



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter complejo, presentado al
H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener
del título de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

“Incidencia del estado de madurez, tiempo y temperatura de
fermentación sobre los parámetros de calidad en granos de cacao para
exportación”.

AUTORA:

Leonor Sabina Mariño Palacios

TUTOR:

Ing. Roberto Medina B., MAE

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

El alcohol de cacao pierde entre el 5 % y el 15 % durante la producción y el almacenamiento debido a factores como la evaporación, el 40 % de las pérdidas en calidad organoléptica del cacao ecuatoriano se deben a prácticas de fermentación inadecuadas; este porcentaje refleja la importancia crítica de optimizar las variables de tiempo y temperatura durante el proceso de fermentación, la fermentación de los granos de cacao es la etapa más crítica en la elaboración del chocolate, donde los granos frescos sufren un periodo controlado de decadencia bioquímica; el tiempo de fermentación varía entre 5 y 7 días en promedio, y es en este proceso en el que se desarrollan los sabores y aromas auténticos del cacao; el presente trabajo se basa en los dominios de Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología, el tema propuesto es “Análisis de la incidencia del estado de madurez, tiempo y temperatura de fermentación sobre los parámetros de calidad en granos de cacao para exportación”; el presente documento se realizó mediante la recopilación de una lista completa de datos bibliográficos de diversas fuentes, incluidos google academic, worldcat.org, libros, revistas académicas, artículos científicos de alto impacto, tesis y manuales técnicos.

Palabras claves: *Theobroma*, calidad, variedad, exportación, Ecuador.

SUMMARY

Cocoa alcohol loses between 5 % and 15 % during production and storage due to factors such as evaporation, 40 % of the losses in organoleptic quality of Ecuadorian cocoa are due to inadequate fermentation practices; this percentage reflects the critical importance of optimizing time and temperature variables during the fermentation process, fermentation of cocoa beans is the most critical stage in chocolate making, where the fresh beans undergo a controlled period of biochemical decay; the fermentation time varies between 5 and 7 days on average, and it is in this process that the authentic flavors and aromas of cocoa develop; this work is based on the domains of agricultural resources, environment, biodiversity and biotechnology, the proposed topic is "Analysis of the incidence of the state of maturity, time and temperature of fermentation on the quality parameters in cocoa beans for export"; this paper was made by collecting a comprehensive list of bibliographic data from various sources including google academic, worldcat.org, books, academic journals, high impact scientific articles, theses and technical manuals.

Keywords: *Theobroma*, quality, variety, export, Ecuador.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
1. CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.1.1 Formulación del problema.....	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Línea de investigación	3
2. DESARROLLO	4
2.1 Marco conceptual	4
2.1.1 Origen del cultivo de cacao.....	4
2.1.2 Morfología y taxonomía del cultivo de cacao.....	4
2.1.3 Cacao variedad CCN-51.....	5
2.1.4 Cacao variedad Nacional.....	5
2.1.5 Importancia económica y cultural del cacao en Ecuador.....	5
2.1.6 Importancia de la fermentación en la producción de cacao.....	6
2.1.7 Impacto del estado de madurez en la calidad del cacao	8
2.1.8 Tiempo de fermentación	10
2.1.9 Temperatura de fermentación.....	10
2.1.10 Características organolépticas de los granos de cacao	11
2.1.11 Parámetros físico-químicos de los granos de cacao	11
2.1.12 Composición química de los granos de cacao	12
2.1.13 Normativas para exportación de cacao desde Ecuador	12
2.2 Marco metodológico.....	15
2.3 Resultados.....	16
2.4 Discusión de resultados.....	22
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
3.1 Conclusiones	24

