

FETENSECA: Alternativa para mejorar la calidad sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivar CCN-51

FETENSECA: An alternative to improve the sensory quality of cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivar ccn-51

Arturo Medardo Palacios García^{1,*}; José Nicasio Quevedo Guerrero²; Irán Rodríguez Delgado²

1 Centro de Postgrados UTMACH, Universidad Técnica de Machala. Av. Panamericana km 5 ½, Machala, Ecuador.

2 Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala. Av. Panamericana Km 5 ½ Machala, Ecuador.

*Autor correspondiente: ecotur097@hotmail.com (A. M. Palacios García).

ID ORCID de los autores

A. Palacios García:  <http://orcid.org/0000-0001-8883-1498>

J. Quevedo Guerrero:  <http://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

I. Rodríguez Delgado:  <https://orcid.org/0000-0002-6453-2108>

RESUMEN

La producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Ecuador representa el segundo rubro económico de importancia en exportaciones agropecuarias, su competitividad en el mercado internacional se debe a la calidad sensorial de los genotipos producidos en el país, calidad que se desarrolla en la etapa post-cosecha. Por esta razón se ha evaluado una alternativa propuesta por la empresa Agrozhucay, que de acuerdo con la experiencia en la industria ha producido el método FETENSECA. El objetivo del estudio fue evaluar el método de manejo poscosecha, realizado por la empresa AGROZHUCAY para mejorar la calidad del cacao en el cantón La Troncal. La metodología empleada fue un diseño de bloques completamente al azar, 4 tratamientos con 3 repeticiones, prueba de rangos múltiples de Duncan 5%, nivel de significancia igual al 95%. Se estudiaron propiedades físicas, biomoléculas con los métodos DPPH y Folin Ciocalteu. Los resultados determinan que el tratamiento T3 y T0 presentaron las mejores características fisicoquímicas de los mejores tratamientos, recomendándole estos tratamientos para mejorar la calidad sensorial y fisicoquímica.

Palabras clave: calidad sensorial; fermentación; actividad antioxidante; CCN-51.

ABSTRACT

The production of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Ecuador represents the second most important economic item in agricultural exports, and its competitiveness in the international market is due to the sensory quality of the genotypes produced in the country, a quality that is developed in the post-harvest stage. For this reason, an alternative proposed by the company Agrozhucay, which according to its experience in the industry has produced the FETENSECA method, has been evaluated. The objective of the study was to evaluate the method of post-harvest handling, carried out by the company AGROZHUCAY to improve the quality of cocoa in the canton of La Troncal. The methodology used was a completely randomized block design, 4 treatments with 3 replications, Duncan's multiple range test 5%, significance level equal to 95%. Physical properties and biomolecules were studied using the DPPH and Folin Ciocalteu methods. The results determine that the T3 and T0 treatment presented the best physical-chemical characteristics of the best treatments, recommending these treatments to improve the sensory and physical-chemical quality.

Keywords: sensory quality; fermentation; antioxidant activity; CCN-51.

Recibido: 31-08-2021.

Aceptado: 28-11-2021.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUCCIÓN

El cacao es considerado en Ecuador como un producto emblemático debido a la calidad que produce dándole competitividad en el mercado internacional, la cual se desarrolla especialmente en la etapa post-cosecha de la cadena productiva (Fernández et al., 2012). Actualmente el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), representa uno de los rubros de mayor importancia económica para el Ecuador, ocupando el tercer lugar de las exportaciones no petroleras (Vásquez Bernal & Tonon Ordóñez, 2021). El género *Theobroma* comprende más de 25 especies diferentes de las cuales una especie es considerada como la más diversa por sus genotipos y fenotipos *Theobroma cacao* L., cultivo perenne perteneciente a la familia de las Malváceas (Dostert et al., 2012). En promedio de 2008 a 2018 a nivel mundial de cacao en grano fue 5'132'899,1 t, en 10'458'046,3 ha cosechadas. De las cuales Ecuador produjo 162546,1 t aproximadamente en 414,097.7 ha cosechadas (FAO, 2021).

