



Artículo original / Original article

Evaluación de la aplicación de tecnologías de fermentación y secado de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo CCN-51 y Criollo

Evaluation of the application of technologies for fermentation and drying of cocoa (*Theobroma cacao* L.) type CCN-51 and Criollo

Roy Gutierrez-Paredes ^{1*} ; Guisela Gonzales-Fuentes ¹ ; Miguel Chávez-Pinchi ¹

¹Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Madre de Dios, Perú

Recibido: 10/11/2021

Aceptado: 28/12/2021

Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: mchavez@unamad.edu.pe

Resumen: El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la región de Madre de Dios - Perú es pertinente debido a su impacto económico; no obstante, los productores desconocen tecnologías de postcosecha que aseguren calidad en los granos. Es por ello que planteamos como objetivo evaluar las tecnologías de fermentación y secado del grano de cacao tipo CCN-51 y Criollo medidos en su calidad y rendimiento, utilizando fermentadores de cajón y saco, secadores solares de madera cubiertas con mica y tendales de mantas de polipropileno. Para ello, aplicamos un modelo de bloques con arreglo factorial de 3 factores: tipo de cacao, tecnología de fermentación y tecnología de secado, con un nivel de significancia del 5%. Entre los resultados destaca que la mejor tecnología de beneficio de cacao es la fermentación en cajón de madera y secado en secadores solares de madera, concluyendo que el cacao que mejor se comporta en fermentación y secado es el cacao criollo con 80% de grado de fermentación.

Palabras clave: calidad; estándares; Perú; postcosecha; producción

Abstract: The cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in the region of Madre de Dios - Peru is relevant due to its economic impact; however, producers are unaware of post-harvest technologies that ensure grain quality. That is why we set as an objective to evaluate the technologies of fermentation and drying of the cocoa bean type CCN-51 and Criollo measured in their quality and performance, using box and sack fermenters, wooden solar dryers covered with mica and drying racks. of polypropylene blankets. For this, we apply a block model with a factorial arrangement of 3 factors: type of cocoa, fermentation technology and drying technology, with a significance level of 5%. Among the results, it stands out that the best cocoa benefit technology is fermentation in a wooden box and drying in wooden solar dryers, concluding that the cocoa that best behaves in fermentation and drying is the creole cocoa with 80% degree of fermentation.

Keywords: quality; standards; Peru; postharvest; production

1. Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es una especie que tiene sus orígenes en los bosques tropicales húmedos de América del Sur. Sus almendras son los componentes básicos para la industria del chocolate y sus derivados, la industria cosmética, e industria farmacéutica (García-Carrion, 2008; Santacruz-Terán & Mantuano-Morán, 2021). Hecho que trasciende la pertinencia de su cultivo por millones de agricultores a nivel internacional (Casteblanco, 2018).

Entre las etapas de postcosecha del cacao (fermentación, secado, selección y almacenaje), los tratamientos de fermentación generan la sucesión de microorganismos (Cabanillas-Pardo, 2021) y el secado reduce el porcentaje de humedad de fermentación (Orna-Chávez et al., 2018), ambos procesos importantes para preservar el contenido de polifenoles y garantizar la calidad fisicoquímica de los granos (Alvarado et al., 2020).

El incremento de la transferencia tecnológica en el sector agroindustrial ha conllevado a que los productores adopten nuevos tratamientos mediante mecanismos y/o técnicas acompañadas de componentes tecnológicos, como la fermentación y secado artificial; de modo que mejoren la productividad y logren la excelente producción de cacao exigido en el mercado exterior (Orna-Chávez et al., 2018).

En este contexto, la Amazonía peruana representa un espacio ampliamente diverso que acoge una gama de diversidad y variabilidad genética de cacao. El Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI] (2018), afirma que el cultivo de cacao se ha convertido en el de mayor importancia, la producción durante 2017 fue 120 toneladas. Los excelentes precios que posee y los premios que se alcanzan por el justo comercio, cacao orgánico y por denominación de origen, exigen ofrecer un producto de mayor calidad.