3.2	Recomendaciones	25
4.	REFERENCIAS Y ANEXOS	26
4.1	Referencias bibliográficas	26
4.2	Anexos.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del cacao.....	4
Tabla 2. Estados de madurez fisiológica hasta la madurez organoléptica.....	9
Tabla 3. Características organolépticas Cacao CCN-51	16
Tabla 4. Características organolépticas Cacao Nacional	16
Tabla 5. pH en los granos de cacao CCN-51	16
Tabla 6. pH en los granos de cacao Nacional	17
Tabla 7. Acidez en los granos de cacao CCN-51	17
Tabla 8. Acidez en los granos de cacao Nacional.....	17
Tabla 9. Contenido de azúcares en los granos de cacao CCN-51	18
Tabla 10. Contenido de azúcares en los granos de cacao Nacional	18
Tabla 11. Polifenoles en los granos de cacao CCN-51	18
Tabla 12. Polifenoles en los granos de cacao Nacional	18
Tabla 13. Teobromina en los granos de cacao CCN-51.....	19
Tabla 14. Teobromina en los granos de cacao Nacional.....	19
Tabla 15. Cafeína en los granos de cacao CCN-51	19
Tabla 16. Cafeína en los granos de cacao Nacional	20
Tabla 17. Contenido de grasas en los granos de cacao CCN-51	20
Tabla 18. Contenido de grasas en los granos de cacao Nacional.....	20
Tabla 19. Tiempos de fermentación en los granos de cacao CCN-51.....	21
Tabla 20. Tiempos de fermentación en los granos de cacao Nacional.....	21
Tabla 21. Temperaturas de fermentación en los granos de cacao CCN-51	21
Tabla 22. Temperaturas de fermentación en los granos de cacao Nacional	21

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Fermentación de granos de cacao en lona o sacos.....	32
Ilustración 2. Fermentación de granos de cacao en montón.....	32
Ilustración 3. Fermentación de granos de cacao en cajones	32
Ilustración 4. Fermentación de granos de cacao en tambor rotatorio.....	33
Ilustración 5. Fermentación de los granos de cacao	33

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

El alcohol de cacao pierde entre el 5 % y el 15 % durante la producción y el almacenamiento debido a factores como la evaporación. Debido a su alta volatilidad, su calidad se deteriora rápidamente, lo que impide que se exporte fácilmente. Los derivados sólidos como el grano, manteca y polvo, son el foco del mercado del cacao (Erazo *et al.*, 2021). El cacao es uno de los productos agrícolas más importantes de Ecuador, especialmente en la provincia de Los Ríos, donde se cultivan diversas variedades como CCN-51 y Nacional (Carranza *et al.*, 2020).

El 40 % de las pérdidas en calidad organoléptica del cacao ecuatoriano se deben a prácticas de fermentación inadecuadas. Este porcentaje refleja la importancia crítica de optimizar las variables de tiempo y temperatura durante el proceso de fermentación para mejorar la calidad del cacao (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2021).

Ecuador, de acuerdo con un análisis realizado por el Ministerio de Agricultura de Ecuador (2020), el país es líder en producción de cacao fino de aroma y tercer productor y exportador de cacao en el mundo. Alcanza el 80 % de la producción en las provincias Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas, Santa Elena y El Oro.

1.1.1 Formulación del problema

¿Cómo incide el estado de madurez, tiempo y las temperaturas de fermentación sobre los parámetros de calidad en granos de cacao para exportación?

1.2 Justificación

Las variedades de cacao cultivadas en la provincia de Los Ríos, presentan características únicas que, cuando se manejan adecuadamente, pueden incrementar significativamente su valor comercial. Sin embargo, la inconsistencia en las prácticas de fermentación ha llevado a variaciones en la calidad organoléptica y el estado de madurez de estas variedades, afectando negativamente la competitividad de los productores locales (Carranza *et al.*, 2020).