El Ecuador produce cacao de calidad única en el mundo, debido a sus características organolépticas. Sin embargo, en las últimas décadas estas características han sido afectadas debido al mal manejo post-cosecha en cacao orgánico (Enríquez, 2004) como en cacao convencional (Sánchez Vargas et al., 2008). En los últimos años se ha evidenciado una elevada demanda comercial gracias al reconocimiento de la calidad de grano, por lo que mejorar las características del manejo de la postcosecha es un punto angular para el manejo y conservación de la calidad (Castillo Cabrera, & Carbajal Rivas, 2019). Destacándose Ecuador como el principal exportador de cacao nacional fino y de aroma "Sabor Arriba" por las características sensoriales, los cuales pueden variar de acuerdo a sus genotipos (Chang & Torres, 2014). En Ecuador existen diversos genotipos: Trinitarios, Forasteros, Criollos y el genotipo Nacional, que ha dado prestigio por su sabor y aroma únicos en los mercados internacionales (ANECACAO, 2015). Así, en la etapa de fermentación del cacao, se considera un punto crítico al producirse cambios bioquímicos es de suma importancia ya que determinan mediante este proceso los precursores del aroma y sabor, por lo tanto, los patrones de calidad física y química del producto final (Contreras et al., 2004).

Siendo un producto de buenas características y calidad la combinación de genotipos, factores y procesos que influyen positivamente al desarrollo de estas, cualidades que se pueden ver afectadas de manera drástica no beneficiosa para este proceso (Lemus et al., 2002). Existe ineficiencia a su vez en la cadena de valor del cacao con sus intermediarios por lo cual el productor no consigue precios óptimos y competitivos en otras regiones caso de los Ríos (Morales Intriago et al., 2018). La fermentación y secado son etapas de gran importancia, ya que en la primera se producen reacciones bioquímicas que causan una disminución del amargor y la astringencia que dan origen a los precursores del aroma y sabor a chocolate ; en la segunda se reduce el exceso de humedad que queda después de la fermentación, lo que evita el desarrollo de mohos que deterioran la calidad (El Salous et al., 2019) y facilita el almacenamiento (Ortiz de Bertorelli et al., 2009) manejo y comercialización del cacao.

Estos factores que influyen sobre la fermentación del cacao, entre ellos el tipo de cacao, tiempo de almacenamiento del fruto o mazorca antes de la apertura, desgranes, hora sol (Ortiz de Bertorelli & Graziani de Fariñas, & Rovedas, 2009) tipo de fermentador usado (Quevedo Guerrero et al., 2018) tiempo del proceso y frecuencia de remoción de la masa fermentante (Hashim et al., 1998) levaduras (Rodríguez et al., 2016).

En la práctica, los métodos de fermentación varían mucho de una zona productora a otra, sobretodo el tipo de fermentador (Nogales et al., 2006) y el tiempo de fermentación, siendo los más usuales, entre los productores de la zona norte y central de Manabí, las cajas de madera, saco de yute, tinas plásticas y montón (Graziani de Fariñas et al., 2003). A pesar de los avances en conocimiento sobre la calidad del cacao y como lograrlo todavía se siente la necesidad de investigación para determinar con certeza los métodos óptimos y prácticos de fermentado, así se realizará la validación del proceso de manejo poscosecha practicado por la empresa Agrozhuca y basándose en su experiencia durante más de 15 años con el método FETENSECA, evaluando variables de calidad para sí contribuir a mejorar la calidad del cacao en el sector y el país.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Granja Experimental Santa Inés de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en el km 5.5 vía al Cambio, perteneciente a la parroquia El Cambio, provincia de El Oro, Ecuador, entre las siguientes coordenadas geográficas 79° 54' 05" W y 03° 17' 16" S, a 6 msnm. De acuerdo a las zonas de vida natural de Holdridge y el mapa ecológico del Ecuador, el sitio de ensayo correspondió a un bosque muy seco, Tropical (bms-T), con una precipitación media anual de 1200 mm, una temperatura media anual de 25 °C y

una humedad relativa de 84%.

Tratamientos:

T0: Desbabado 2 días, fermentado 2 días en tendal en montón cubierta con plásticos negro más horas sol oreado, más un día en montón cubierta con plástico negro (FETENSECA).

T1: Desbabado 2 días, fermentado 3 días en sacos de yute tapada con plástico negro.

T2: Desbabado 2 días, fermentado 3 días en tendal en montón tapado con lona de yute y cubierta con plástico negro.

T3: Desbabado 2 días. Fermentado 2 días en tendal

en montón tapado con lona de yute cubierto con plástico negro, 8 horas sol oreado, un día fermentado en montón tapada con lona de yute, cubierta con plástico negro.

Las variables evaluadas fueron las descritas por (Quezada-Ramón et al., 2017):

Índice de mazorca: Para calcular el índice de mazorca se utilizó un número x de mazorcas necesarias para completar 1 kg de cacao seco. Para ello, se recolectó 20 mazorcas fisiológicamente maduras sin síntomas de enfermedades.