Para ello, se tiene que lograr un cacao de calidad que cumplan los estándares del mercado. Es pertinente entonces validar las diferentes tecnologías que se utilizan en las zonas productoras de cacao. Donde han sido desarrolladas tecnologías de fermentación en cajón, saco y ruma; de igual modo el secado solar se realiza en lozas de cemento, secadores de madera, secadores de calamina, secadores de mica y secado en manta (Rios-Jara & Lévano-Rodríguez, 2022). Además, en su mayoría aplican conocimientos tradicionales o empíricos para determinar el porcentaje óptimo de fermentación y secado.

El presente estudio evaluó las tecnologías aplicadas en el proceso de fermentación y secado de cacao en las áreas de producción en la región Madre de Dios, Perú. Ya que como evidencia la literatura, los productores de cacao, en especial de baja y mediana escala y de zonas rurales, desconocen los parámetros, protocolos y/o tratamientos estandarizados para la fermentación y secado del cacao, que afectan el rendimiento y calidad del grano, limitando su comercialización (Carrión-Astudillo et al., 2021; Mackay-Castro et al., 2019).

El objetivo del estudio fue evaluar las tecnologías de fermentación y secado del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y criollo que aseguren la calidad del cacao beneficiado. De esta manera determinar cuál es el tipo de cacao que presenta mejores características organolépticas para su procesamiento en la industria mantequera y chocolatera, de acuerdo a los estándares del mercado (requisitos de calidad del cacao beneficiado). Bajo esta perspectiva, el trabajo pretende contribuir al bienestar socioeconómico de los productores cacaoteros.

2. Materiales y métodos

Tipo y diseño de estudio.

Realizamos un estudio experimental del tipo cuantitativo y cualitativo (mixto). Asimismo, empleamos un diseño de bloques con arreglo factorial de tres factores con sus respectivos niveles siendo del tipo 2A×2B×2C. Para el análisis estadístico utilizamos el paquete de IBM-SPSS-Statistics v.23; y para la prueba discriminativa, empleamos el método de Tukey a un nivel de significancia del 5% (Tabla 1 y 2).

Tabla 1. Matriz general del diseño experimental de tratamientos

| BLOQUE | Factor A: Tipo de Cacao | | | | | | | |
|-----------|-------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | a1: CCN-51 | | | | a2: Criollo | | | |
| | Factor B: fermentación | | | | | | | |
| | b1: F cajón | | b2: F saco | | b1: F cajón | | b2: F saco | |
| | Factor C: Secado | | | | | | | |
| | c1: S madera | c2: S manta | c1: S madera | c2: S manta | c1: S madera | c2: S manta | c1: S madera | c2: S manta |
| c1: SSM | c2: SSM1 | c1: SSM | c2: SSM1 | c1: SSM | c2: SSM1 | c1: SSM | c2: SSM1 | |
| BLOQUE I | a1,b1,c1 | a1,b1,c2 | a1,b1,c1 | a1,b1,c2 | a1,b1,c1 | a1,b1,c2 | a1,b1,c1 | a1,b1,c2 |
| BLOQUE II | a1,b1,c1 | a1,b1,c2 | a1,b1,c1 | a1,b1,c2 | a1,b1,c1 | a1,b1,c2 | a1,b1,c1 | a1,b1,c2 |
| BLOQUE II | a1,b1,c1 | a1,b1,c2 | a1,b1,c1 | a1,b1,c2 | a1,b1,c1 | a1,b1,c2 | a1,b1,c1 | a1,b1,c2 |

Tabla 2. Resumen de tratamientos

| Tratamientos | Descripción |
|---------------|---|
| T1: a1,b1,c1 | cacao CCN-51; F cajón; secado solar en secador de madera |
| T2: a1,b1,c2 | cacao CCN-51; F cajón; secado solar en manta |
| T3: a1,b2,c2 | cacao CCN-51; F saco; secado solar en secador de madera |
| T4: a1,b2,c2 | cacao CCN-51; F saco; secado solar en manta |
| T5: a2,b1,c1 | cacao Criollo; F cajón; secado solar en secador de madera |
| T6: a2,b1,c2 | cacao Criollo; F cajón; secado solar en manta |
| T7: a2,b2,c1. | cacao Criollo; F saco; secado solar en secador de madera |
| T8: a2,b2,c2 | cacao Criollo; F saco; secado solar en manta |

Población y muestra.

