

Artículo original / Original article

Beneficio del cacao clones CCN-51, ICS-39 y cacao Nativo (*Theobroma cacao L.*)

Benefit of cacao clones CCN-51, ICS-39 and Native cacao (*Theobroma cacao L.*)

Chávez-Salazar, Ángel [ID 0000-0001-7430-2181]¹; Cueva-Benavides, Armando [ID 0000-0003-3422-3176]¹;
Muñoz-Delgado, Víctor [ID 0000-0002-9693-8591]¹; Document-Petrlik, Karen [ID 0000-0001-9545-7561]¹;
Vidaurre-Rojas, Pierre [ID 0000-0002-2727-3717]¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

✉ pvidaurre@unsm.edu.pe

Recibido: 26/10/2021;

Aceptado: 30/11/2021;

Publicado: 20/01/2022

Resumen: Se determinaron el efecto del escaldado a 90 °C por 5 min, la fermentación y tres métodos de secado (secado solar, secado con flujo de aire caliente y expuesto al sol), sobre la conservación del contenido de polifenoles totales en granos de cacao clones CCN-51, ICS-39 y cacao Nativo (*Theobroma cacao L.*). Se aplicó un DCA con pruebas de Tukey para los tratamientos con diferencia significativa para $p < 0.05$. Los resultados evidencian mayor conservación de los polifenoles en los granos de cacao del clon CCN-51 y cacao Nativo escaldados y secados con flujo de aire caliente, estos presentaron de 80.6% y 84.4% respectivamente. Asimismo, se alcanzó el menor grado de conservación de los polifenoles en los granos de cacao del clon ICS-39 y cacao Nativo (*Theobroma cacao L.*) en el proceso de fermentado con secado directo al sol con 43.83% y 45% respectivamente, cuantificado por el método de Folin Ciocalteu utilizando espectrofotómetro Genesys a una longitud de onda de 700 nm. El escaldado y secado con flujo de aire caliente presentaron mayor conservación de polifenoles totales en granos de cacao Nativo (79.25%) y en CCN-51 (77.33%). Se concluye que el mejor tratamiento para la conservación de fenoles totales, es escaldado a 95 °C por 5 min, secado en flujo de aire caliente a 55 °C para granos de cacao CCN-5 (11.69 g EAG/100 g) y en cacao ICS-39 (11.68 g EAG/100 g); y para el cacao Nativo (7.093 g EAG/100 g) escaldado y secado directo al sol.

Palabras clave: escaldado; fermentación; inactivación; polifenoles

Abstract: The effect of blanching at 90 °C for 5 min, fermentation and three drying methods (solar drying, drying with hot air flow and exposed to the sun), on the conservation of the total polyphenol content in cocoa beans clones were determined. CCN-51, ICS-39 and Native cacao (*Theobroma cacao L.*). A DCA with Tukey's tests was applied for the treatments with significant difference for $p < 0.05$. The results show greater conservation of polyphenols in cocoa beans of clone CCN-51 and Native cocoa (*Theobroma cacao L.*) blanched and dried with hot air flow, these presented 80.6% and 84.4% respectively. Likewise, the lowest degree of conservation of polyphenols was achieved in the cocoa beans of the ICS-39 clone and Native cocoa in the fermentation process with direct sun drying with 43.83% and 45% respectively, quantified by the Folin Ciocalteu method using Genesys spectrophotometer at a wavelength of 700 nm. Blanching and drying with hot air flow showed greater conservation of total polyphenols in Native cocoa beans (79.25%) and in CCN-51 (77.33%). It is concluded that the best treatment for the conservation of total phenols is blanching at 95 °C for 5 min, drying in a hot air flow at 55 °C for CCN-5 cocoa beans (11.69 g EAG/100 g) and in ICS-39 cocoa (11.68 g EAG/100 g); and for Native cocoa (7.093 g EAG/100 g) blanched and dried directly in the sun.

Keywords: scalding; fermentation; inactivation; polyphenols

Cómo citar / Citation: Chávez-Salazar, A., Cueva-Benavides, A., Muñoz-Delgado, V., Document-Petrlik, K. & Vidaurre-Rojas, P. (2022). Beneficio del cacao clones CCN-51, ICS-39 y cacao Nativo (*Theobroma cacao L.*). *Revista agrotecnológica amazónica*, 2(1), e255. <https://doi.org/10.51252/raa.v2i1.255>

I. Introducción

Las semillas de cacao (*Theobroma cacao L.*) presentan elevado contenido energético y son fuentes de vitaminas, minerales y antioxidantes, por lo que se han considerado como un superalimento dado a su capacidad antioxidante y contenido de polifenoles beneficiosos para la salud humana. Es por ello que su cultivo y comercialización se ha extendido a nivel mundial (López Medina & Gil Rivero, 2017)(Waizel-Haiat et al., 2012).