Número de almendras por mazorca: Se realizó un conteo directo del número de almendras por cada mazorca muestreada y se calculó el valor promedio.

Índice del grano: Se obtiene al tener el peso de 100 almendras por tratamiento con tres repeticiones entre sí, se pesó y se obtuvo el peso promedio en porcentaje.

Número/porcentaje de cascarilla o testa: Se determinó en base al peso de un grupo de 100 almendras fermentadas y secas, tomadas al azar por cada tratamiento, luego se extrajo su cascarilla, se pesó y dividió para el peso de los 100 granos y se multiplicó el resultado por cien.

Porcentaje de fermentación (prueba de corte): Se determinó en almendras secas, utilizando la prueba de corte, la cual consiste en partir longitudinalmente 100 almendras tomadas al azar por cada tratamiento. Luego se analizó con adecuada luz natural una de las mitades; de acuerdo al color y pronunciamiento de las grietas en los cotiledones (Fernández et al., 2012).

Las almendras se clasificaron en: Grano de buena fermentación (grano fermentado cuyos cotiledones presentan en su totalidad una coloración marrón o marrón rojiza y estrías de fermentación profunda), grano ligeramente fermentado (grano cuyos cotiledones ligeramente estriados presentan un color ligeramente violeta, debido al mal manejo durante el beneficiado), grano violeta (grano cuyos cotiledones presentan un color violeta intenso, debido al mal manejo durante el beneficiado), grano pizarroso (es un grano sin fermentar, que al ser cortado longitudinalmente, presenta en su interior un color gris negruzco o verdoso y de aspecto compacto), grano mohoso (que ha sufrido deterioro parcial o total en su estructura interna debido a la acción de hongos), grano infestado (grano que contiene insectos vivos en cualquiera de sus estados biológicos).

Número/porcentaje de humedad: Se utilizó un medidor de Humedad SAMAP H40, los granos tuvieron la misma cantidad de humedad.

Calidad de licor de cacao (catadores): Realizados por 3 catadores experimentados bajo metodología de análisis a ciegas, catando sabores básicos y específicos característicos del cacao.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar, 4 tratamientos con 3 repeticiones, prueba de rangos múltiples de Duncan 5%, nivel de significancia igual al 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de prueba de rangos múltiples de Duncan con 5% con un nivel de significancia del 95%, De la variable humedad se obtuvieron medias entre los tratamientos en un rango de 7,35 a 7,65 siendo estos valores de relevancia pues se recomienda que la humedad en el grano para exportación se encuentre en un rango de 7 a 8 por ciento. Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre sí (Quevedo Guerrero et al., 2020).

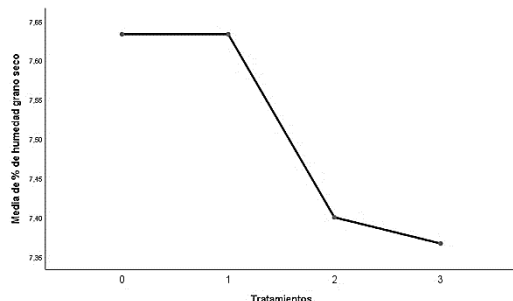


Figura 1. Medias de la variable de % de humedad grano seco.

La variable pesos de entre los tratamientos no presentan diferencias significativas aplicando la prueba estadística, no obstante, el tratamiento 2

presenta los mejores valores promedio, siendo este un tratamiento rentable, por la obtención de peso para exportación.

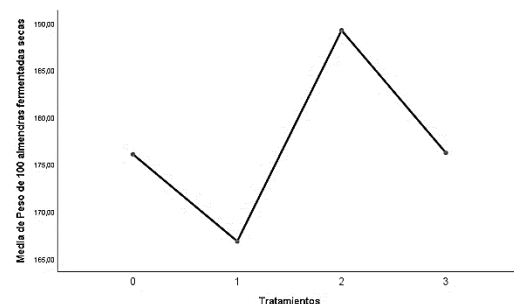


Figura 2. Medias de la variable peso de 100 almendras fermentadas secas.

Esta variable al igual que el índice de grano y cascarilla, tampoco presentaron diferencias significativas evidente entre sí, presentando media para índice grano (1,65 g a 1,90 g) e índice cascarilla (0,200 g y 0,230 g).

Al analizar las variables relacionadas a la calidad sensorial de fermentados (Figura 4).