La población estuvo conformada por la producción de 5 ha de cacao CCN-51 (3 000 kg) y 5 ha de cacao Criollo (1 600 kg), procedentes de los productores de la provincia de Tambopata, distrito de Inambari. La cantidad de muestra tomada fue de acuerdo a las tablas de la NTP ISO 2859-II, que es de 3 ha (3 productores), del cual se extrajo 150 kg de almendras frescas de los tipos de cacao analizados.

Desarrollo del proceso experimental.

La etapa de experimentación fue desarrollada en dos etapas: 1) correspondió al proceso de fermentación del cacao del tipo CCN-51 y cacao criollo, aplicando dos tipos de tecnologías (fermentación en cajón y fermentación en sacos); 2) proceso de secado solar del grano de cacao fermentado del tipo CCN-51 y cacao criollo, aplicando dos tipos de tecnologías (secador solar en material de madera y secador solar tipo manta).

Controles realizados.

Controlamos la temperatura de la masa de cacao empleando un termómetro de mercurio tres veces por día (08 h, 12 h y 16 h), mediante un muestreo a 0,10 m, 0,20 m, y 0,45 m de profundidad. Asimismo, determinamos el valor del pH en 10 almendras de cacao con un peachímetro. El primer paso fue separar la testa del cotiledón, luego tanto el cotiledón como la testa, de forma individual fueron triturados utilizándose para ello una licuadora, al que se le agregó 100 ml de agua pura por un tiempo de 2 a 3 minutos. Esta variable fue tomada tanto al principio y al final de la fermentación como también en la etapa de secado.

Al término del proceso de fermentación efectuamos la medición del grado de fermentación, categorizándolo en: grano de buena fermentación, grano ligeramente fermentado, grano violeta, grano pizarroso, grano mohoso, grano defectuoso, esto fue realizado a través de una evaluación sensorial y tablas de clasificación estandarizadas para cacao.

El porcentaje de fermentación fue determinado utilizando la técnica “prueba de corte” (Moreno & Sánchez, 1989), que consistió en partir longitudinalmente 100 almendras secas al azar. La prueba de corte consiste en un análisis físico subjetivo en el cual identificamos el estado de fermentación mediante el corte transversal de las semillas de cacao criollo y CCN-51, clasificándolos por estructura física, color y adhesión de cascarilla y determinando la presencia de un exudado de color vinoso que indica la muerte del embrión de los granos (Tabla 3).

Tabla 3. Escala de medición del grado de fermentación

| Características del grano | Escala | Niveles de fermentación | Símbolo |
|------------------------------|--------|-------------------------------|---------|
| Presencia de líquido vinoso | 8 | Grano bien fermentado | Bf |
| Presencia de color de marrón | 5 | Grano fermentado | F |
| Presencia de color violeta | 2 | Grano parcialmente fermentado | Fp |
| Presencia de color de gris | 1 | Grano mal fermentado | Mf |

Fuente: Tomado de Ramos et al. (2000).

Análisis fisicoquímicos

Realizamos los análisis fisicoquímicos a los granos fermentados y secos, según los protocolos de la AOAC Internacional (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales) y las normas técnicas peruanas.

3. Resultados y discusión

3.1. Evaluación del proceso de fermentación

La Tabla 4 muestra los resultados del proceso de fermentación del cacao CCN-51 y criollo, fermentados en cajón y saco. En promedio el cacao CCN-51 fermentado en cajón presentó un valor de 23% de granos de cacao bien fermentados y 42% granos de cacao fermentados, en lo referente a fermentación por sacos se obtuvo 13% de granos bien fermentado y 35% granos fermentados. La fermentación del cacao Criollo en cajón resultó 33% de granos bien fermentado y 47% de granos fermentados y en los cacaos fermentados en saco se obtuvo 18% de granos bien fermentado y 33% de granos fermentados. En este proceso el cacao Criollo fermentado en cajón tuvo mayor porcentaje de fermentación.

