

Mejoramiento de los procesos de fermentación para la elaboración de chocolate del Centro Agrícola del Cantón Quevedo

Improvement of Fermentation Processes for Chocolate Production at the Agricultural Center of Canton Quevedo

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10472300>

AUTORES: Washington Alberto Saltos Domínguez^{1*}

Frank Guillermo Intriago Flor²

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: wsaltos9711@utm.edu.ec

Fecha de recepción: 03 / 10 / 2023

Fecha de aceptación: 15 / 12 / 2023

RESUMEN

El cacao es una de las materias primas más importantes a nivel mundial, siendo el soporte económico de pequeños y medianos agricultores, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo el estudio el mejoramiento de los procesos de fermentación para la elaboración de chocolate de los socios del Centro Agrícola del Cantonal de Quevedo. Lo cual la incidencia de esta problemática que en la actualidad el método de fermentación y postcosecha de las almendras de cacao es un factor importante porque da origen a la calidad física y sensorial de la almendra, buscando la eliminación de mucilago y cambios químicos del cacao, al no tener una fermentación de cacao perjudica a la calidad sensorial de las almendras, se aplicó un Diseño Completamente al Azar bifactorial como primer factor (Tipos de cacao) y segundo factor (métodos de fermentación), conformado por 6 tratamientos y 3 repeticiones un total de 18 objetos de estudio, se procedió a realizar evaluación morfológica del fruto y evaluación fisicoquímicas de los granos de cacao

^{1*} Universidad Técnica de Manabí, wsaltos9711@utm.edu.ec

² Universidad Técnica de Manabí, Intriago@utm.edu.ec

(Temperatura, pH, °Brix) y a su vez la incidencia en la fermentación en la prueba de corte, dando como resultado en las variables iniciales no presentó diferencia estadística, no obstante el mejor tratamiento fue el cacao Nacional fermentado en cajas micro fermentadoras tipo Rohan, el mismo comportamiento tuvo en la prueba de corte evidenciándose mayor cantidad de granos fermentados en cacao Nacional y Trinitario, según la normativa INEN 176. Con respecto al análisis sensorial el tratamiento que tuvo mayor aceptabilidad es Nacional fermentado en cajas Rohan. Esta investigación tiene como propósito potenciar el proceso de fermentación del cacao para optimizar tanto la calidad física como sensorial del licor de cacao.

Palabras clave: *Fermentadores, pasta de cacao, postcosecha, sensorial, variedad*

ABSTRACT

Cocoa is one of the most important global commodities, providing economic support to small and medium-sized farmers. The present research project aims to study the improvement of fermentation processes for the production of chocolate by the members of the Agricultural Center of Cantonal de Quevedo. The issue at hand is that the current cocoa bean fermentation and post-harvest methods significantly affect the physical and sensory quality of the beans. Inadequate cocoa fermentation adversely impacts the sensory quality of the beans by failing to effectively eliminate mucilage and causing chemical changes. A Completely Randomized Two-Factor Design was applied, with the first factor being "Cocoa Types" and the second factor being "Fermentation Methods." This design included 6 treatments with 3 replications, resulting in a total of 18 study objects. Morphological evaluation of the cocoa fruit and physicochemical evaluation of cocoa beans (temperature, pH, °Brix) were conducted. The fermentation incidence was also assessed through the cut test. The initial variables did not show any statistical differences. However, the best treatment was found to be National cocoa fermented in Rohan-type micro-fermentation boxes, which also showed a higher quantity of fermented beans in National and Trinitario cocoa varieties, in accordance with INEN 176 standards. Regarding sensory analysis, the treatment with the highest acceptability was National cocoa fermented in Rohan boxes. The purpose of this research is to enhance the cocoa fermentation process to optimize both the physical and sensory quality of cocoa liquor.

Keywords: *Fermenters, cocoa paste, post-harvest, sensory, variety*

INTRODUCCIÓN

El origen del cacao nace en Mesoamérica entre (México, Guatemala, y Honduras) donde existen reportes de su existencia hace más de 5000 años antes de cristo. Las diferentes civilizaciones que habitaban estas zonas usaban un licor proveniente de su fermentación ya que esto según sus creencias les proporcionaba una gran fuente de energía (Kamiloglu et al., 2022). El cacao es uno de los principales cultivos comerciales en varios países tropicales el 15% de la producción mundial se da en países de América del Sur donde Brasil y Ecuador son los mayores productores (Balmes, 2022).

Sin embargo, en la actualidad, diversas investigaciones respaldan la afirmación de que al menos una variedad de cacao tiene sus raíces en la región de Alta Amazónica, específicamente en el cantón de la Provincia de Zamora Chinchipe. En estas localidades, se ha utilizado el cacao durante aproximadamente 5000 años, lo que significa que su presencia precede considerablemente a la llegada de los españoles (Abad et al., 2020). La producción de cacao está mayormente a cargo de pequeños y medianos agricultores, y constituye una fuente de ingresos a pequeños y medianos agricultores para o menos de 600,000 ecuatorianos (Quito et al., 2022). Su subsistencia depende en gran medida de los ingresos derivados de la producción de cacao (Quito et al., 2022).