En este sentido, el estudio del cacao y sus derivados ha suscitado actualmente gran interés entre los científicos, y es considerado para su uso como alimento funcional en la prevención y/o la prevención de enfermedades cardiovasculares y patologías asociadas al estrés oxidativo (Ibero-Baraibar et al., 2017)(Pascual et al., 2009)(Perea-Villamil et al., 2009).

Los polifenoles pueden actuar de manera beneficiosa sobre numerosas patologías, poseen efectos vasodilatadores, antitrombóticos, antiinflamatorios y anti apoptóticos (tipo de muerte celular)(Ordoñez et al., 2019). Según datos de la OMS (2014), las enfermedades cardiovasculares fueron la causa principal de defunción por enfermedades no transmisibles en el año 2012 y fueron responsables de 17,5 millones de fallecimientos, o el 46% de las muertes por enfermedades no transmisibles. De estas muertes, se estima que 7.4 millones se debieron a ataques cardíacos (cardiopatía isquémica) y 6.7 millones a accidentes cerebrovasculares.

En el Perú se cultiva el cacao para la producción de chocolate y sus derivados por su importante nivel de producción; sin embargo, en la poscosecha o beneficio, durante la fermentación y secado hay pérdida no cuantificadas del contenido de polifenoles totales y se complican por técnicas no adecuadas de control, manipulación y/o condiciones no aptas de almacenamiento, por consiguiente, una variabilidad de producción y los agricultores entregan granos no estandarizados. La pérdida es mayor a medida que se alarga las operaciones de beneficio en el tiempo (Del Rosario Castro et al., 2017).

Durante la fermentación de los granos de cacao, los polifenoles se difunden desde los compartimientos celulares y se oxidan para producir taninos insolubles de alto peso molecular. Las reacciones de oxidación son catalizadas por la enzima polifenol oxidasa, no obstante, esta enzima es fuertemente inactivada durante el primer día de fermentación pasando de una actividad enzimática del 50% al 6% durante los días 1 y 2, la ocurrencia de las reacciones de condensación es confirmada por la disminución drástica en el contenido de epicatequina, durante el segundo y tercer día de la fermentación (Silva et al., 2016).

Otro aspecto relevante del secado es que continúa la fase oxidativa iniciada en la fermentación y se completa la formación de los compuestos del aroma y sabor. Además, en esta etapa ocurre el desarrollo de los pigmentos de color marrón a partir de los compuestos fenólicos (Efraim et al., 2010).

Este trabajo busca determinar el efecto del escaldado a 90 °C por 5 min, la fermentación y tres métodos de secado, sobre la conservación del contenido de polifenoles totales en granos de cacao clones CCN-51, ICS-39 y cacao Nativo (*Theobroma cacao L.*), procedente de la región de San Martín – Perú. El cacao CCN-51 contiene aproximadamente 12% a 16% de polifenoles totales, mientras que un grano de cacao estándar presenta entre un 3% a 5% (Quiñones Téllez, 2010)(Vera Chang et al., 2021).

2. Materiales y métodos

Lugar de estudio y materia prima

Los análisis físicos químicos de las muestras se realizaron en los laboratorios de Investigación de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, ubicado en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto. Se utilizaron 280 kg de granos en baba de cacao como unidad de análisis de los tipos CCN-51, ICS-39 y Cacao Nativo (*Theobroma cacao L.*).

Materiales y equipos

Se emplearon: tijera cosechadora, podón (pico de loro), machete sin filo, baldes de plástico, bolsas plásticas, cajón fermentador de madera (0.5 m x 0.4 m x 0.6 m), costal de yute, paletas de madera, rastrillo de madera, cuchilla, plumón, lápices, cinta maskin tape. Material de vidrio y accesorios de laboratorio necesarios para análisis.

Reactivos y soluciones

Se utilizaron: Ácido clorhídrico (HCl) (Merk) pureza 36.5 %; ácido gálico (C₇H₆O₅) al 98.1% Sigma Aldrich; cloruro de potasio (KCl) (sigma) pureza 99.5%; acetato de sodio (CH₃COONa) (Merk) pureza 99%; Folin–ciocalteu' sphenolreagent, 2N Sigma Aldrich; carbonato de sodio (Na₂CO₃) p.a. ISO. Scharlau; metanol al 99% de pureza; etanol al 99.99% Merck KGaA; agua destilada desionizada (H₂O_{dd}) y cloroformo 99.8% marca Merck. Germany, Fenoltaleína 0.1%, NaOH al 0,1N, Alcohol etílico y éter dietílico.

Determinación de polifenoles totales

Los granos en baba fueron separados manualmente de la cascara y el mucilago de las almendras, así como los granos fermentados; luego secadas mediante liofilización, y los granos secos fueron descascarillados de forma manual, para la obtención de las almendras. Posteriormente, las muestras se desagregaron por el método de Folch (Santana Brum et al., 2009) y se molieron utilizando un mortero y pilón, para reducir el tamaño de partícula. Seguidamente, se tomó una muestra de 20 g y se maceró por 24 h en 50 mL de solvente (1:2 v/v. metanol y cloroformo), en agitación, luego se filtró y separó la torta de la grasa; la torta fue secado en estufa a 45 °C/15 min para evaporar el solvente y las muestras de cacao desengrasadas fueron envasados en frascos de vidrio de color ámbar.