La fermentación microbiana, donde una variedad de microorganismos, como bacterias y levaduras, descomponen la pulpa mucilaginosa que recubre los granos de cacao. Este proceso no solo ayuda a eliminar esta capa externa, sino que también contribuye a la liberación de calor, lo que eleva la temperatura en el montón de granos de cacao y crea un ambiente propicio para las reacciones bioquímicas subsiguientes (Erazo, 2019)

Desde un punto de vista económico y social, la estandarización y mejora de las prácticas de fermentación podrían traducirse en mayores ingresos para los agricultores de Los Ríos. Esto no solo mejoraría la calidad de vida de estas comunidades, sino que también incentivaría la inversión en tecnología agrícola y capacitación, promoviendo un desarrollo rural sostenible (Carranza *et al.*, 2020).

La fermentación de los granos de cacao es la etapa más crítica en la elaboración del chocolate, donde los granos frescos sufren un periodo controlado de decadencia bioquímica. El tiempo de fermentación varía entre 5 y 7 días en promedio, y es en este proceso en el que se desarrollan los sabores y aromas auténticos del cacao. Sin embargo, adicionalmente a la gestión de los factores de vulnerabilidad, la temperatura también es un aspecto fundamental y, por lo tanto, se necesita un rango de 45 a 50 grados Celsius para asegurar que se mantenga el nivel (Erazo, 2019).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Determinar la incidencia del estado de madurez, tiempo y temperatura de fermentación sobre los parámetros de calidad en granos de cacao para exportación (Países Bajos, Alemania, Bélgica).

1.3.2 Objetivos específicos

- Comprender el impacto del estado de madurez de los granos de cacao en las características organolépticas (sabor, aroma y textura) de las variedades CCN-51 y Cacao Nacional para exportación.
- Describir los efectos de los tiempos de fermentación sobre los parámetros físico-químicos (pH, acidez, contenido de azúcares, y polifenoles) de los granos de cacao CCN-51 y Cacao Nacional.
- Detallar la influencia de diversas temperaturas de fermentación en la composición química (teobromina, cafeína, y contenido de grasas) y calidad organoléptica de las variedades de cacao CCN-51 y Cacao Nacional.

1.4 Línea de investigación

El presente trabajo se basa en los dominios de Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología, el tema propuesto es “Análisis de la incidencia del estado de madurez, tiempo y temperatura de fermentación sobre los parámetros de calidad en granos de cacao para exportación”, el mismo se enfoca en la línea de: Desarrollo Agropecuario, Agroindustrial Sostenible y Sustentable, y en la sublínea: Procesos agroindustriales.

2. DESARROLLO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Origen del cultivo de cacao

Es un cultivo tropical que prospera en regiones cercanas al Ecuador, específicamente entre las latitudes 10 ° Norte y 10 ° Sur, se cultiva en África, Asia, Oceanía y América. Perteneció al género *Theobroma*, familia Malvaceae, con más de 22 especies, y es nativo de Sudamérica (IICA, 2024). Investigaciones arqueológicas recientes sugieren que el cacao puede haberse originado en Ecuador. Se encontraron cerámicas derivadas de residuos de cacao en la selva amazónica y se remontan 3 300 a.C.; esto muestra que el cacao en el Ecuador se cultiva hace más de 5 000 años (República del Cacao, 2024).

2.1.2 Morfología y taxonomía del cultivo de cacao

En la “Tabla 1” se observa la taxonomía del cacao. Es un árbol o arbusto semicaducifolio que alcanza hasta 12 m de altura, tallos ligeramente pubescentes en ejes jóvenes. Hojas, simples, y pecíolo de 14 - 27 mm de largo. Flores hermafroditas de 20 mm de diámetro. Fruto esférico o fusiforme, de color púrpura o amarillo en la madurez, endocarpio duro y carnoso que contiene semillas café-rojizas, ovadas y ligeramente comprimidas (Dostert *et al.*, 2024).

Tabla 1.