Tabla 4. Resultados del proceso de fermentación de cacao CCN-51 y Criollo, fermentados en cajón de madera y saco

| Condición | Grado de Fermentación | Valor | % |
|----------------------------------|-------------------------------|-------|----|
| Fermentación en cajón CCN-51 | Grano bien fermentado | 14 | 23 |
| | Grano fermentado | 25 | 42 |
| | Grano parcialmente fermentado | 19 | 32 |
| | Grano mal fermentado | 2 | 3 |
| Fermentación en saco CCN-51 | Grano bien fermentado | 8 | 13 |
| | Grano fermentado | 21 | 35 |
| | Grano parcialmente fermentado | 26 | 43 |
| | Grano mal fermentado | 5 | 8 |
| Fermentación en cajón Criollo | Grano bien fermentado | 20 | 33 |
| | Grano fermentado | 28 | 47 |
| | Grano parcialmente fermentado | 9 | 15 |
| | Grano mal fermentado | 3 | 5 |
| Fermentación en saco Criollo | Grano bien fermentado | 11 | 18 |
| | Grano fermentado | 20 | 33 |
| | Grano parcialmente fermentado | 24 | 40 |
| | Grano mal fermentado | 5 | 8 |

La fermentación en saco no es aconsejable, ya que resulta ser un proceso de fermentación disparejo, donde existe bajo nivel porcentual de granos fermentado y con ello alto porcentaje de

granos defectuosos, este tipo de tecnología posee gran dificultad y se debe a que los poros que son responsables de permitir tanto la entrada de aire como la salida del calor, no retienen el calor requerido (Subprograma de Cooperación Técnica., 2001).

En la fermentación con cajones se pueden llegar a temperaturas en la masa que se aproximan a los 50 °C. Cuando la temperatura alcanza los 45 °C, se produce la muerte de los embriones de la semilla, y ese momento marca el comienzo de una serie de cambios bioquímicos que luego producirán el sabor y el aroma a chocolate (Gaitan, 2005).

La Tabla 5 evidencia el análisis de los estadísticos descriptivos del grado de fermentación según tipo de cacao y tipo de fermentador. En promedio, para la fermentación en cajón de madera se encontró 5,28 grado de fermentación para el cacao criollo y 4,62 grado de fermentación para el cacao CCN-51. Esto indica que existe variación y el de mejor comportamiento en la fermentación es el cacao Criollo. En cuanto a la media entre el Criollo fermentado en cajón versus saco, los valores fueron 5,28 y 3,98 respectivamente, apreciándose que el método de fermentación donde se hace uso de cajón de madera es mejor que el método de fermentación en saco, este comportamiento es similar en el caso del cacao CCN-51.

Tabla 5. Análisis de los estadísticos descriptivos del proceso de fermentación del cacao CCN-51 y Criollo

| Estadísticos descriptivos | | | | | | |
|---------------------------|---------------------|----|-----------------------------|-----------------------|--|--|
| Tipo de cacao | Tipo de fermentador | N | Media grado de fermentación | Desviación estándar % | | |
| CCN-51 | Cajón de madera | 60 | 4,62 | 2,3 | | |
| | Saco | 60 | 3,80 | 2,2 | | |
| Criollo | Cajón de madera | 60 | 5,28 | 2,3 | | |
| | Saco | 60 | 3,98 | 2,4 | | |

El análisis de varianza (Tabla 6) del proceso de fermentación, existiendo interacción entre el tipo de cacao (Criollo y CCN-51) y las técnicas de fermentación (fermentación en cajón de madera y fermentación en saco) (p -valor = 0,02; < 0,05). Por lo tanto, se afirma que el uso de tecnologías de fermentación tipo cajón de madera y saco afectan el rendimiento y calidad de los granos de cacao criollo y CCN-51. En lo referente a la interacción con los bloques no se encontró interacción y tampoco diferencia significativa entre los bloques (p -valor > 0,05).