Se pesaron 3 g de muestra desengrasada, luego se enrasó a 30 mL de solución hidroalcohólica (50/50 v/v agua: etanol) y se transfirió en frascos de color ámbar, se tapó herméticamente y se realizó una extracción asistida mediante ultrasonido por 50 min a 50 °C, se filtró y se almacenó a -18 °C en frascos de color ámbar. Se aplicó el método espectrofotométrico desarrollado por Folin Ciocalteu et al. (1927), reportado por Sandoval et al. (2002).

Se preparó una solución de 100 mg/mL de ácido gálico a una concentración de 2 mg/mL, a partir de ello se prepararon diluciones con concentraciones siguientes: 0.0625; 0.1250; 0.25; 0.50 y 1.00 mg/mL, cada dilución se preparó por triplicado. Primero se agregó a cada tubo 1580 µL de agua desionizada, 20 µL de muestra control y estándares (ácido gálico), para el control se adicionó 20 mL de agua desionizada; se homogenizó ligeramente, luego se agregó 100 µL de solución de fenol Folin Ciocalteu, se incubó por 1 minuto a temperatura ambiente; se neutralizó la reacción agregando 300 µL de Na₂CO₃ al 20 por ciento y finalmente se incubó por 2 horas

a temperatura ambiente y en oscuridad, transcurrido ese tiempo se realizó la lectura en espectrofotómetro UV/VIS a 700 nm; con los resultados se determinó la concentración respecto a absorbancia.

Considerando el extracto hidroalcohólico 100 mg/mL (filtrado y centrifugado 10000 rpm/10 min a 4 °C), se realizó la dilución del extracto de acuerdo a la concentración encontrada, con 3 repeticiones por tratamiento, se adicionaron en los tubos de ensayos para cada tratamiento 1580 µL de agua desionizada, 20 µL de extracto diluido, 100 µL de fenol Folin Ciocalteu y finalmente 300 µL de Na₂CO₃ al 20 por ciento y se incubaron por 2 h a temperatura ambiente y oscuridad, luego se realizó la lectura en espectrofotómetro UV/VIS a una longitud de onda de 700 nm.

Las absorbancias obtenidas fueron reemplazadas en la ecuación de la curva estándar y expresadas en equivalente de ácido gálico (g EAG/100 g muestra).

Metodología

Cosecha. Se realizó cuando el fruto o mazorca estaba maduro, teniendo en cuenta las recomendaciones de Arciniegas Leal (2005) e Indecopi (2008), que consideran lo siguiente: La madurez de la mazorca se logra apreciando el cambio de pigmentación de verde al amarillo o rojo fuerte, al golpear los frutos con los dedos de la mano, produce un sonido hueco siendo señal de que el fruto está maduro y se encuentra en condiciones óptimas para realizar la cosecha

Selección. Se separaron aquellas mazorcas secas, dañadas o en proceso de descomposición y con enfermedades, estas fueron recogidas y tratadas adecuadamente mediante un proceso de compostaje (Crespo, 1997)(Cubillos et al., 2008).

Quebra y separación. Se realizó con el objetivo de extraer las almendras de la placenta, se realizó utilizando un machete sin filo mediante un corte diagonal y teniendo cuidado de no causar heridas a las almendras. Se extrajeron los granos de cacao con los dedos, evitando ensuciarlos con hojas u otro tipo de impurezas (Cubillos et al., 2008).

Fermentado. Con el objetivo de lograr el cambio fisicoquímico y sensorial de la semilla de cacao se realizó el fermentado en fermentadores especiales (cajas de madera) tal como lo recomiendan Cubillos et al. (2008) y Fedecacao (2004).

Secado. Se realizó con el objetivo de reducir el contenido de agua en el grano, y de este modo evitar el deterioro microbiológico, logrando la estabilidad de la semilla de cacao, así mismo sirve para la formación de los precursores del sabor y aroma. Se debe llevar hasta 7 - 7,5 por ciento de humedad (Cubillos et al., 2008).

Empacado. Los granos secos y previamente enfriados a temperatura ambiente fueron empacados en sacos de yute.

Almacenado. Se almacenó en un ambiente desinfectado, ventilado, exento de olores extraños provenientes de pesticidas, petróleo, libre de materias extrañas; sobre parihuelas, de baja humedad relativa.

Métodos de análisis

Se tomó 500 g de muestra de los granos de cacao fresco (T1) por cada repetición (tres) o lote de cosecha. Finalizada la fermentación, se tomaron muestras que fueron analizadas por: color,

pH, acidez titulable, sólidos solubles y contenido de polifenoles. El muestreo para cacao a granel se realizó de acuerdo a lo establecido por (INACAL, 2016).