Taxonomía del cacao

Taxonomía del cacao	
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Familia:	Malvaceae
Género:	<i>Theobroma</i>
Especie:	<i>cacao</i>
Nombre científico:	<i>Theobroma cacao L.</i>

Nota. Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2022)

2.1.3 Cacao variedad CCN-51

En la década de 1 870 – 1 920, Ecuador fue uno de los primeros productores de cacao con las cuotas de producción más grandes del mundo. Lamentablemente, no se implementaron medidas preventivas para controlar Monilia, que en 1 915 fue denominada "Frosty Pod" o "Mal de Quevedo" y la escoba de bruja en 1 916, causando la destrucción del 70 % de la producción de cacao del país (GrandSur Ecuador, 2024).

De acuerdo al Ministerio de Agricultura y Ganadería (2019) en los años 60, el productor Homero Castro Zurita desarrolló esta variedad de cacao en el cantón Naranjal, provincia del Guayas, Ecuador. Entre los beneficios de sembrar esta variedad de cacao se encuentra su adaptabilidad a los diferentes climas del país, alta productividad y su resistencia a enfermedades.

2.1.4 Cacao variedad Nacional

El cacao tipo Nacional es reconocido a nivel mundial por su calidad sensorial y tiene un precio elevado en los mercados internacionales, los complejos híbridos de cacaos nacionales y trinitarios también existen (Ortiz *et al.*, 2019). La introducción de cacaos de otros países y sus cruces contribuyen a la gran diversidad genética de los nacionales nativos (Carranza *et al.*, 2020).

Se le conoce como Cacao Fino y de Aroma, se volvió famoso entre los extranjeros por sus fragancias y sabores frutales y florales, y poco a poco se fue llamando Cacao Arriba. La industria de la confitería reconoce su valor agregado debido a su organolepsia. Solo representa el 12 % de la producción global de cacao (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, 2024).

2.1.5 Importancia económica y cultural del cacao en Ecuador

El cacao ha desempeñado un papel significativo en la economía e historia de Ecuador, ya que, junto con el banano y el petróleo, forma la tríada más significativa de productos primarios de exportación, siendo estos tres elementos cruciales para conectar a Ecuador con la economía global (Abad *et al.*, 2019).

El cultivo de cacao es importante en la economía nacional de Ecuador, ya que es la base de muchas familias, no solamente en la Costa, sino en las faldas de la Cordillera Andina

(Cervantes *et al.*, 2020). A nivel global, se considera importante su consumo no solo como chocolate, sino también como ingrediente básico debido a la valoración del refinamiento de los granos para un consumo nutritivo (Mendoza *et al.*, 2020).

La producción de cacao no solo es una actividad económica importante, sino que también es una parte importante de la vida rural y las tradiciones comunitarias, con festivales, recetas ancestrales y prácticas agrícolas que se han transmitido de generación en generación (Abad *et al.*, 2019).

2.1.6 Importancia de la fermentación en la producción de cacao

Según Fornero (2019) el sabor y la acidez final de los granos de cacao están influenciados por los procesos de fermentación. Dicen que el cacao carecería de sabores sin estos procesos. Los granos de cacao en realidad no sufren fermentaciones, sino que son las pulpas blancas y jugosas que las rodean se fermentan por levaduras, bacterias y enzimas. Los granos se transforman interna y externamente como resultado de la fermentación de la pulpa por calor, ácido y enzimas. Antes de extraerla de la vaina, la pulpa en sí es estéril; sin embargo, cuando se abre la vaina, las levaduras y bacterias que se desarrollan naturalmente se infiltran pronto en la pulpa.

2.1.6.1 Tipos de fermentación de los granos de cacao

1. La fermentación en lona o saco, consiste en colocar los granos de cacao en lonas de yute, plástico u otro material, cerrarlas y luego cubrirlas con plástico u hojas de plátano para mantener la temperatura dentro de los granos. Los granos deben colgarse encima de un soporte de madera o colgarse para permitir que el mucílago se escurra, para el volteo de los granos se sacuden los sacos (González, 2021).
2. La fermentación en montón es cuando el grano de cacao en baba se coloca encima de un tendedero, ya sean hechos de hojas de plátano, paletas de madera o guadua, con espacio suficiente para que el mucílago se vertiera. Después, se cubre con plástico u

hojas de plátano. Para voltear, se emplea una pala para que los granos de la superficie queden dentro de la pila (González, 2021).