Esta característica en el grano es el de mayor importancia, pues se presenta la muerte completa del cotiledón que no le da características sensoriales agradables al paladar así, se

encontraron diferencias significativas siendo, la media superior al resto de tratamiento es importante indicar que la correcta fermentación es esencial para producir un buen sabor en el chocolate final. “En este proceso el cotiledón muere, por lo que se daña la germinación. Dentro del grano de cacao tres grupos de sustancias dan interés nutricional, tecnológico y sensorial” (El Salous et al., 2019).

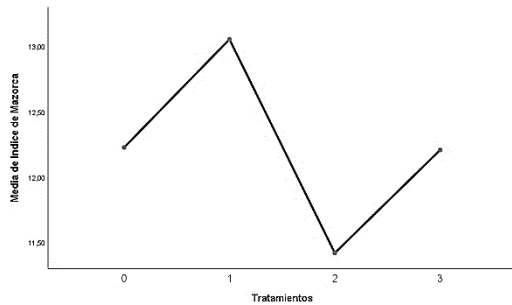


Figura 3. Media variable Índice de mazorca.

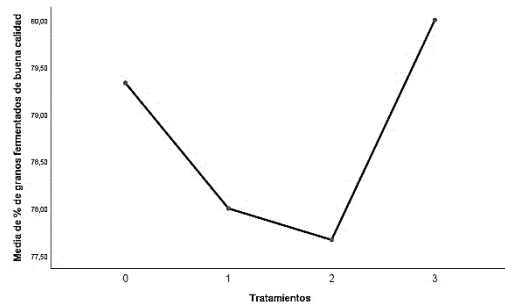


Figura 4. Medias de variables media de % de granos fermentados de buena calidad.

Una buena fermentación se da, en la fase de fermentación alcohólica necesita de condiciones anaerobias ya que intervienen microorganismos como levaduras que transforman las azúcares de la pulpa en alcohol y anhídrido carbónico, además de elevar la temperatura (Cascaete et al., 1991); conforme se produce el colapso de las células de la pulpa penetra el aire y oxida el alcohol con la ayuda de bacterias acéticas, formando ácido acético el cual mata el embrión de la semilla. Además, las enzimas dan inicio a la formación de los precursores del sabor a chocolate, en esta fase hidrolítica se deben emplear temperaturas cercanas a los 45°C y un pH de 4 a 5 (Sánchez et al., 2017).

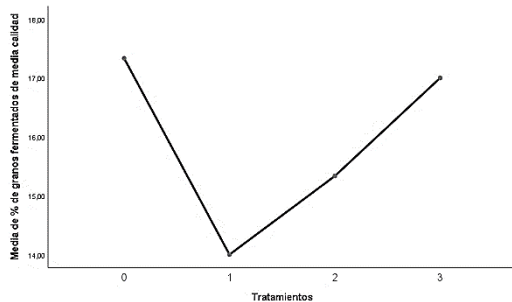


Figura 5. Variable media de % de granos fermentados de media calidad.

Así evaluando estas características de los granos se observa que el tratamiento en granos con una fermentación media se encuentra en el tratamiento 3, siendo este el que sobre sale en valores de fermentación de grano, que se deben corroborar con la calidad sensorial evaluada por los catadores.



Figura 6. Medias de la variable % de granos violeta.

Los granos violetas presentes indican una mala fermentación del grano en este sentido los valores entre los 3% se encuentran en los tratamientos 0 y 3, siendo estos los que presentan características de una buena fermentación al comparar las variables previamente analizadas, aroma, sabor y la calidad nutricional del chocolate (Perea-Villamil et al., 2009). Los nutrientes en la almendra son factores indispensables para la producción de etanol, compuesto que permitirá la oxidación de taninos y polifenoles, compuestos ligados en el proceso de fermentación al desarrollo del sabor (Teneda Llerena, 2016; Camu et al., 2008). Surge por los múltiples procesos y transformaciones químicas que tienen relación directa con las condiciones expuesta en todo el proceso productivo de la fruta y ambientales; precisamente la transformación del glucólisis a ácido pirúvico, la fermentación alcohólica y acética donde presentarán un rol importante las levaduras que descompondrá el mucílago, a su vez el permitirán el desarrollo del etanol y la oxidación, componente fundamental en la formación de ácido acético (Teneda Llerena, 2016; Camu et al., 2008).