La mejor muestra obtenida en la fermentación, fue sometido a tres tipos de secado: Secado directo al sol, en secador solar y en un secador con flujo de aire a 55 °C, cuyo objetivo fue determinar la influencia del método de secado en el contenido de polifenoles totales. El secado terminó cuando la humedad final en las muestras reportó 7.0% a 7.5%.

Metodología experimental

Los granos de cacao fueron fermentados y escaldados. Este proceso consistió en aplicar a las muestras (20 Kg) de granos de cacao por cada clon CCN-51, ICS-39 y cacao Nativo (*Theobroma cacao L.*) por triplicado a fermentación (180 kg) y a escaldado (180 Kg). Los mismos que se fueron secados aplicando tres métodos de secado (Secado directo al sol, Secado en secador solar y Secado en secador con flujo de aire caliente a 55 °C). Los granos secos y previamente enfriados fueron empacados en sacos de yute, y se almacenaron en un ambiente libre de humedad y ventilado.

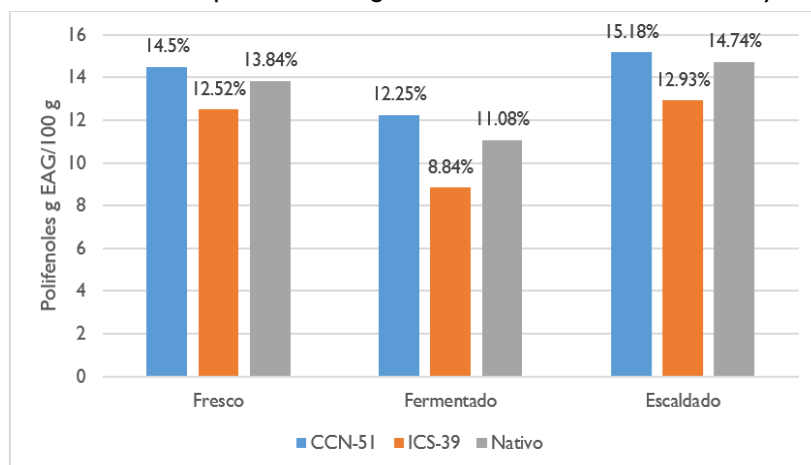
Diseño y análisis estadístico

Con la finalidad de evaluar el efecto de la inactivación de la polifenol oxidasa mediante el escaldado a 95 °C y los métodos de secado (secado directo al sol, secado en secador solar y secado en secador con flujo de aire caliente a 55 °C), sobre la conservación de los polifenoles totales inicial en los granos frescos de cacao, de cada lote tanto durante la fermentación y expuesto a cada método de secado, se extrajeron muestras periódicamente hasta llegar a la humedad comprendida entre 7.0% y 7.5 %, para evaluar la pérdida del contenido de polifenoles totales.

Para decidir sobre el efecto de la inactivación enzimática y el mejor método de secado, los resultados del contenido de polifenoles totales fueron evaluadas mediante el análisis estadístico DCA con pruebas de Tukey para los tratamientos con diferencia significativa para $p < 0.05$.

3. Resultados y discusión

En la figura 1 se observa que la media del contenido de polifenoles totales en cacao fresco en los clones CCN-51, ISC-39 y cacao Nativo fue 14.5 g, 12.52 g y 13.84 g EAG/100 g respectivamente. Luego del proceso de fermentación, el contenido de polifenoles totales en los clones CCN-51, ISC-39 y cacao Nativo fue de 12.25 g, 8.84 g y 11.08 g EAG/100 g. Posterior del tratamiento de escaldado a 95 °C por 5 min que produce inactivación enzimática de la polifenol oxidasa, el contenido de polifenoles totales en los clones CCN-51, ISC-39 y cacao Nativo fue 15.18 g; 12.93 g y 14.74 g EAG/100 g, observando un incremento del contenido de polifenoles totales en promedio de 4.75%.

Figura 1. Contenido de polifenoles en granos de cacao fresco, fermentado y escaldado

Al respecto Serra Bonvehi & Ventura Coll (1997) y Brito et al. (2002) mencionan que los polifenoles totales en el cacao fresco se encuentran compactados en vacuolas de células específicas; durante el proceso de fermentación o escaldado se difunden a través del cotiledón sufriendo una modificación bioquímica a través de la polimerización y la complejación con sus proteínas, dando como resultado la solubilidad y la astringencia de las almendras del cacao sin fermentar; la oxidación de los polifenoles se asocian de forma reversible con las proteínas mediante enlaces de hidrógeno, pero irreversible cuando hay condensación con grupos reactivos de aminoácidos, péptidos, proteínas y polisacáridos.

En la tabla I se observa que los clones fermentados de cacao CCN-51, ICS-39 y Nativo retienen polifenoles en 84.46%, 70.59% y 80.06% respectivamente. Sin embargo, el contenido de polifenoles para granos de cacao CCN-51, ICS-39 y Nativo escaldados a 95 °C por 5 min incrementaron su contenido de polifenoles en 40.24%, 3.29% y 6.51% respectivamente con respecto a granos frescos; posiblemente debido a la transferencia de los polifenoles desde la cascarilla hacia las almendras.