Tabla 6. Análisis de varianza del proceso de fermentación del cacao CCN- 51 y Criollo

| Pruebas de efectos inter-sujetos | | | | | |
|---|-------------------|-----|------------------|--------|---------|
| Variable dependiente: Grado de fermentación | | | | | |
| Origen | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Modelo corregido | 107,54 | 11 | 9,78 | 1,79 | 0,570 |
| Intersección | 4688,92 | 1 | 4688,92 | 857,35 | < 0.001 |
| Cacao * Fermentador | 81,31 | 3 | 27,10 | 4,96 | 002 |
| Cacao * Fermentador *Bloque | 25,95 | 8 | 3,24 | 593 | 0,783 |
| Error | 1246,96 | 228 | 5,47 | | |
| Total | 6045,00 | 240 | | | |
| Total corregido | 1354,49 | 239 | | | |

Al existir dos niveles por cada factor (tipo de cacao y tipo de fermentadores), no se realizaron las pruebas de *Post Hoc* de Tukey afín de determinar el mejor tratamiento, por lo que a través de una gráfica de medias se puede visualizar el mejor tratamiento (Figura 1), donde el mejor resultado

de grado de fermentación es del cacao criollo fermentado en cajón de madera con una media de 5,28, seguido del cacao CCN-51 fermentado en cajón de madera con una media de 4,62.

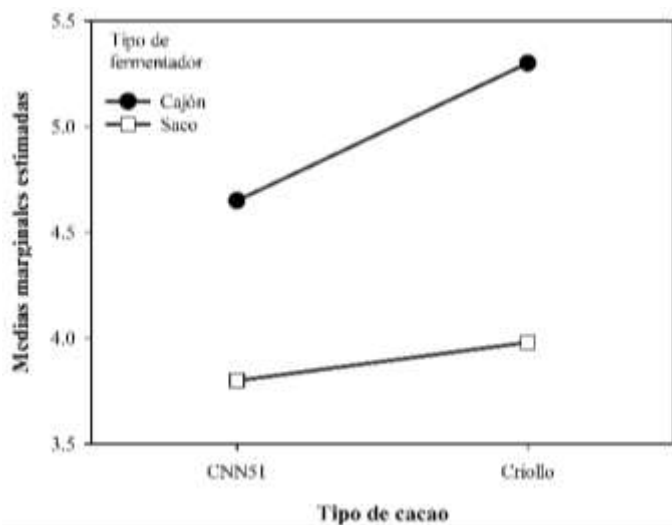


Figura 1. Análisis gráfico de medias marginales estimadas del grado de fermentación del cacao CCN-51 y criollo, fermentado en cajón y saco.

3.2. Evaluación del proceso de secado

La Tabla 7 evidencia los resultados del análisis de varianza de los factores de estudio: cacao/fermentación/secado/grano (nivel de fermentación final). El nivel de fermentación final después del secado se midió en valores porcentuales de: almendras fermentadas, almendras parcialmente fermentadas, granos violetas, granos pizarrosos, almendras defectuosas y almendras mohosas.

Tabla 7. Análisis de varianza del efecto inter-sujetos en el proceso de secado del cacao CCN-51 y Criollo.

| Pruebas de efectos inter-sujetos | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|----|------------------|----------|---------|
| Variable dependiente: Grado de fermentación | | | | | | |
| Fermentación | Origen | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Cajón | Modelo corregido | 49868,67 | 23 | 2168,20 | 1279,59 | < 0.001 |
| | Intersección | 20000,00 | 1 | 20000,00 | 11803,28 | < 0.001 |
| | Cacao × Fermentación × Secado × Grano | 49868,67 | 23 | 2168,20 | 1279,59 | < 0.001 |
| | Error | 81,33 | 48 | 1,69 | | |
| | Total | 69950,00 | 72 | | | |
| | Total corregido | 49950,00 | 71 | | | |
| Saco | Modelo corregido | 28744,00 ^b | 23 | 1249,74 | 263,10 | < 0.001 |
| | Intersección | 20000,00 | 1 | 20000,00 | 4210,53 | < 0.001 |
| | Cacao × Fermentación × Secado × Grano | 28744,00 | 23 | 1249,74 | 263,10 | < 0.001 |
| | Error | 228,00 | 48 | 4,750 | | |
| | Total | 48972,00 | 72 | | | |
| | Total corregido | 28972,00 | 71 | | | |

a. R al cuadrado = 0,998 (R al cuadrado ajustada = 0,998)
b. R al cuadrado = 0,992 (R al cuadrado ajustada = 0,988)

Según la Tabla 7, la interacción fue significativa (p -valor < 0.05), lo cual permitió afirmar que el uso de tecnologías de secado solar en madera y secado en manta influyen en la calidad del grano

de cacao beneficiado. Por otra parte, la media de cacao criollo fermentado en cajón de madera y secado en secador de madera tuvieron un promedio de 80% de almendras fermentadas, mientras que el cacao CCN-51 66%. Los resultados se encuentran dentro de los rangos fermentación de la norma NTP ISO 2451.