En la actualidad, la producción de cacao se está elevando a estándares de calidad más exigentes para satisfacer las demandas globales de cacao producido de manera sostenible, además se está poniendo un énfasis creciente en cumplir con requisitos sociales y del medio sostenible lo cual siempre está en constante aumento (García et al., 2021).

La producción de cacao en Ecuador se encuentra principalmente en la provincias de los Ríos, Guayas Manabí, y Sucumbió, el promedio de la producción de cacao en país es de 300 kg ha⁻¹ (Quinde et al., 2019). Siendo unos de los cultivos de mayor importancia en el país ya que genera una gran fuente de ingresos económicos. En el Ecuador hay dos variedades predominantes de cacao el Trinitario (CNN-51) y el Nacional también llamado cacao fino de aroma siendo este último el que tiene la mayor demanda ya que se caracteriza por su fragancias frutales y florales (Vásquez et al., 2022).

La fermentación en las almendras de cacao forman parte importante en el proceso de obtener un grano con buenas cualidades sensoriales ya que en las reacciones bioquímicas es donde se produce la obtención del aroma y sabor característico del cacao que son los atributos que buscan principalmente las industrias chocolateras, donde influyen el método fermentativo, el volteo durante el proceso y el tamaño de lote las condiciones climáticas del sector o zona (Alvarado et al., 2022).

Este proyecto pretende demostrar los efectos de la micro fermentación en el cacao y la variación que presenten la aplicación de distintos métodos fermentativos en cuanto para el cacao Nacional y CCN-51, con el fin de demostrar que existe cambios significativos en cuestión de las cualidades organolépticas en las almendras de cacao potenciando el sabor y aroma del cacao.

Al demostrar que este enfoque conlleva beneficios significativos para los agricultores, ya que les proporcionará un producto de excelentes cualidades y les permitirá obtener mayores ganancias económicas, el objetivo principal de esta investigación es evaluar y mejorar los procesos de fermentación utilizados en la elaboración de chocolate en el Centro Agrícola del Cantón Quevedo. Este análisis resultará crucial para impulsar el desarrollo económico y productivo de los agricultores en dicha región.

METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó en la Finca Las Juanas, perteneciente al Productos Custodio Veliz, ubicado en el Recinto El Limón El Empalme, de la Provincia del Guayas, donde se realizó la recolección de las mazorcas de cacao Tipo Nacional y CCN-51.

Con respecto a los análisis de estudio físicos-químicos, se realizaron en los laboratorios de los predios de la Universidad Técnica de Manabí de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, extensión Chone, localizada en la Provincia de Manabí, cuyas coordenadas 0°41'18.3''S 80°08'26.1W con Lat: -0.0698282 y Long: -79.325621 con altitud de 18msnm con una temperatura de 26.5°C.

Diseño de la Investigación

En el presente estudio se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un modelo bifactorial de 6 tratamientos por 3 repeticiones dando un total de 18 objetos de estudio, el primer factor corresponde a variedad de cacao (Nacional y CCN51) y como segundo factor

se utilizará métodos de fermentación (Cajas Rohan, Sacos de Yute y Gavetas) para comparación para la diferencia estadística se realizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0.05$) para determinar si existirá igualdad o habrá diferencia en los objetos de estudio.

	Factor A	Factor B	
	Manejo de Fincas	Métodos de Fermentación	
a0	Nacional	b0	Rohan
a1	CCN-51	b1	Yute
		B2	Gaveta

Tabla 1. Factores y niveles de estudio

Arreglo de tratamientos

NUMERO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	T1 a ₀ b ₀	Cacao Nacional con fermentación de cajas Rohan
2	T2 a ₁ b ₀	Cacao Nacional con fermentación de sacos de Yute
3	T3 a ₂ b ₀	Cacao Nacional con fermentación de Gavetas
4	T4 a ₀ b ₁	Cacao CCN-51 con fermentación de cajas Rohan
5	T5 a ₁ b ₁	Cacao CCN-51 con fermentación de sacos de Yute
6	T6 a ₂ b ₁	Cacao CCN-51 Convencional con fermentación de Gavetas

Tabla 2. Arreglo de los tratamientos

Tablas de ANDEVA

Con respecto al análisis de ANDEVA, para comparar las medidas obtenidas se realizó una prueba de rangos múltiples de Tukey a la probabilidad ($p \leq 0.05$), se trabajará mediante el uso del software libre de InfoStat.

La interpretación de los datos experimentales y estadísticos se llevó a cabo a través de la aplicación del Esquema de ANDEVA de la siguiente forma como se visualiza en la Tabla 3.

F. V		G. I
Tratamiento	axb-1	5
Factor A	(a-1)	1
Factor B	(b-1)	2
Int. AxB	(a-1)(b-1)	2
E. Experimental	axb(r-1)	12
Total	axbxr-1	17

Tabla 3. Análisis de varianza de la Investigación

VARIABLES A ESTUDIAR

Cosecha de las mazorcas de cacao

- Para la cosecha de las mazorcas de cacao su acopio fue en la finca del productor
- Se tomará Peso total, Largo, Ancho, peso de la cascará, peso de las almendras, cantidad de pepas.