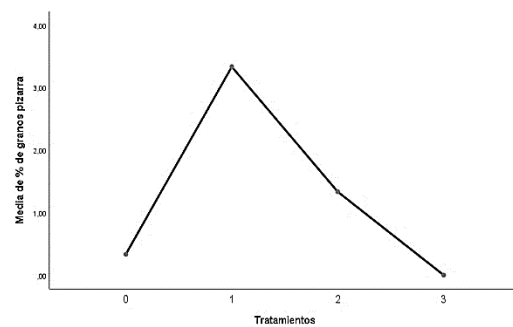


Figura 7. Media de la variable % de granos pizarra.

Al valorar las variables de las medias que indican que los granos presentan mohos, proliferación de hongo y granos defectuosos indican los menores valores se dan en los tratamientos 0 y 4, en tanto que los que presentaron los mayores el tratamiento 1 y 2 respectivamente.

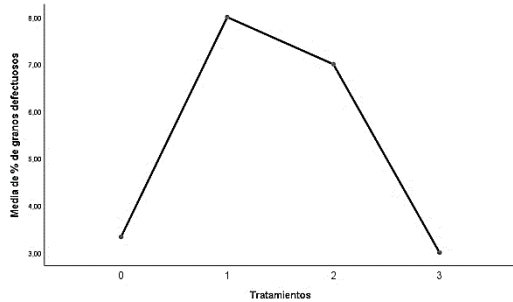


Figura 8. Media de % de granos defectuosos.

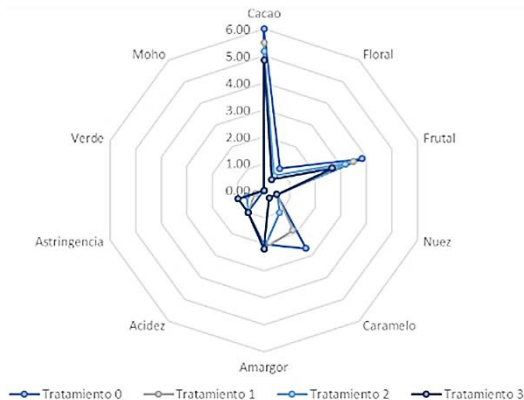


Figura 9. Escala hedónica de los tratamientos obtenidos para el estudio.

De los compuestos formadores de la calidad sensorial en el cacao se encuentra dos de los componentes químicos apetecidos en el mercado una de la cual deriva su nombre teobromina y la cafeína como compuesto promotores del aroma y sabor (Espín et al., 2007).

Los componentes más importantes en el desarrollo de la calidad sensorial en la etapa postcosecha se describen brevemente presecado, fermentado, secado, torrefacción y molido. La técnica conocida como el presecado influye sobre la calidad físico-sensorial, esta consiste en la eliminación del exceso de jugos mucilaginosos de las almendras, para lo cual se cosecharon mazorcas sanas y maduras. Un estudio previo realizado (Jiménez et al., 2018) en cacao CCN-51 muestra diferencias estadísticas significativas en los porcentajes de calidad físico-sensorial especialmente entre en los tratamientos que se realizó el presecado desarrollando perfiles sensoriales altos en sabor amargo, acidez y astringente cuando fueron sometidos al presecado.

Si bien existen muchos factores que influyen en los parámetros sensoriales la procedencia del materia vegetal a ser tratado es de suma importancia, pues tal es su importancia que de acuerdo al cultivar se desarrollan diversos parámetros de aroma y sabor (Vera Chang et al., 2015). Por ello es determinante el uso de materiales de alta calidad sensorial, una característica nata de los cultivares producidos en Ecuador especialmente con aquellos cultivares con características sensoriales de tipo nacional o perteneciente al genotipo nacional (Chang & Torres, 2014). La calidad sensorial de estos

cultivares con las características de un cacao nacional se evidencia en diferentes puntos altitudinales y condiciones edafoclimáticas presentando excelente calidad en las diversas zonas del país (Chavez et al., 2015). Además de su alta heterogeneidad genética es de relevancia el estudio focalizado de estos recursos para el país (Montaleza Armijos et al., 2020).

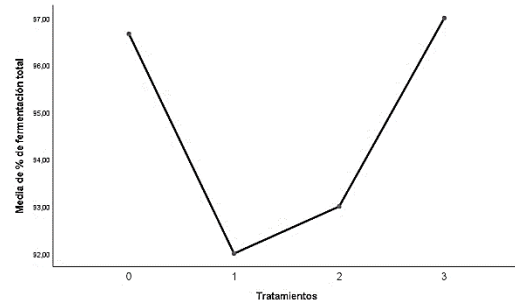


Figura 10. Media de % de fermentación total.