En referencia a la investigación de Vidal (1996), el secado del cacao es una etapa mediante el cual las almendras terminan perdiendo su contenido de humedad que poseían en exceso, y en referencia al secado natural del cacao, este termina completando su índice de fermentación. Durante este proceso se necesita que el producto alcance una humedad de 7% u 8%. A pesar de ello, se ha evidenciado que al obtener una humedad inferior al 7%, los inconvenientes de condensación y por consiguiente la presencia de moho, disminuyen casi en su totalidad. De acuerdo a los análisis realizados a los granos de cacao se obtuvo un nivel de humedad de 7.1%.

De acuerdo a la norma técnica peruana existen tres niveles de calidad de grano de cacao, el nivel especial con un 80% de fermentación, el Grado 1 con 74% de fermentación, el Grado 2 con 65% de fermentación y el CTE con menor del 65%, según la NTP ISO 2451, los valores obtenidos en el presente trabajo cumplen con las normas técnicas.

El objetivo principal durante el secado del cacao es culminar desarrollando el sabor a chocolate que se inició desde la fase de fermentación (Enríquez, 1995). Por consiguiente, si es realizado incorrectamente, el proceso de fermentación es desestimado, debido a que los granos no obtienen la calidad deseada (Rincon, 1999).

El mejor comportamiento en la interacción (cacao × fermentado × secado × grano) (Figura 2), medido en porcentaje de almendras fermentadas, fue del cacao criollo fermentado en cajón de madera y secado en secador de madera. Del mismo modo, el cacao Criollo fue mejor secado en manta, con respecto al cacao CCN-51.

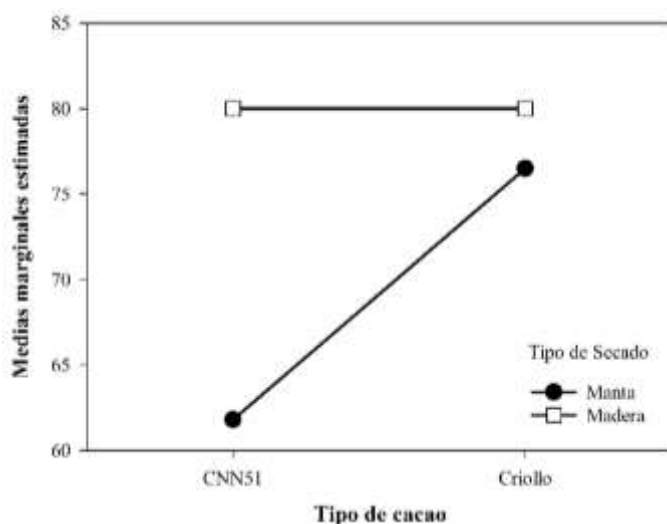


Figura 2. Análisis gráfico de medias del proceso de secado del cacao CCN-51 y Criollo

3.3. Caracterización fisicoquímica del grano cacao beneficiado

La Tabla 8 contiene los resultados del análisis proximal del cacao, donde el cacao obtuvo 37,7% de contenido de grasa, una humedad de 7,1%, valores que demuestran que el cacao cumple con el contenido de valores exigidos por el mercado. En esta etapa, el producto debe tener un nivel de humedad entre 7% a 8%. Sin embargo, se ha descubierto que conseguir un nivel de humedad inferior al 7% reduce los problemas de condensación y, por tanto, la presencia de moho prácticamente en su totalidad (Vidal, 1996).