Etapa Fermentativa

La masa fresca de cacao se colocó en la caja Micro - fermentadora una medida de 125 x 75 x 10 cm, sacos de Yute y Gavetas, un peso para fermentar las almendras de 2 kg por cada tratamiento y replica, además teniendo en cuenta que se utilizó un total 36 kg de masa fresca de cacao en total según el arreglo de los tratamientos, esta fase fermentativa fue durante 4 días de estudio para evaluar las variables a estudiar estas sean: Temperatura, grados Brix, pH (Carbonero, 2010).

Fermentación de los granos de cacao

Fermentación en sacos de yute

En este proceso fermentativo se inició con la recolección de las mazorcas de cacao para posterior su separación de los granos mediante la aplicación de métodos manuales. Posterior a ello se utilizaron sacos de yute con un tamaño de 50 cm de largo por 50 cm de ancho (Steinau et al., 2016).

Fermentación en gavetas plásticas

Se pretende evaluar la diferencia entre los métodos de fermentación y su calidad fermentativa y sensorial en base de los resultados obtenidos (Contreras et al., 2023).

Tiempo de fermentación

Se utilizaron 6 tiempos de fermentación (0, 24, 48, 72, 94 y 120 horas). En cada uno de los tiempos se efectuó un volteo y remoción de los granos de cacao de forma manual con el objetivo de homogenizar la temperatura y permitir la correcta aireación con los que se generan los cambios bioquímicos en los granos de cacao. Este proceso consistió en pasar los granos que están en la parte inferior hacia la parte superior de los métodos de fermentación.

pH

Se procedió a la determinación de esta variable lo cual se tomó 10 gramos de almendras al azar pesadas en una balanza analítica de precisión, posteriormente se trituraron y se adiciono en 10 mL de agua destilada para los tratamientos de estudios y sus respectivas repeticiones con ayuda del instrumento de medición pH-metro (Abreu et al., 2017).

Grados Brix

Se tomo 5 gramos de almendras de cacao al azar por cada repetición mismas que se pesaron en una gramera y se diluyo en 5 ml de agua destilada previamente tibiada alcanzando 40°C, se aplicará alrededor de 1 a 2 gotas en el refractómetro o en el Brixometro cuya marca es OPTi+ previamente se calibro en 0.00, para tomar la lectura se dejó reposar por un minuto posteriormente se procedió anotar los datos de la variable obtenida por los tratamientos de estudios en el tiempo estudiad (Vásquez et al., 2022).

Temperatura

La medición de esta variable es de mucha importancia por motivo se requirió de un termómetro de punzón para medir los datos de temperatura a los tratamientos de estudio con la finalidad que se mantenga un rango de temperatura que no debe ser mayor a 50°C, se tomó esta variable todas las tardes cada 24 horas por los días de estudio se procedió a la toma con el uso de un termómetro de punzón donde se colocó 5cm dentro de la superficie de la masa fermentativa (Vera et al., 2021).

Secado de las semillas de cacao

Después de terminar el proceso de fermentación se sometió las almendras de cacao al secado de manera directa al sol con remociones para que exista un secado homogéneo, para evitar contaminación cruzada se procedió a colocar las almendras de cacao en superficies

de madera de 6 a 7 días con la finalidad de que la humedad no sea mayor del 7% si es superior causa efecto desfavorable en la calidad del grano (Nogales et al., 2006).

Almacenamientos de los granos

Este apartado es uno de los procesos más importantes debido a que asegurara la vida útil de los granos de cacao, en la presente investigación se almaceno en bolsas de papel previo a la realización de prueba de corte del grano de cacao (Iniesta, 2016).

Calidad física de la almendra de cacao

Índice de mazorca

La variable se refiere al número de mazorcas requeridas (20 mazorcas) para poder alcanzar 1 kg de cacao seco, la recolección según el arreglo de los tratamientos estados de madurez sazonas y maduras, se lo determino por medio de la siguiente formula (Vera et al., 2015):

Ecuación 1. Índice de mazorca

$$IM = \frac{\text{Numero de mazorcas}}{\text{peso en gramos de las almendras secas}} \times 1000$$

Índice de semilla

Se procedió a tomar 100 granos de cacao fermentados y secos al azar estos, además deben ser pesados en una balanza analítica para conocer el porcentaje en gramos, esto se realizó antes de la prueba de corte, se utilizó la siguiente formula (Solórzano et al., 2016):

Ecuación 2. Índice de semilla

$$IS = \frac{\text{Peso}(g)100\text{semillas}}{100}$$

Porcentaje de testa y cotiledón

Para su determinación se tomó al azar 30 gramos de almendras de cacao secas y fermentadas, para determinar esta variable se empleó de la siguiente formula (Sanchez et al., 2019).

Ecuación 3. Determinación de testa y cotiledón.

$$\% \text{ de testa} = \frac{(\text{Peso de la testa})}{\text{Peso de 30 gramos de cacao}} \times 100$$

Prueba de corte

Se seleccionó al azar 100 granos de cacao por medio de Cuarteo, se procedió a pesar en una balanza analítica de precisión y realizar un corte transversal para constatar por un examen visual su clasificación ya sea bien fermentadas, mediana fermentada, violeta, pizarras, total de bien fermentadas y medianas fermentadas. Y de esta manera se conoció el efecto que tuvo la fermentación mediante la aplicación del cóctel microbiano, siguiendo los lineamientos de la Norma INEN 176 y 177 (INEN, 2018) (INEN, 1995).

