocolate formulated from cocoa beans from different countries. *Food Control*, 6(2), 105-110. [https://doi.org/10.1016/0956-7135\(95\)98914-M](https://doi.org/10.1016/0956-7135(95)98914-M)
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2020). *Producción de cacao*. <https://www.gob.pe/midagri>
- Misnawi, Jinap, S., Jamilah, B., & Nazamid, S. (2004). Sensory properties of cocoa liquor as affected by polyphenol concentration and duration of roasting. *Food Quality and Preference*, 15(5), 403-409. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(03\)00097-1](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(03)00097-1)

- Pallares-Pallares, A., Perea-Villamil, J., & López-Giraldo, L. (2016). *Impacto de las condiciones de beneficio sobre los compuestos precursores de aroma en granos de cacao (Theobroma cacao L) del clon CCN-51*. 21(1), 120-133. <https://doi.org/10.22463/0122820x.726>
- Reyes, M., Gómez-Sánchez, I., & Espinoza, C. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*.
- Septianti, E., Salengke, & Langkong, J. (2020). Profile of bioactive compounds, antioxidant and aromatic component from several clones of cocoa beans during fermentation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 575(1), 17. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/575/1/012009>
- Stevenson, C., Corven, J., & Villanueva, G. (1993). Manual para análisis de cacao en laboratorio. En Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola (Ed.), *Iica-Pro cacao*.
- Vega, F., Rodríguez, J., Escalona, H., & Lugo, E. (2016). Optimización del proceso de tostado de *Theobroma cacao* variedad criollo en la función del perfil cromatográfico. *Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química*, 181-186.
- Zolkopli, N., Sulaiman, K., Budiman, C., & Awang, A. (2021). Effect of clonal variety and fermentation duration on cocoa flavor. *Transactions on Science and Technology*, 8(2), 104-109.