Las almendras del cacao clon Nativo alcanzan mayor incremento en el contenido de polifenoles totales por su alto contenido en antocianinas tal como se muestra la coloración del grano después del escaldado. Santhanam Menon (2017), realizó un tratamiento previo con blanqueo en agua caliente para cacao fresco y fermentado y descubrió que el método de pre-tratamiento de escaldado mostraba contenido polifenólico total significativamente más alto en comparación con el cacao no escaldado.

Tabla I. Efecto de la conservación de polifenoles (g EAG/100 g)

Clon	Cacao fresco	Cacao fermentado	% de conservación	Cacao escaldado	% de incremento	Tipo de secador	Cacao fermentado seco	% de conservación en cacao fermentado seco	Cacao escaldado seco	% de conservación en cacao escaldado seco
CCN-51	14.50	12.25	84.46	15.18	4.24	T1	6.81	46.97	7.89	48.90
						T2	6.70	46.21	6.07	41.86
						T3	8.08	55.72	11.69	80.62
ICS-39	12.52	8.84	70.59	12.93	3.29	T1	4.73	38.00	4.50	57.00
						T2	6.03	48.16	6.06	48.40
						T3	7.14	57.03	6.61	52.80
Nativo	13.84	11.08	80.06	14.74	6.51	T1	6.24	45.09	7.09	51.23
						T2	5.61	40.53	6.07	43.86
						T3	7.69	55.56	11.68	84.39

Nota. T1= Secado directo al sol, T2= Secado con secador solar y T3= Secado con flujo de aire caliente

El secado por flujo de aire caliente fue el método de secado con mayor conservación de polifenoles totales en el grano fermentado para los clones de cacao CCN-51 (8.08 g EAG/100 g), ICS-39 (7.14 g EAG/100 g) y cacao Nativo (7.69 g EAG/100 g) y para granos de cacao escaldado las muestras con mayor contenido de polifenoles totales fueron los secados con flujo de aire caliente de los clones CCN-51 (11.69 g EAG/100 g), ICS-39 (6.61 g EAG/100 g) y cacao Nativo (11.68 g EAG/100 g) y el secado directo al sol. Sin embargo, no existe diferencias estadísticamente significativas.

Al respecto Nazario et al. (2013), reportan resultados de cuantificación de polifenoles totales en los granos de cacao criollo y siete clones, encontrando el mayor contenido de polifenoles totales en clones de cacao forastero y trinitario con valores de 5.721 ± 0.039 y 5.592 ± 0.051 g EAG/100 g respectivamente, en segundo lugar, en contenido de polifenoles por el CCN-51 con 5.184 ± 0.03 g EAG/100 g.

Asimismo, se observa que la conservación de polifenoles totales en grano de cacao fermentado y secados directo al sol, en secador solar y por flujo de aire caliente; el mayor nivel de conservación de polifenoles totales se encontró en los clones CCN-51, ICS-39 y cacao Nativo con valores de 55.72%, 57.03% y 55.56% respectivamente, secadas por flujo de aire caliente. Luego del escaldado de los granos de cacao a 95 °C por 5 min secados por diferentes tipos de secador (directo al sol, en secador solar y por flujo de aire caliente), se observó que los granos escaldados y secados mediante secador con flujo de aire caliente es el que conserva el mayor nivel de polifenoles totales 80.62% y 84.39% para los clones CCN-51 y cacao Nativo respectivamente.

Para los granos de cacao ICS-39 el mayor porcentaje de conservación (57%) fue de los granos de cacao secados directo al sol. De acuerdo a García-Alamilla et al. (2007), el proceso de secado produce varios cambios químicos y bioquímicos necesarios para formar el aroma y los precursores del aroma que se producirán en el proceso de tostado. Sin embargo, esto no conocida como “dorado” debido al efecto térmico. Aunque los polifenoles en el grano de cacao se degradan considerablemente durante el secado, la cantidad restante presente todavía imparte un sabor astringente a los productos de chocolate después del procesamiento (Kyi et al., 2005).

4. Conclusiones

La conservación total de polifenoles de cacao escaldado seco con relación a su contenido de polifenoles en granos frescos fue de 80.62%, 57% y 84.39% para los clones CCN-51, ICS-39 y cacao Nativo respectivamente. Con diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) el cacao CCN-51 (Anexos 1 y 2) escaldado y secado con flujo de aire caliente conserva mayor cantidad de polifenoles en comparación con el secado al sol y con secador solar.