Volumen de almendras en 100 gramos

Se procedió a la toma aleatoria las muestras respectivas de las habas de cacao las cuales fueron pesadas en una balanza hasta obtener 100 gramos luego se registrará el número de habas que hayan completado los 100 gramos (Vera et al., 2015).

Humedad

Una vez secos y fermentados los granos de cacao fueron almacenados con una humedad que oscila entre 6-7% de humedad debido a que si es menor de 5% no es rentable comercialmente para el propietario de la materia prima, se realizó la toma de la variable con un determinador de humedad cuyo nombre es Higrómetro (Aqua – Boy 3 de sistema Farenkopf), para la medición se debe conectar el electrodo a la hembrilla y ponerlo en contacto con las almendras de cacao en ese caso es el objeto de la medición cuya cantidad es aproximadamente 8 almendras de cacao para obtener la muestra, se debe apretar el pulsador de medición blanco y leer el valor directamente en la escala después de la medición se debe soltar el pulsador blanco del higrómetro y repetir sucesivamente por los tratamientos y repeticiones según la normativa INEN 173 (Tinoco & Ospina, 2010) (INEN, 1986).

RESULTADOS

En la tabla 4, se muestra los parámetros morfológicos de la mazorca de cacao, la variedad que presentó diferencia numérica fue cacao Nacional a diferencia del cacao Trinitario, no obstante, no se evidenció una diferencia estadística significativa en cuestión de las variedades, las variables largo de lomo, ancho y cascara no registró diferencia estadística con respecto a la probabilidad de Tukey. En el Número de almendras del fruto del cacao mostró significancia estadística en base a la probabilidad de Tukey ($p < 0.05$), el cacao

nacional en este estudio se evidencio mayor cantidad de almendras a diferencia del CCN-51, en el mismo sentido la variable peso de almendras mostro diferencia estadística con el ($p \leq 0.05$) de Tukey.

	Factor	Variable					
Variedad	Métodos de fermentación	Peso de Mazorca	Largo Lomo	Ancho	Cascara	Nº almendras	Peso de almendras
Nacional	Rohan	660,33	19,66	7,23	508,66	42,33	151,66
Nacional	Yute	676,33	20,66	7,33	529,00	41,66	147,33
Nacional	Gaveta	708,33	21,33	7,20	547,00	40,00	161,33
CCN51	Rohan	674,00	22,00	7,43	549,33	40,00	124,66
CCN51	Yute	689,33	20,33	7,26	552,66	38,33	136,66
CCN51	Gaveta	644,00	19,66	7,10	522,33	38,66	121,66
	Eem ±	8,800	0,47	0,06	6,21	0,49	4,97
Probabilidad	Variedad	0,3280	0,8702	0,8978	0,1518	0,0037 *	0,0021*
	Valor.max	716	23	7,50	570	45	173
	Valor.min	634	18	7,00	500	38	101
	Cv	3,91	6,89	2,49	3,48	3,63	10,60

Tabla 4. Parámetros iniciales de la mazorca de cacao (Nacional y Trinitario)

En la tabla 5, se muestra los promedios registrados que reportan el efecto que se presentó en las variedades de cacao y métodos de fermentación, en el día uno de temperatura no mostró un comportamiento estadístico significativo lo cual es la temperatura inicial, a su vez desde el día 2 de temperatura al día 6 demuestran que existió diferencia estadística tanto para las variables estudiadas (Variedad y Métodos de fermentación). El cacao CCN-51 alcanzo mayor temperatura a diferencia de Nacional, no obstante, el método de fermentación mas adecuado es las cajas mircoofermentadoras Rohan.

	Factor	Variable					
Variedad	Métodos de fermentación	Temp1	Temp2	Temp3	Temp4	Temp5	Temp6
Nacional	Rohan	28,19	30,61	35,08	38,21	43,65	46,45
Nacional	Yute	28,17	30,01	34,18	36,35	39,31	43,97

Nacional	Gaveta	28,06	30,11	34,14	36,16	39,07	43,93
CCN51	Rohan	28,19	31,64	36,51	39,16	44,59	47,40
CCN51	Yute	28,17	31,04	35,19	37,42	40,10	44,67
CCN51	Gaveta	28,13	31,15	35,12	37,09	40,07	44,15
	EEM ±	0,025	0,025	0,045	0,055	0,11	0,2
Probabilidad	Variedad	0,4925	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0283
	Métodos de fermentación	0,0947	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Variedad*Métodos de fermentación	0,6542	0,9755	0,0175	0,6871	0,8207	0,5064
	Cv	0,25	0,22	0,37	0,40	0,70	1,18

Tabla 5. Efecto de temperatura sobre las variad de cacao y métodos de fermentación

Como se muestra la tabla 6 de °Brix, en el primer día de estudio en función de las variedades (Brix1) presentó diferencia estadística significativa en la prueba de rangos múltiples de Tukey (p<0.05), el cacao CCN-51 tuvo mayor solidos salubres a diferencia del Nacional, teniendo interacción entre los factores con el método de fermentación yute el cual alcanzó 7.00 y el método de fermentación por Gaveta tuvo mayor °Brix 11.64, el mismo comportamiento se registró durante el transcurso de la investigación.