3. La fermentación en cajas es el método más común utilizado por los agricultores. Este método implica colocar los granos de cacao en una caja de madera con aberturas de 5 a 10 mm, es importante introducir aire en la pila de granos. Los contenedores se pueden apilar para crear forma de escalera para la fermentación, así los granos pasan de una caja a otra por la fuerza de gravedad (Pérez *et al.*, 2019).
4. Fermentación en tambor rotatorio es un cilindro de madera con dos tapas, una hermética que permite la fermentación anaeróbica y otra con rejillas que permite la fermentación acética. También tiene una manivela que le permite girar. El fermentador debe estar apoyado por una base que lo levante del suelo. Para este método, el cilindro se llena hasta la mitad con granos. Esto permite que los granos se muevan libremente en los volteos, rotando el fermentador cada vez que sea necesario (Koffi *et al.*, 2019).

2.1.6.2 Fermentación microbiana

De acuerdo a Erazo (2019), la fermentación microbiana ocurre en cuatro fases:

- Los microorganismos pasan por una sucesión en la fermentación. Esto comienza con diferentes especies de levadura, por ejemplo *Hanseniaspora guilliermondii* - *Saccharomyces cerevisiae* - *Candida silvae* - *C zemplinina* - *C krusei* y *Pichia kudriavzevii*.
- Estas levaduras convierten el azúcar de la pulpa en etanol como parte de su proceso de degradación la pectina, lo que altera la textura del grano y eliminan el ácido cítrico al reducir la acidez. Sin embargo, el consorcio de levaduras consume oxígeno, lo que crea un ambiente sin oxígeno favorece el crecimiento de bacterias que producen ácido láctico. Las bacterias lácticas, como *Lactobacillus colonides*, *L. fermentum*, *L. mali*, *L. plantarum*, *Leuconostoc pseudomesenteroides*, *L. pseudoficulneum* y *Pediococcus acidilactici*, fermentan los carbohidratos residuales y continúan consumiendo ácido cítrico. Las enzimas del tipo pectinolítico que contienen las levaduras les permiten hidrolizar las

pectinas, lo que reduce la viscosidad de la pulpa de mucílago y permite la entrada de aire, el ambiente aerobio y menos ácido favorecen el desarrollo de bacterias acéticas.

- En la tercera fase, las bacterias acéticas (*Gluconobacter oxydans*, *Acetobacter aceti*, *A. pasteurianus*, *A. syzygii* y *A. fabarum*) transforman el etanol producido por las levaduras en ácido acético, produciendo calor. Esto cambia significativamente los productos de la fermentación.
- En la última fase (cuarta) de la fermentación, las altas temperaturas fomentan el desarrollo de bacterias del género *Bacillus* (*licheniformis*, *megaterium*, *pumilus* y a un pequeño grupo de *B. subtilis*). Estas bacterias producen numerosas enzimas que catalizan reacciones, generando sabores y olores desagradables en el grano de cacao. Sin embargo, también pueden contribuir al sabor mediante la producción de ácidos orgánicos y compuestos saborizantes como el 2,3-butanodiol.

Si la fermentación se extiende demasiado, proliferarán bacterias indeseables como *Pseudomonas*, *Enterobacter* y *Escherichia*, junto con mohos del género *Aspergillus* (*A. glaucus*, *A. niger*, *A. flavus*, *A. tamarii*), así como especies de *Penicillium* y *Mucor*. Esto provocará un pH entre 6 y 7, además, generará olores desagradables de putrefacción (Erazo, 2019).

2.1.7 Impacto del estado de madurez en la calidad del cacao

De acuerdo a Cubillos (2024) el estado de madurez en los granos de cacao es una de las características más evaluadas, esto se debe a que juega un papel importante al momento de recolectar las mazorcas, el proceso de fermentación, para finalmente obtener la producción de chocolate.