Durante las operaciones de manejo del cacao CCN51, la fermentación del cacao es sin duda una operación realmente indispensable para su desenvolvimiento apropiado de los precursores del aroma de chocolate. Durante esta etapa, la pulpa que envuelve las semillas son metabolizadas por microorganismos que producen compuestos como el etanol, el ácido acético y láctico formados en primera instancia, los cuales serán absorbidos por los cotiledones, promoviendo varios cambios físico-químicos, que tendrán notable influencia en el sabor final (Andrade Almeida et al., 2019).

Durante el proceso de fermentación tan indispensable según las encuestas realizadas la mayoría de los agricultores realizaban la fermentación en sacos directamente luego de obtener el grano sin considerar aspectos ni parámetros de control. Sin embargo, durante este paso es indispensable remover cada 24 horas (Gutiérrez-Correa, 2012) y controlar la temperatura adecuada que debe mantenerse sobre los 45°C e ir aumentando hasta 50°C hasta el tercer día, se debe controlar también el contenido de humedad que debe ser de 50%, y además la presencia de posibles contaminantes.

La fase de fermentación alcohólica necesita de condiciones anaerobias ya que intervienen microorganismos como levaduras que transforman los azúcares de la pulpa en alcohol y anhídrido carbónico, además de elevar la temperatura (Cascante et al., 1991); conforme se produce el colapso de las células de la pulpa penetra el aire y oxida el alcohol con la ayuda de bacterias acéticas, formando ácido acético el cual mata el embrión de la semilla. Además, las enzimas dan inicio a la formación de los precursores del sabor a chocolate, en esta fase hidrolítica se deben emplear temperaturas cercanas a los 45 °C y un pH de 4 a 5 (Sánchez et al., 2017).

En la etapa de Oxidación se necesita de condiciones aerobias, ya que al penetrar el oxígeno se oxida y condensa los compuestos polifenólicos en grupos complejos, aminoácidos volátiles solubles e

insolubles que tienen poco o ningún sabor; 13 seguido de la condensación oxidativa disminuye el contenido de humedad hasta llegar al punto tal en el que la falta de humedad detiene el proceso enzimático (Coronado et al., 2015), promedio porcentual óptimo de la humedad relativa es de 75% para una buena fermentación del cacao (Rada et al., 2005).

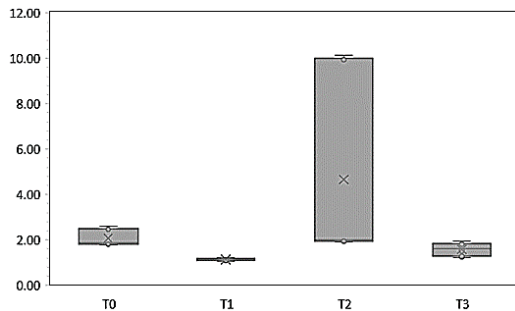


Figura 11. Diagrama de cajas del contenido de Polifenoles totales.

El contenido de polifenoles fue mayor, estos compuestos son precursores de aromas y sabores, los cuales son variados, estos compuestos son requeridos y están presentes en los chocolates amargos considerados como chocolates artesanales a los cuales no se les ha incluido ningún tipo de azúcar (Vera Chang et al., 2015). La actividad antioxidante relacionada hacer un coadyuvante al poder oxidativo se presentaron mejores en el tratamiento FETENSECA siendo conveniente este método de fermentación para

encontrar mayor calidad fitonutritivo (Vera Chang et al., 2015).

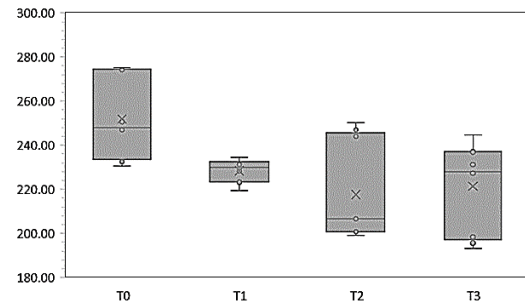


Figura 12. Diagrama de cajas contenido de actividad antioxidante.

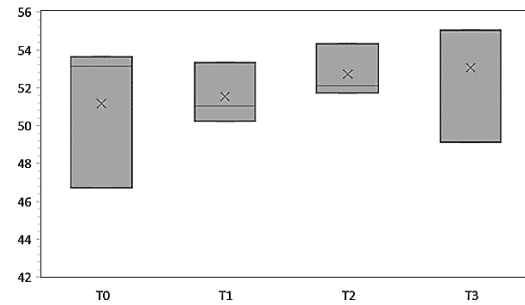


Figura 13. Diagrama de cajas contenido de grasas.