	Factor	Variable					
Variedad	Métodos de fermentación	Brix1	Brix2	Brix3	Brix4	Brix5	Brix6
Nacional	Rohan	13,18	12,73	11,23	9,19	8,84	8,28
Nacional	Yute	13,21	12,61	11,14	9,34	7,95	7,00
Nacional	Gaveta	13,26	12,74	11,52	9,91	8,49	7,42
CCN51	Rohan	18,57	15,25	13,96	13,08	11,91	10,79
CCN51	Yute	18,87	14,08	12,82	11,39	10,84	9,71
CCN51	Gaveta	18,04	15,15	13,84	12,12	12,00	11,64
	Eem ±	0,18	0,06	0,11	0,34	0,16	0,11
Probabilidad	Variedad	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Métodos de fermentación	0,4186	<0,0001	<0,0001	0,3341	0,0038	<0,0001
	Variedad*Métodos de fermentación	0,3197	0,0002	0,0278	0,2053	0,4630	<0,0001
	Cv	3,13	1,20	2,36	8,55	4,30	3,23

Tabla 6. Efecto de solidos solubles sobre las variad de cacao y métodos de fermentación

En la tabla 7, se presentan los valores de las variables pH, el cual mostró en todos los días de estudio diferencia estadística significativa según la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0.05$), el cacao Nacional presentó mayor pH que el CCN-51 fermentado en sacos de Yute, a diferencia del cacao Nacional fermentados en Gavetas.

	Factor	Variable					
Variedad	Métodos de fermentación	pH1	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6
Nacional	Rohan	3,78	4,08	4,18	4,47	5,01	5,29
Nacional	Yute	3,83	4,18	4,31	4,61	5,22	5,59
Nacional	Gaveta	3,78	4,02	4,14	4,31	4,69	5,16
CCN51	Rohan	3,14	3,38	3,71	4,30	4,50	5,10
CCN51	Yute	3,12	3,44	3,93	4,48	4,74	5,44
CCN51	Gaveta	3,14	3,32	3,64	3,81	4,05	5,06
	Eem ±	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
Probabilidad	Variedad	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0096
	Métodos de fermentación	0,6798	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Variedad*Métodos de fermentación	0,1103	0,4882	0,0813	<0,0001	0,3127	0,7970
	Cv	0,81	0,92	1,05	1,09	2,06	1,93

Tabla 7. Efecto de pH sobre las variad de cacao y métodos de fermentación

Se pudo observar en la tabla 8 el efecto del método de fermentación en cajas Rohan y la variedad de cacao Nacional el cual tuvo un valor significativo en cuestión de la probabilidad de Tukey ($p \leq 0.05$) con mayor cantidad de granos fermentados 84.33%, en el mismo sentido se observó que para el cacao CCN-51 en cajas Rohan tuvo el mismo comportamiento 85.33% mejorando la calidad del grano del cacao y disminuyendo almendras violetas, siendo viable este método para evitar pérdidas a los agricultores. El mismo escenario se evidencio en cajas Rohan con menor humedad en los granos de cacao.

	Factor	Variable							
Variedad	Métodos de fermentación	IM	Pesos Seco	IS	%Testa	%Cotiledón	Fermentados	Violetas	Humedad

Nacional	Rohan	15,00	921,33	1,62	12,69	87,30	84,33	15,66	6,70
Nacional	Yute	15,33	913,66	1,48	13,59	86,40	77,33	22,66	7,40
Nacional	Gaveta	16,00	914,66	1,48	13,84	86,15	78,66	21,33	7,43
CCN51	Rohan	14,33	919,33	1,55	13,37	86,62	85,33	14,66	6,76
CCN51	Yute	14,00	904,66	1,51	15,03	84,97	76,66	23,33	7,13
CCN51	Gaveta	15,00	904,00	1,49	15,07	84,92	80,33	19,66	8,03
	Eem ±	0,32	1,99	0,02	0,27	0,27	0,52	0,64	0,11
Probabilidad	Variedad	0,0332	0,0145	0,8266	0,0069	0,0069	0,3370	0,3370	0,3861
	Métodos de fermentación	0,2095	0,0049	0,0626	0,0097	0,0097	<0,0001	<0,0001	0,0005
	Variedad*Métodos de fermentación	0,8101	0,3635	0,4905	0,6543	0,6543	0,3694	0,3694	0,0939
	CV	5,9	0,59	4,83	5,21	0,84	1,76	7,23	4,34

Tabla 8. Efecto sobre las propiedades físicas de las almendras de las variedades de cacao aplicando los diferentes métodos de fermentación

Según el panel de cata como se evidencia en la Tabla 9 sobre el efecto del chocolate en los diferentes métodos de fermentación, las variables tanto aroma, amargor, cacao, frutos secos, floral he intensidad presentaron diferencia estadística significativa en base a la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p < 0.05$) siendo el mejor tratamiento la variedad Nacional fermentado en cajas micro fermentadoras el cual le brinda sabores y notas apetecibles para los catadores, no obstante, las otras variables no tuvo el mismo comportamiento.