Referencias bibliográficas

- Arciniegas Leal, A. M. (2005). *Caracterización de árboles superiores de cacao (Theobroma cacao L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE* [CATIE - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza].
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4571>

- Brito, E. S. de, García, N. H. P., & Amâncio, A. C. (2002). Effect of polyphenol oxidase (PPO) and air treatments on total phenol and tannin content of cocoa nibs. *Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22(1). <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XS2002110108>
- Crespo, F. (1997). *Cultivo y beneficio del cacao CCN-51 (1ra ed.)*. Editorial El Conejo.
- Cubillos, G., Merizalde, G., & Correa, E. (2008). *Manual de Beneficio del Cacao. Para técnicos profesionales del sector agropecuario y productores*. https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2020/06/manual_beneficio_cacao.pdf
- Del Rosario Castro, M., Hernández, J. A., Marcilla, S., Córdova, J. S., Solari, F. A., & Chire, G. C. (2017). Efecto del contenido de grasa en la concentración de polifenoles y capacidad antioxidante de theobroma cacao l. «cacao». *Ciencia e Investigación*, 19(1), 19-23. <https://doi.org/10.15381/ci.v19i1.13623>
- Efraim, P., Pezoa-García, N. H., Jardim, D. C. P., Nishikawa, A., Haddad, R., & Eberlin, M. N. (2010). Influência da fermentação e secagem de amêndoas de cacau no teor de compostos fenólicos e na aceitação sensorial. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30, 142-150. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000500022>
- Fedecacao. (2004). *El beneficio y características físico químicas del cacao (Theobroma cacao L.)*. Corporación colombiana de investigación agropecuaria. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/18060>
- García-Alamilla, P., Salgado-Cervantes, M. A., Barel, M., Berthomieu, G., Rodríguez-Jimenes, G. C., & García-Alvarado, M. A. (2007). Moisture, acidity and temperature evolution during cacao drying. *Journal of Food Engineering*, 79(4), 1159-1165. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.04.005>
- Ibero-Baraibar, I., Abete, I., Alfredo Martínez, J., Rodríguez Mateos, A., & Ángeles Zulet, M. (2017). Guías para el consumo de chocolate negro ¿Placer y salud cognitiva? *Nutrición Hospitalaria*, 34(4), 759-760. <https://doi.org/10.20960/nh.1430>
- Indecopi. (2008). *Manual de buenas prácticas para la cosecha y beneficio del cacao*. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. <https://dl-manual.com/doc/manual-de-buenas-practicas-para-la-cosecha-y-beneficio-del-cacao-y7vmrd89jyon>
- Kyi, T. M., Daud, W. R. W., Mohammad, A. B., Wahid Samsudin, M., Kadhum, A. A. H., & Talib, M. Z. M. (2005). The kinetics of polyphenol degradation during the drying of Malaysian cocoa beans. *International Journal of Food Science and Technology*, 40(3), 323-331. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.00959.x>
- López Medina, S. E., & Gil Rivero, A. E. (2017). Características germinativas de semillas de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) “cacao”. *Arnaldoa*, 24(2), 609-618. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24212>
- Nazario, O., Ordoñez, E., Mandujano, Y., & Arévalo, J. (2013). Polifenoles totales, antocianinas, capacidad antioxidante de granos secos y análisis sensorial del licor de cacao (*theobroma cacao* l.) criollo y siete clones. *Investigación y Amazonía*, 3(1), 51-59. <https://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/view/85>

- OMS. (2014). *Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles 2014*. Organización Mundial de la Salud.
- Ordoñez, E., Leon-Arevalo, A., Rivera-Rojas, H., & Vargas, E. (2019). Cuantificación de polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y semilla de cacao (*Theobroma cacao* L.), tuna (*Opuntia ficus indica* Mill), uva (*Vitis Vinífera*) y uvilla (*Pourouma cecropiifolia*). *Scientia Agropecuaria*, 10(2), 175-183. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.02>
- Pascual, V., Valls, R. M., & Solà, R. (2009). Cacao y chocolate: ¿un placer cardiosaludable? *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*, 21(4), 198-209. [https://doi.org/10.1016/S0214-9168\(09\)72047-9](https://doi.org/10.1016/S0214-9168(09)72047-9)
- 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*, 41(2), 128-134. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-548894>
- Quiñones Téllez, M. del M. (2010). *Efecto de Cocoanox, un cacao rico en polifenoles, en ratas espontáneamente hipertensas*. Universidad Complutense de Madrid.
- Sandoval, M., Okuhama, N. N., Angeles, F. M., Melchor, V. V., Condezo, L. A., Lao, J., & Miller, M. J. S. (2002). Antioxidant activity of the cruciferous vegetable Maca (*Lepidium meyenii*). *Food Chemistry*, 79(2), 207-213. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00133-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00133-4)
- Santana Brum, A. A., Ferraz de Arruda, L., & Bismara Regitano-d'Arce, M. A. (2009). Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. *Química Nova*, 32(4), 849-854. <https://www.scielo.br/j/qn/a/bVRjZz6Qz7DRHhGksbrfVt/?format=pdf&lang=pt>
- Santhanam Menon, A. (2017). *Effects of blanching and drying on the production of polyphenols rich cocoa beans and product quality* [University of Nottingham (PhD)]. <http://eprints.nottingham.ac.uk/id/eprint/43219>
- Serra Bonvehi, J., & Ventura Coll, F. (1997). Evaluation of bitterness and astringency of polyphenolic compounds in cocoa powder. *Food Chemistry*, 60(3), 365-370. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(96\)00353-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00353-6)
- Silva, F. W. M., Sousa, R. S. R., Goncalves, C. G., & Souza, J. N. S. (2016). Avaliação dos processos de fermentação e secagem de sementes de cacau (*theobroma cacao* l.) sobre os compostos fenolicos, a atividade da enzima peroxidase e a qualidade das amendoas. *XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Química*.
- Vera Chang, J., Álvarez Escaleras, M., & Ibáñez Astaburuaga, A. (2021). Sistema de producción de la almendra y del cacao: Una caracterización necesaria. *Revista de Ciencias Sociales*, 27, 372-390. <https://doi.org/10.31876/rcs.v27i.36525>
- Waizel-Haiat, S., Waizel-Bucay, J., Magaña-Serrano, J. A., Campos-Bedoya, P., & Esteban-Sosa, J. E. S. (2012). Cacao y chocolate: seducción y terapéutica. *Anales Médicos de la Asociación Médica del Centro Médico ABC*, 57(3), 236-245. <https://www.medigraphic.com/pdfs/abc/bc-2012/bc123k.pdf>