La calidad final del cacao depende de su madurez, para que tenga buen sabor y aroma, los granos deben recolectarse en el momento adecuado. Si se recogen demasiado pronto, serán astringentes y amargas; si se recoge demasiado tarde, fermentará de manera desigual y comprometerá la calidad (López, 2024).

2.1.7.1 Etapas del estado de madurez de los granos de cacao

La “Tabla 2” indica los estados de madurez del cacao. El cambio en la coloración de la cascara de las mazorcas inmaduras permite determinar su madurez fisiológica, las mazorcas verdes inmaduras, pueden volverse amarillas; mazorcas rojizas pueden volverse rojo amarillento, amarillentos rojizas o anaranjadas (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, 2024).

Tabla 2.

Estados de madurez fisiológica hasta la madurez organoléptica

Estados de madurez	Características	Semillas
Estado 1	Presencia de caballetes color violeta oscuro y surcos con tonalidades verdes, el mucílago es de una textura algodonosa muy sólida y presenta semillas no desarrolladas en su totalidad.	
Estado 2	Tonalidades similares al estado 1, a excepción que comienza a tener una tonalidad amarilla en los surcos, el mucílago sigue sólido, pero ya comienza a tomar una textura jugosa.	
Estado 3	Tonalidad violeta menos intensa, presencia de tonalidades amarillas alrededor de la mazorca. El mucílago menos denso y “transparente”.	
Estado 4	Surcos con tonalidades amarillas y violetas, el mucílago es más jugoso, menor densidad.	
Estado 5	La mazorca está pronto a cumplir el desarrollo fisiológicamente por completo, el mucílago cumplió su desarrollo, es poco denso.	
Estado 6	La mazorca se ha desarrollado fisiológicamente por completo, el mucílago cumplió su desarrollo, es transparente.	

Nota. Fuente: Mora *et al.* (2021)

2.1.8 Tiempo de fermentación

Durante el proceso de fermentación de los granos de cacao, la pulpa del mucílago se elimina, se produce la muerte del embrión lo que permite mejorar la apariencia de los granos, este proceso permite producir el aroma y el sabor del chocolate (Nogales, 2024).

De acuerdo a Teneda (2024) por lo general la fermentación de las variedades Nacional y CCN-51 dura cinco días, o 120 horas, y durante este tiempo ocurrirán muchos cambios físico-químicos internos y externos de los granos de cacao, como la manifestación y ausencia de sustancias polifenólicas (cianidinas), se desvanecerán en su totalidad entre día tres y cinco de la fermentación al incorporar parte de las reacciones bioquímicas que acontecieron.

Las leucocianidinas comienzan a aparecer entre el segundo y el tercer día, pero desaparecen cuando se combinan con proteínas. El cacao criollo de cotiledón blanco requiere solo tres días para fermentarse, mientras que el cacao forastero de cotiledón morado o púrpura requiere ocho días. Algunas especies de cacao que se cultivan en países cercanos como Venezuela requieren menos días para fermentarse (Teneda, 2024).

2.1.9 Temperatura de fermentación

La temperatura juega un papel importante en el proceso de fermentación del cacao porque una temperatura insuficiente impediría la fermentación completa y una temperatura muy alta podría matar a los microorganismos responsables de la fermentación (Torras, 2024).

Se sabe que durante los primeros días del proceso de fermentación, la temperatura interna del cacao puede llegar a los 45° a 50° C. Después de la primera remoción o aireación, la temperatura empieza a bajar lentamente y luego vuelve a subir una vez más después de la segunda remoción. Al final del proceso, la temperatura del cacao puede llegar a los 48° a 50° C (Gasca, 2024).

Durante la fermentación, elegir un lugar cálido es crucial para elevar la temperatura sin exposición al viento que podría afectar el proceso. Para los granos de cacao CCN-51 y Nacional

se deben fermentar a temperaturas entre 45° C y 50° C. Mantener estas temperaturas ayuda a que crezcan bacterias y levaduras importantes necesarias para la fermentación (Teneda, 2024).