Variedad	Factor Métodos de fermentación	Variable								
		Aroma	Acidez	Amargor	Cacao	Nuez	Frutos Secos	Floral	Intensidad	Color
Nacional	Rohan	4,72	0,52	3,28	4,72	4,60	3,52	5,00	5,00	4,72
Nacional	Yute	3,60	0,00	3,16	4,40	4,20	3,36	5,00	5,00	4,64
Nacional	Gaveta	3,88	0,00	4,88	4,84	4,00	2,84	5,00	5,00	4,80
CCN51	Rohan	4,48	0,00	4,00	4,92	4,92	3,20	3,88	3,28	4,44
CCN51	Yute	3,48	0,52	3,36	4,88	4,00	2,76	3,52	4,00	4,68
CCN51	Gaveta	3,76	0,28	4,56	3,60	4,00	2,52	4,40	3,20	4,48

	Eem ±	0,06	0,04	0,05	0,06	0,04	0,07	0,04	0,03	0,08
Probabilidad	Variedad	0,0479	0,1035	0,0053	0,0147	0,4308	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0655
	Métodos de fermentación	<0,0001	0,1428	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,7961
	Variedad*Métodos de fermentación	0,7800	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,3474	<0,0001	<0,0001	0,2805
	CV	12,32	9,36	11,17	10,16	7,23	18,26	7,20	5,90	13,31

Tabla 9. Efecto sobre las propiedades sensoriales del licor de cacao de las variedades de (Theobroma cacao L.) con los diferentes métodos de fermentación

DISCUSIÓN

Menciona Marca & Maldonado, (2018) que los parámetros morfológicos dependen de factores tales como: la parte geográfica, la variedad y el estado de la mazorca de cacao; Amador et al., (2022) menciona que el peso del fruto de la mazorca de cacao Nacional es de 588.06 gramos, el largo del fruto 17.04 y además el número de semillas de 30.86, lo cual en la presente investigación tiene un valor mayor en el sentido que puede variar por factores ambientales y de región. Montaleza et al., (2020) en su investigación tuvo resultados que sea asemejan a los encontrados en cacao CCN-5, de la misma manera reafirma que estos valores puedes variar por la localidad o país.

Según Vera et al., (2023) indica que la temperatura debe subir de una manera paulatina con el objetivo que se logró cumplir con los procesos químicos y la muerte del embrión de cacao, una temperatura adecuada no debe ser mayor a 50°C por motivo que afectaría a la calidad del grano de cacao y al licor “una sobrefermentación” al contrario si la temperatura es menor de 40°C no se cumpliría con los parámetros necesarios de calidad al no existir una fermentación adecuada. En relevancia según (Vásquez et al., 2022) en su investigación en cacao Nacional en cajas Micro – fermentación tipo Rohan que obtuvo una temperatura inicial adecuada es 28°C por lo tanto no debe ser superior a 50°C, guardando relación con la presente investigación.

En la investigación realizada por Cedeño et al., (2023) indica que el método de fermentación sacos de yute es uno de los mas conocidos en el campo cacaotero, manteniendo una temperatura adecuada, a su vez guarda relación con los datos encontrados

en esta investigación al utilizar sacos de yute. (Mocca, 2013) es apropiado utilizar las gavetas para tener una aeración de manera inmediata.

Intriago et al., (2022) determinó que en la etapa de postcosecha los sólidos solubles (°Brix) disminuye en cuestión del tiempo por motivo que los microorganismos presentes en la etapa fermentativa consumen los azúcares lo cual ayuda a mantener una fermentación adecuada y la calidad de la almendra de cacao.

Los autores Alvarado et al., (2022) en su estudio indican que un pH adecuado debe estar en un rango inicia de 3.0 y llegar a 5,5 para que se desarrolle los precursores de sabores.

Álvarez et al., (2022), indica que para ver la calidad del grano y si cumplió con una adecuada fermentación es necesario realizar la prueba de corte para determinar la calidad de las almendras de cacao, la Norma INEN, (2018) menciona que es apropiado realizar esta prueba antes de elaborar un licor de cacao, por lo cual si existen almendras violetas pueden afectar la calidad y sabores no deseados, una humedad adecuada debe estar en un rango entre 6 a 8% para que no exista presencia de mohos.

Alvarado et al., (2022) indica que las cajas micro fermentadores en cajas de maderas blancas tipo Rohan permite al desarrollo de precursores de aroma, lo que evita que se contamine los granos de cacao, Erazo et al., (2021) al realizar su investigación en la fermentación de cacao en cajas de madera blancas encontró que en la evaluación de las propiedades sensoriales del licor de cacao elaborado artesanalmente los cuales encontraron los valores a cacao los cuales son similares al presente estudio y a su vez a desarrollar notas sensoriales adecuadas, además el color marrón se debe al proceso oxidativo.

Según Vásquez et al., (2023) el tipo de fermentación aplicado en la postcosecha de las almendras de cacao determinará la calidad sensorial desarrollando aroma, sabor, color resultante del licor de cacao, empezando por una fermentación microbiológica donde tiene una actividad de transformación de procesos químicos para obtener un licor de cacao.