El contenido de grasas en el grano fue mayor en el tratamiento, que en el tratamiento FETENSECA, estos valores de contenido de grasas fueron mayores a los presentados por (Vera Chang et al., 2015).

CONCLUSIONES

Evaluando los procesos de FETENSECA de los diferentes tratamientos se puede determinar de acuerdo con las propiedades físicas-químicas y sensoriales que el mejor tratamiento se da en el T4, el cual se da con Desbabado 2 días. Fermentado 2 días en tendal en montón tapado con lona de yute cubierto con plástico negro, 8 horas sol oreado, un

día fermentado en montón tapada con lona de yute, cubierta con plástico negro. Así el tratamiento 0 considerado el método FETENSECA se concluye que a pesar de que se obtienen buenas características, estas no son las óptimas, indicando así que se debería seguir mejorando este método postcosecha.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Semillero de Investigación de Recursos Fitogenéticos de la Universidad Técnica de Machala y al Grupo de Investigación AGROPLANT por apoyar en la preparación y evaluación de las muestras para actividad

antioxidante y polifenoles totales. Ha Jonathan Zhiminaicela Cabrera e Ing. Carlos Quezada coordinador y miembro de SIRF por apoyar en los análisis de laboratorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade Almeida, J., Rivera García, J., Chire Fajardo, G. C., & Ureña Peralta, M. O. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao *Theobroma cacao* L. de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, 10(4), 1-12.
- ANECACAO. (2015). *Características del Cacao CCN51 Ecuador*. Asociación Nacional de Exportadores de Cacao e Industrializados del Ecuador. <http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/cacaoccn51.html>
- Cascante, M., García, V., & Marín, G. (1991). Identificación de

- hongos filamentosos y levaduras aislados durante la fermentación de almendras de cacao (*Theobroma cacao*) en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 15(1), 177-180.
- Castillo Cabrera, M. W Carbajal Rivas, E. E. (2019). *Propuesta de un sistema básico de gestión comercial enfocado a productores de cacao de fino aroma en la provincia de La Convención, Cusco para mejorar su productividad* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
- Chang, J. V., & Torres, C. V. (2014). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao

- nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 7(2), 21-34.
- Chavez, E. S., Puyutaxi, F. A., Barragan, J. J., Nicklin, C., & Miranda, S. B. (2015). Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 8(1), 37-47.
- Contreras, C., Ortiz de Bertorelli, L., Graziani de Fariñas, L., & Parra, P. (2004). Fermentadores para cacao usados por los productores de la localidad de Cumboto, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 54(3), 219-232.
- Coronado, M., Vega León, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2), 206-212.
- Dostert, N., Roque, J., Cano, A., Torre, M. I., & Weigend, M. (2012). *Hoja botánica: Cacao* (Primera Ed). Giacomotti Comunicación Gráfica S.A.C.
- El Salous, A., Angulo-González, A., & Flores, L. S. (2019). Acceleration of cocoa fermentation through the action of bacteria (*Acetobacter aceti*) and yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). *Espirales Revista Multidisciplinaria de Investigación*, 3(28), 1-20.
- Enríquez, G. (2004). Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. La incompatibilidad en el cacao. In *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*.
- Espin, S., Samaniego, I., Wakao, H., & Jiménez, J. C. (2007). La relación teobromina/cafeína asociada a la calidad del cacao ecuatoriano. *Alimentos Ciencia e Ingeniería*, 16(2), 107-109.
- FAO. (2021). *Statics plataform of the Food and Agriculture Organization*. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/#home>
- Fernández, R. D. R., Gallo, F. W. M., Cedeño, Á. M. G., Galeas, M. M. P., Quinteros, H. N. M., Ferrín, L. M. C., & Morante, P. E. N. (2012). Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional. *Revista Ciencia y Tecnología*, 5(1), 7-12.
- Graziani de Fariñas, L., Ortiz de Bertorelli, L., Alvarez, N., & Trujillo de Leal, A. (2003). Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. *Agronomía Tropical*, 53(2), 175-188.
- Gutiérrez-Correa, M. (2012). Efecto de la frecuencia de remoción y tiempo de fermentación en cajón cuadrado sobre la temperatura y el índice de fermentación del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(4), 914-918.
- Hashim, P., Selamat, J., Syed Muhammad, S. K., & Ali, A. (1998). Effect of mass and turning time on free amino acid, peptide-N, sugar and pyrazine concentration during cocoa fermentation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78(4), 543-550.
- Jiménez, I. J. C., Tuz Guncay, I. G., & Quevedo Guerrero, M. J. N. García Batista, D. C. R. M. (2018). Presecado: Su efecto sobre la calidad sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(2), 63-73.
- Lemus, M., de Fariñas, L. G., de Bertorelli, L. O., & de Leal, A. T. (2002). Efecto del mezclado de cacaos tipos criollo y forastero de la localidad de Cumboto sobre algunas características físicas de los granos durante la fermentación. *Agronomía Trop*, 52(1), 45-58.
- Montaleza Armijos, J., Quevedo Guerrero, J., & García Batista, R. (2020). Análisis de la diversidad morfológica de cacao (*Theobroma cacao* L.) del jardín clonal de la Universidad Técnica de Machala. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(2), 45-57.
- Morales Intriago, F. L., Carrillo Zenteno, M. D., Ferreira Neto, J. A., Peña Galeas, M. M., Briones Caicedo, W. R., & Albán Moyano, M. N. (2018). Cadena de comercialización del cacao nacional en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 11(1), 58-64.
- Nogales, J., Graziani de Fariñas, L., & Ortiz de Bertorelli, L. (2006). Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera. *Agronomía Tropical*, 56(1), 5-20.
- Ortiz de Bertorelli, L., & Graziani de Fariñas, L. Rovedas, G. (2009). Influencia de varios factores sobre características del grano de cacao fermentado y secado al sol. *Agronomía Tropical*, 59(2), 119-127.
- Ortiz de Bertorelli, L., Rovedas, G., & Graziani de Fariñas, L. (2009). Influencia de varios factores sobre índices físicos del grano de cacao en fermentación. *Agronomía Tropical*, 59(1), 81-88.
- Perea-Villamil, J. A., Cadena-Cala, T., & Herrera-Ardila, J. (2009). El cacao y sus productos como fuente de antioxidantes: Efecto del procesamiento. *Revista de La Universidad Industrial de Santander. Salud*, 41(2), 128-134.
- Quevedo Guerrero, J., López, R., & Tuz Guncay, I. (2018). Calidad física química y sensorial de granos y licor de cacao (*Theobroma Cacao*.) Usando cinco métodos de fermentación. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 115-127.
- Quevedo Guerrero, J. N., Ramírez Villalobos, M., Zhimainicela Cabrera, J., Noles León, M. J., Quezada Hidalgo, C., & Aguilar Flores, S. (2020). Diversidad morfoagronómica: caracterización de 650 árboles de *Theobroma cacao* L. *Universidad y Sociedad*, 12(6), 14-21.
- Quezada-Ramón, L., Quevedo-Guerrero, J., & García-Batista, R. (2017). Determinación del efecto del grado de madurez de las mazorcas en la producción y la calidad sensorial de (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*, 5(1), 36-46.
- Rada, F., Jaimez, R. E., García-Núñez, C., Azócar, A., & Ramírez, M. E. (2005). Relaciones hídricas e intercambio de gases en *Theobroma cacao* var. Guasare bajo períodos de déficit hídrico. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 22, 112-120.
- Rodríguez, W. M., Torres, C. V., Bósquez, P. D. S., Navarrete, Y. T., Chang, J. V., & Cedeño, E. D. A. (2016). Mejoramiento de las características físico-químicas y sensoriales del cacao CCN51 a través de la adición de una enzima y levadura durante el proceso de fermentación. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 5(3), 169-181.
- Sánchez, R. E., García, P., Dugarte, S., Mendoza, D., & Rivas-Echeverría, C. (2017). Características físico-químicas de granos de cacao de los estados Aragua, Mérida, Miranda y Zulia de la República Bolivariana de Venezuela. *Conocimiento Libre y Licenciamento (CLIC)*, 15.
- Sánchez Vargas, A. D. P., Castellanos Domínguez, Ó. F., & Domínguez Martínez, K. P. (2008). Mejoramiento de la poscosecha del cacao a partir del roadmapping. *Ingeniería e Investigación*, 28(3), 150-158.
- Vásquez Bernal, J. V., & Tonon Ordóñez, L. B. (2021). Modelo de gravedad de las exportaciones de cacao en grano del Ecuador. *INNOVA Research Journal*, 6(1), 235-250.
- Vera Chang, J. F., Vallejo Torres, C., Párraga Morán, D. E., Macías Véliz, J., Ramos Remache, R., & Morales Rodríguez, W. (2015). Atributos físicos-químicos y sensoriales de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(2), 21-34.