Financiamiento

Universidad Nacional de San Martín mediante Resolución N° 239-2016-UNSM/CU-R/NLU.

Conflicto de intereses

Los autores declararan que el artículo no presenta conflicto de intereses.

Contribución de autores

Chávez-Salazar, Ángel; Cueva-Benavides, Armando y Muñoz-Delgado, Victor: Conceptualizaron la investigación, realizaron el trabajo en campo y analizaron y procesaron los datos. Asimismo, participaron en la redacción del artículo.

Document-Petrlík, Karen y Vidaurre-Rojas, Pierre: Colaboraron en el proceso experimental del estudio y apoyaron en el análisis y procesamiento de datos. Además, redactaron y aprobaron la versión final del manuscrito.

Anexos

Anexo 1. Análisis de variancia para el contenido de polifenoles de granos de cacao secado por diferentes métodos.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Sec_Fermentado	Entre grupos	25.46	8	3.18	70.93	0.00
	Dentro de grupos	0.81	18	0.05		
	Total	26.27	26			
Sec_Escalado	Entre grupos	126.26	8	1578	247.76	0.00
	Dentro de grupos	1.15	18	0.06		
	Total	127.41	26			

Anexo 2. Comparaciones múltiples (HSD Tukey) para conservación de polifenoles durante el secado de cacao fermentado.

Variable: Secado Fermentado				Variable: Secado Escalado			
(I) Tratamiento		Diferencia de medias (I-J)	Sig.	(I) Tratamiento		Diferencia de medias (I-J)	Sig.
CCN51 SDS	CCN51 SSS	.10867	.999	CCN51 SDS	CCN51 SSS	1.01700*	.003
	CCN51 SFAC	-1.22600*	.000		CCN51 SFAC	-4.60467*	.000
	Nativo SDS	.56900*	.076		Nativo SDS	-.00400	1.000
	Nativo SSS	1.20100*	.000		Nativo SSS	1.02067*	.003
	Nativo SFAC	-.88000*	.002		Nativo SFAC	-4.59433*	.000
	ISC39 SDS	2.07500*	.000		ISC39 SDS	-.00667	1.000
	ISC39 SSS	.77867*	.007		ISC39 SSS	1.02233*	.003
	ISC39 SFAC	-.32800*	.624		ISC39 SFAC	.47833*	.380
CCN51 SSS	CCN51 SDS	-.10867	.999	CCN51 SSS	CCN51 SDS	-1.01700*	.003
	CCN51 SFAC	-1.33467*	.000		CCN51 SFAC	-5.62167*	.000
	Nativo SDS	.46033*	.229		Nativo SDS	-1.02100*	.003
	Nativo SSS	1.09233*	.000		Nativo SSS	.00367	1.000
	Nativo SFAC	-.98867*	.001		Nativo SFAC	-5.61133*	.000