Con respecto a lo encontrado por Bravo & Tuárez, (2023), en los estudios elaborados asegura que los valores tienden a variar por las condiciones ambientales o la influencia del secado lo cual puede quedar atrapados una mayor cantidad de ácidos volátiles.

CONCLUSIONES

La Evaluación de los diferentes procesos de fermentación sobre la calidad de la almendra

de cacao si bien es cierto que, en algunas variables físicos químicos, de prueba de corte y sensorial de la almendra de cacao fermentada, presenta diferencia significativa en cuestión de cajas Rohan, es necesario indicar, que no existe normativa específica para los valores de estas variables en función de los tratamientos de estudio, no obstante, se puede indicar que, al compararse con los encontrados por otros autores, los presentes hallazgos guardan relación encontrados por otros autores.

Al comparar el mejoramiento de la fermentación en los diferentes tratamientos de estudio para obtener un chocolate, el cual tuvo mayor incidencia en almendras de cacao fermentadas en cajas Rohan y sacos de yute, se puede indicar que las almendras fermentadas en gavetas no tuvieron mayor incidencia en granos fermentados.

Al analizar la calidad fermentativa de las almendras de cacao según la Normativa INEN 176:2018, indica que la calidad de granos de cacao se evidencia en la etapa de fermentación para que exista un proceso adecuado y una humedad óptima para los granos de cacao, , no obstante las cajas Rohan presentó un proceso adecuado en cuestión de homogenización de fermentación, la mejora de los procesos de fermentación para los agricultores del centro Agrícola del Cantón Quevedo tendrá un gran Beneficio en productividad y elaborar productos a base de esta materia prima como en emprendimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (2020). El cacao en la costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. *Estudios de La Gestión Revista Internacional de Administración*, 7, 59–83. [https://doi.org/https://doi.org/10.32719/25506641.2020.7.3](https://doi.org/10.32719/25506641.2020.7.3)
- Abreu, G., Arujo, Q., Valle, R., Sodré, G., & Souza, S. (2017). Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) PH-16 en la región cacaotera de Bahia, Brasil. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(12), 579–587. <https://doi.org/10.19136/era.a4n12.1274>
- Alvarado, K., Vera, J., Tuarez, D., & Intriago, F. (2022). Fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.) con adición de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y enzima (PPO's) en la disminución de metales pesados. *Centrosur*, 2014, 1–24. <https://centrosuragraria.com/index.php/revista/article/view/191>
- Álvarez, C., Liconte, N., Pérez, E., Lares, M., & Perozo, J. (2022). Revisión sobre los

- atributos físicos, químicos y sensoriales como indicadores de la calidad comercial del cacao. *Petroglifos*, 5(1), 1–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.6548316>
- Amador, C., Alvarado, A., Farah, S., & Martillo, J. (2022). Caracterización morfológica del cacao nacional “Theobroma cacao L.” del cantón Naranjal, Ecuador. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 34(4), 80–97. <https://doi.org/https://doi.org/10.37815/rte.v34n4.978>
- Balmes, J. (2022). Modelos de gobernanza en las dominaciones de origen para el desarrollo territorial, aproximaciones desde el caso del cacao en América Latina. *Reis*, 32(60), 1–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.24836/es.v32i60.1261>
- Bravo, K., & Tuárez, D. (2023). Micro fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.) en cajas de madera no convencionales: impacto en la calidad del licor (C. Zambrano (ed.); 1st ed., Vol. 1). Universidad Técnica de Manabí. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/9cf94fe1-8159-49de-9ac3-3e98380c9d24/content>
- Carbonero, P. (2010). Bioquímica de las fermentaciones. *Endangered Species Research*, 10(1), 9–20.
- Cedeño, J., Intriago, F., & Parraga, C. (2023). Inducción de microorganismos eficaces (EM) en la masa fermentativa del cacao (*Theobroma cacao* L.) y su incidencia las características físico química y antioxidantes [Universidad Técnica de Manabí]. <http://repositorio.utm.edu.ec/items/24b97183-61cd-4f51-a38a-ec22b806a986/full>
- Contreras, C., Ortíz, L., Fariñas, L., & Parra, P. (2023). Fermentadores para cacao usados por los productores de la localidad de Cumboto, Venezuela [Universidad Técnica de Manabí]. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000200006
- Erazo, C., Bravo, K., Tuárez, D., Fernández, Á., Torres, Y., & Vera, J. (2021). Efecto de la fermentación de cacao (*theobroma cacao* L.), variedad nacional y trinitario, en cajas de maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao. *Revista de Investigación Talentos*, 8(2), 42–55. <https://doi.org/10.33789/talentos.8.2.153>
- García, A., Pico, B., & Jaimez, R. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Novasineria Revista Digital*