2.1.10 Características organolépticas de los granos de cacao

El manejo de la fermentación, es el primer proceso de transformación organoléptica del cacao, determina la importancia del producto final. Los sabores y la textura del cacao están relacionados con sus propiedades organolépticas. Las mazorcas y semillas de cacao exhiben rasgos físicos, mecánicos, químicos y organolépticos que, durante las diferentes etapas de crecimiento, afectan los olores, sabores y la textura (Salazar, 2022).

Las variedades CCN-51 tienen un sabor especialmente amargo, con partículas de cacao intensas y profundas. Su fuerte aroma parecido al cacao. Suelen ser más resistentes y duraderos, lo que los hace más duraderos durante el procesamiento y el almacenamiento. Las variedades Nacionales generalmente tienen un dulzor natural más pronunciado que el CCN-51, con menos amargor. Conocido por su delicado aroma floral, se incorpora sutilmente con frutas tropicales como el plátano, la piña o el mango. Suelen ser más suaves y mantecosos en comparación con otras variedades (Rosales *et al.*, 2024).

2.1.11 Parámetros físico-químicos de los granos de cacao

En la variedad CCN-51 y Nacional el pH óptimo final de la pulpa sería entre 3.8 y 4.2; y el de la almendra se encuentra entre 4.6 y 4.8. Este rango de pH permite que los granos de cacao fermenten adecuadamente para producir los precursores del sabor y el aroma deseados sin sobrefermentarse, lo que podría dañar la calidad del producto final. La acidez óptima de la almendra en la variedad CCN-51 y Nacional, con un valor final de 0.115 % a 0.142 % (en 100 gramos de almendra de cacao fermentado, hay 0.115 a 0.142 gramos de ácido acético) en alrededor de 60 horas de fermentación (Teneda, 2024).

El contenido de azúcares de la variedad Nacional es aproximadamente de 2.25 % del peso seco, mientras que en la variedad CCN-51 es de 1.85 % del peso seco (Megías *et al.*,

2019). Sin embargo, los polifenoles de estas dos variedades están en un rango de 45.04 mg a 53.63 mg ácido gálico/g cacao desengrasado (Teneda, 2024).

2.1.12 Composición química de los granos de cacao

El tipo de cacao, el origen geográfico, el grado de madurez, la calidad de la fermentación y el secado son algunos de los factores que afectan la composición química de los granos de cacao. La composición química también está influenciada por el beneficio postcosecha (Universidad Nacional de San Martín, 2024).

La teobromina en la variedad Nacional posee un rango entre 1.0 % a 2.5 % y la cafeína entre 0.1 % a 0.3 % del peso seco, mientras que la variedad CCN-51 se estima que la teobromina está en el rango de 1.2 % a 2.0 % y la cafeína entre 0.1 % a 0.25 % del peso seco (Rivera *et al.*, 2024). El contenido de grasas en variedad Nacional es del 47.68 % y en CCN-51 de 48.30 % (Teneda, 2024).

2.1.13 Normativas para exportación de cacao desde Ecuador

Según el Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad (2020) la producción de cacao se dirige principalmente hacia la exportación y un porcentaje menor hacia productos elaborados y chocolate, con destinos como Estados Unidos, Países Bajos, México, Indonesia, Alemania, Bélgica, Colombia, Malasia, entre otros países.

2.1.13.1 Pasos para exportar cacao en grano

Agencia de Regulación y Control Fito Zoosanitario (2021) describe los pasos para la exportación de los granos de cacao:

1. Hacer uso del Sistema de Datos Públicos de Consulta para obtener información de los requisitos fitosanitarios.
2. La persona debe registrarse como operador de AGROCALIDAD en el Sistema GUIA.
3. Usar el Sistema VUE para registrarse como operador de comercio exterior en SENA.
4. Marcar la trazabilidad de cada saco de exportación.