Tabla 8. Resultados del análisis proximal del cacao fermentado y secado

| Nº | Componente | Resultados |
|----|---------------------------------------|---------------|
| 1 | Grasa (g/100 de muestra) | 37,7 |
| 2 | Humedad (g/100 de muestra) | 7,1 |
| 3 | Acidez Total (g/100 g de muestra) | 1,84 |
| 4 | Proteínas (g/100 de muestra) | 14,3 |
| 5 | Carbohidratos (g/100 de muestra) | 37,6 |
| 6 | Cenizas (g/100 g de muestra) | 3,3 |
| 7 | Energía Total (Kcal/100 g de muestra) | 546,9 |
| 8 | % Kcal proveniente de carbohidratos. | 150,4 |
| 9 | % Kcal proveniente de grasas. | 339,3 |
| 10 | % Kcal proveniente de proteínas. | 57,2 |
| 11 | Cadmio (mg/kg de muestra) | No detectable |

4. Conclusiones

De acuerdo a los resultados de la investigación, se concluye que la mejor tecnología de beneficio de cacao es la fermentación en cajón de madera × secado en secador de madera. El cacao que mejor se comporta en el proceso de fermentación y secado es el criollo, con el cual se alcanza hasta el 80% de grado de fermentación.

Financiamiento

El trabajo de investigación no recibió financiamiento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no incurren en conflicto de intereses.

Contribución de autores

G-P, R. y G-F, G.: conceptualización, análisis formal, investigación, escritura (preparación del borrador final).

C-P, M.: metodología, investigación, curación de datos, redacción (revisión y edición).

Referencias bibliográficas

- Alvarado, M., Portillo, E., Boulanger, R., Bastide, P., & Macia, I. (2020). Efecto del tratamiento poscosecha en los polifenoles del cacao de Biscucuy y Chabasquén, estado Portuguesa. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 37(1), 224-228. <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/33089>
- Cabanillas-Pardo, L. (2021). *Dispositivo electrónico basado en sensores y su influencia en el monitoreo en tiempo real de la fermentación del grano de cacao en la Cooperativa Agraria Allima Cacao Ltda* [Tesis de grado]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de San Martín. <http://hdl.handle.net/11458/4257>
- Carrión-Astudillo, J., Álvarez-Gavilanes, J., & Olivo-Olivo, M. (2021). Calidad en los procesos de comercialización de cacao en marco de emergencia sanitaria COVID 19. *CIENCIAMATRIA*, 7(12), 97-123. <https://doi.org/10.35381/cm.v7i12.422>
- Castebianco, J. (2018). Técnicas de remediación de metales pesados con potencial aplicación en el cultivo de cacao. *La Granja*, 27(1), 21-35. <https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.02>

- Enríquez, G. (1995). *Beneficio del cacao*. INIAP. Ecuador.
- Gaitan, T. (2005). *Cadena del cultivo de cacao con potencial exportador*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA, Nicaragua.
- García-Carrion, L. (2008). *Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú*. Mincetur.
- Mackay-Castro, R., Pino Moran, F., & Silva Idrovo, R. (2019). Cadena productiva: productividad e innovación en Pymes, de la ciudad de Guayaquil. *Universidad y Sociedad*, 11(2), 148-152. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1166>
- Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. (2018). *La producción de cacao en el Perú*. Diario El Comercio.
- Moreno, L., & Sánchez, J. (1989). *Beneficio del cacao*. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/11663>
- Orna Chávez, J. E., Chuquín, N., Saquinga, L., & Cueva, O. (2018). Diseño y construcción de una secadora automática para cacao a base de aire caliente tipo rotatorio para una capacidad de 500 kg. *Enfoque UTE*, 9(2), 159-174. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n2.185>
- Ramos, G., Ramos, P., & Azocar, A. (2000). *Beneficio del cacao, manual del productor de cacao*. Merida, Venezuela.
- Rincon, S. O. (1999). *Manual del cacaotero*. Cenicafe. Colombia.
- Ríos-Jara, J., & Lévano-Rodríguez, D. (2022). Importancia de los dispositivos usados en la fermentación de Cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista agrotecnológica amazónica*, 2(1), e281. <https://doi.org/10.51252/raa.v2i1.281>
- Santacruz-Terán, S., & Mantuano-Morán, W. (2021). Efecto del procesamiento de cacao negro en el contenido y actividad antioxidante de compuestos fenólicos. *Revista ESPAMCIENCIA*, 12(1), 41-45. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i1.221
- Subprograma de Cooperación Técnica. (2001). *Préstamos BID / MAG 31/OCy832/OC-EC*.
- Vidal, C. (1996). *Manejo de cacao*. Centro de propagación de cacao.