	ISC39 SDS	1.96633*	.000		ISC39 SDS	-1.02367*	.003
	ISC39 SSS	.67000*	.024		ISC39 SSS	.00533	1.000
	ISC39 SFAC	-.43667*	.283		ISC39 SFAC	-.53867*	.247
CCN51 SFAC	CCN51 SDS	1.22600*	.000	CCN51 SFAC	CCN51 SDS	4.60467*	.000
	CCN51 SSS	1.33467*	.000		CCN51 SSS	5.62167*	.000
	Nativo SDS	1.79500*	.000		Nativo SDS	4.60067*	.000
	Nativo SSS	2.42700*	.000		Nativo SSS	5.62533*	.000
	Nativo SFAC	.34600*	.561		Nativo SFAC	.01033	1.000
	ISC39 SDS	3.30100*	.000		ISC39 SDS	4.59800*	.000
	ISC39 SSS	2.00467*	.000		ISC39 SSS	5.62700*	.000
Nativo SDS	ISC39 SFAC	.89800*	.002	ISC39 SFAC	5.08300*	.000	
	CCN51 SDS	-.56900*	.076	CCN51 SDS	.00400	1.000	
	CCN51 SSS	-.46033*	.229	CCN51 SSS	1.02100*	.003	
	CCN51 SFAC	-1.79500*	.000	CCN51 SFAC	-4.60067*	.000	
	Nativo SSS	.63200*	.037	Nativo SSS	1.02467*	.002	
	Nativo SFAC	-1.44900*	.000	Nativo SFAC	-4.59033*	.000	
	ISC39 SDS	1.50600*	.000	ISC39 SDS	-.00267	1.000	
Nativo SSS	ISC39 SSS	.20967*	.943	ISC39 SSS	1.02633*	.002	
	ISC39 SFAC	-.89700*	.002	ISC39 SFAC	.48233*	.370	
	CCN51 SDS	-1.20100*	.000	CCN51 SDS	-1.02067*	.003	
	CCN51 SSS	-1.09233*	.000	CCN51 SSS	-.00367	1.000	
	CCN51 SFAC	-2.42700*	.000	CCN51 SFAC	-5.62533*	.000	
	Nativo SDS	-.63200*	.037	Nativo SDS	-1.02467*	.002	
	Nativo SFAC	-2.08100*	.000	Nativo SFAC	-5.61500*	.000	
Nativo SFAC	ISC39 SDS	.87400*	.002	ISC39 SDS	-1.02733*	.002	
	ISC39 SSS	-.42233*	.320	ISC39 SSS	.00167	1.000	
	ISC39 SFAC	-1.52900*	.000	ISC39 SFAC	-.54233*	.240	
	CCN51 SDS	.88000*	.002	CCN51 SDS	4.59433*	.000	
	CCN51 SSS	.98867*	.001	CCN51 SSS	5.61133*	.000	
	CCN51 SFAC	-.34600*	.561	CCN51 SFAC	-.01033	1.000	
	Nativo SDS	1.44900*	.000	Nativo SDS	4.59033*	.000	
ISC39 SDS	Nativo SSS	2.08100*	.000	Nativo SSS	5.61500*	.000	
	ISC39 SDS	2.95500*	.000	ISC39 SDS	4.58767*	.000	
	ISC39 SSS	1.65867*	.000	ISC39 SSS	5.61667*	.000	
	ISC39 SFAC	.55200*	.091	ISC39 SFAC	5.07267*	.000	
	CCN51 SDS	-2.07500*	.000	CCN51 SDS	.00667	1.000	
	CCN51 SSS	-1.96633*	.000	CCN51 SSS	1.02367*	.003	
	CCN51 SFAC	-3.30100*	.000	CCN51 SFAC	-4.59800*	.000	
ISC39 SSS	Nativo SDS	-1.50600*	.000	Nativo SDS	.00267	1.000	
	Nativo SSS	-.87400*	.002	Nativo SSS	1.02733*	.002	
	Nativo SFAC	-2.95500*	.000	Nativo SFAC	-4.58767*	.000	
	ISC39 SSS	-1.29633*	.000	ISC39 SSS	1.02900*	.002	
	ISC39 SFAC	-2.40300*	.000	ISC39 SFAC	.48500*	.363	
	CCN51 SDS	-.77867*	.007	CCN51 SDS	-1.02233*	.003	
	CCN51 SSS	-.67000*	.024	CCN51 SSS	-.00533	1.000	
ISC39 SFAC	CCN51 SFAC	-2.00467*	.000	CCN51 SFAC	-5.62700*	.000	
	Nativo SDS	-.20967*	.943	Nativo SDS	-1.02633*	.002	
	Nativo SSS	.42233*	.320	Nativo SSS	-.00167	1.000	
	Nativo SFAC	-1.65867*	.000	Nativo SFAC	-5.61667*	.000	
	ISC39 SDS	1.29633*	.000	ISC39 SDS	-1.02900*	.002	
	ISC39 SFAC	-1.10667*	.000	ISC39 SFAC	-.54400*	.237	
	CCN51 SDS	.32800*	.624	CCN51 SDS	-4.7833*	.380	
ISC39 SSS	CCN51 SSS	.43667*	.283	CCN51 SSS	.53867*	.247	
	CCN51 SFAC	-.89800*	.002	CCN51 SFAC	-5.08300*	.000	
	Nativo SDS	.89700*	.002	Nativo SDS	-.48233*	.370	
	Nativo SSS	1.52900*	.000	Nativo SSS	.54233*	.240	
	Nativo SFAC	-.55200*	.091	Nativo SFAC	-5.07267*	.000	
	ISC39 SDS	2.40300*	.000	ISC39 SDS	-4.8500*	.363	
	ISC39 SSS	1.10667*	.000	ISC39 SSS	.54400*	.237	

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.95.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.95.