- De Ciencia, Ingeniería Y Tecnología, 4(2), 152–172.
<https://doi.org/https://doi.org/10.37135/ns.01.08.10>
- INEN. (1986). NTE INEN 173 Cacao en grano. Determinación de la humedad. Intituto Ecuatoriana de Normalización INEN, 1–3.
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/173.pdf>
- INEN. (1995). NTE INEN 177. Cacao en grano muestreo. COCOA BEANS. SAMPLING.
- INEN. (2018). Granos de cacao. Requisitos NTE INEN 176-5. Norma Técnica Ecuatoriana, 5, 8.
- Iniesta, J. (2016). Universidad miguel hernández de elche “caracterización físico-química y compuestos funcionales de cuatro variedades de naranjas tardías” trabajo fin de grado. Universita Miguel Hernández.
- Intriago, F., Vera, J., Vásquez, L., & Alvarado, K. (2022). Inducción anaeróbica de Bradyrhizobium japonicum en la postcosecha de híbridos experimentales de cacao y su mejoramiento en la calidad fermentativa. Journal of Science and Research UTB, 7(2), 19–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.7723254>
- Kamiloglu, S., Omeroglu, P., & Copur, O. (2022). Making cocoa origin traceable. Trends in Sustainable Chocolate Production, 4(2), 189–228.
https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-90169-1_6
- Marca, J., & Maldonado, C. (2018). Caracterización morfológica de cacao Nacional boliviano (Theobroma Cacao L.) en Sapecho, Alto Beni-Bolivia. Revista de La Carrera de Ingeniería Agronomía, 4(2), 1082–1088.
<https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/217/207>
- Mocca. (2013). Cosecha, fermentación y secado del cacao. Cacaomovil, 3(1), 1–55.
<https://cacaomovil.com/site/guide-download?slug=cosecha-fermentacion-y-secado-del-cacao&order=8#:~:text=El método de la fermentación,al proveer una aireación rápida.>
- Montaleza, J., Quevedo, J., & García, R. (2020). Análisis de la diversidad morfológica de cacao (Theobroma cacao.L) del jardín clonal de la universidad técnica de Machala. Agroecosistemas, 8(2), 49–57. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/400>
- Nogales, J., Graziani, L., & Ortiz, L. (2006). Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera.

- Agronomía Trop, 21(6), 5–20.
- Quinde, V., Buracam, R., & Bucaram, M. (2019). Factores productivos de la producción de cacao nacional de la Provincia del Guayas. *Espiraes Revista Multidisciplinaria de Investigación*, 3(31), 104–115. <https://doi.org/10.31876/er.v3i31.720>
- Quito, L., Angulo, A., Villavicencia, J., & Satander, M. (2022). Caracterización agro-socioeconómica de los productores de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el recinto El rosario, cantón Naranjito, Guayas. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 6(42), 399–408. <https://doi.org/https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol6iss42.2022pp399-408>
- Sanchez, M., Vargas, Y., & Burbano, R. (2019). Evaluation of the Cocoa Bean (*Theobroma Cacao* L.), using Two Fermentators, Orellana and Sucumbios Provinces, Ecuador. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 08(7), 278–283.
- Solórzano, R., Casanova Mendoza, T., & Plaza Avellán, L. (2016). Mejoramiento y homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao y café. INIAP, 433, 21–30.
- Steinau, I., González, S., & Castañeda, V. (2016). Evaluación de la incidencia de la fermentación en la calidad del grano de cacao trinitario en Caluco, Sonsonate, El Salvador. *Agrociencia*, 1(1), 1–15. <https://revistas.ues.edu.sv/index.php/agrociencia/article/view/716>
- Tinoco, H. A., & Ospina, D. Y. (2010). Análisis Del Proceso De Deshidratación De Cacao Para La Disminución Del Tiempo De Secado. *Revista EIA*, 13, 53–63.
- Vásquez, L., Vera, J., Alvarado, K., Ochoa, K., Intriago, F., Naga-Raju, M., & Radice, M. (2023). Calidad sensorial de cuatro cruces experimentales de cacao adicionando pasta de frutas deshidratadas. *Revista Multidisciplinaria Desarrollo Agropecuario, Tecnológico, Empresarial y Humanista*, 5(1), 1–9. <https://www.dateh.es/index.php/main/article/view/112>
- Vásquez, L., Vera, J., Erazo, C., & Intriago, F. (2022). Induction of rhizobium japonicum in the fermentative mass of two varieties of cacao (*Theobroma Cacao* L.) as a strategy for the decrease of cadmium. *International Journal Od Health Sciences*, 6(3), 11354–11371. <https://doi.org/https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS3.8672> Induction
- Vera, J., Álvarez, M., & Ibáñez, A. (2021). Sistema de producción de la almendra y del

- cacao: Una caracterización necesaria. *Revista de Ciencias Sociales*, 27(ESPECIAL 3), 372–390. <https://doi.org/10.31876/rsc.v27i.36525>
- Vera, J., Benavides, J., Vásquez, L., Alvarado, K., Reyes, J., Intriago, F., Naga, M., & Castro, V. (2023). Effects of two fermentative methods on cacao (*Theobroma cacao* L.) Trinitario, induced with *Rhizobium japonicum* to reduce cadmium. *Revista Colombiana de Investigación Agroindustriales*, 10(1), 95–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.23850/24220582.5460>
- Vera, J., Vallejo, C., Párraga, D. E., Macías, J., Ramos, R., & Morales, W. (2015). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*theobroma cacao* l.) en el ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(2), 21–34. <https://doi.org/10.18779/cyt.v7i2.99>