5. Presentar un certificado de fumigación emitido por empresas fumigadoras que han sido acreditadas por AGROCALIDAD.
6. Solicite análisis de laboratorio cuando el país de destino lo requiera (lista de análisis según el producto y el país).
7. Es importante proporcionar los equipos de protección adecuados a los técnicos o al personal autorizado de AGROCALIDAD, los cuales deben ingresar 24 horas posterior a la fumigación.
8. Realizar la inspección no más de cinco días después de la fumigación.
9. Cuando sea necesario, proporcione a AGROCALIDAD la información de los envíos a exportar (proveedores).
10. Debes solicitar una inspección fitosanitaria al correo cacaoz5@agrocalidad.gob.ec, con 48 horas de anticipación a exportar el producto.
11. El Certificado Fitosanitario de Exportación se obtiene mediante el sistema VUE o de manera manual.

2.1.13.2 Regulaciones y normas de ingreso de granos de cacao a Países Bajos (Holanda), Alemania y Bélgica

Según Mincomercio, Industria y Turismo (2024) para exportar granos de cacao a países europeos, es necesario seguir una serie de regulaciones y normas:

1. Requisitos de Seguridad Alimentaria:
 - El Reglamento (CE) No 396/2005 establece límites máximos para los residuos de pesticidas en granos de cacao. Entre 0.01 y 0.1 mg/kg.
 - Según el Reglamento (CE) No 1881/2006, el contenido de ocratoxina A en los granos de cacao no debe exceder los 2 ppb (partes por billón).
 - Los niveles de cadmio en el chocolate y los productos, por debajo de 0.5 mg/kg.
2. Normas de Etiquetado:

- El nombre del producto, el país de origen, el nombre y la dirección del importador, la lista de ingredientes, el contenido neto, el lote, la fecha de producción y la caducidad, las instrucciones de almacenamiento y los posibles alérgenos deben estar incluidos en el etiquetado del producto.
 - La información debe estar en un idioma que el consumidor final pueda comprender.
3. Certificación:
- Aunque no es necesario, las certificaciones de sostenibilidad de Fairtrade, Rainforest Alliance y UTZ pueden mejorar la aceptación del producto en el mercado.
 - Algunos importadores pueden requerir la certificación ISO 22000 para los sistemas de gestión de seguridad alimentaria.
4. Control de Calidad:
- Los granos deben inspeccionarse para asegurarse de que no haya plagas, enfermedades o defectos visibles.
 - Se realizan pruebas para el contenido de humedad (hasta un máximo de 7.5 %), el tamaño del grano y el contenido de grasa (hasta un mínimo del 50 %).
5. Documentación:
- El certificado fitosanitario del país exportador emitido por la autoridad competente significa que el producto cumple con las normas fitosanitarias de la UE.
 - El Certificado de Origen es un documento necesario para fines comerciales y arancelarios que certifica el país de origen del cacao.
 - La facturación comercial describe las transacciones comerciales entre exportadores e importadores.
 - La lista de empaques detalla los productos, el empaque y el contenido de cada envío.

2.2 Marco metodológico

El presente documento se realizó mediante la recopilación de una lista completa de datos bibliográficos de diversas fuentes, incluidos google academic, worldcat.org, libros, revistas académicas, artículos científicos de alto impacto, tesis y manuales técnicos; la información obtenida se procedió a ser leída y analizada, para así realizar una síntesis y lograr brindarle al lector una comprensión completa del tema.

También se verificó la autenticidad y la actualidad de las técnicas sobre las fuentes utilizadas, de esta manera, sería justo suponer que la base de datos fue producida con trabajos genuinos y recientes de investigaciones acreditadas en el ámbito de la lectura y la lingüística. De todo esto, se elaboró un trabajo que puede ser pregonado en cualquier lugar hasta los más altos niveles académicos para cualquier investigación en el campo.

Como complemento a la metodología enunciada, se realizó una revisión por pares donde profesionales en la materia evaluaron críticamente el contenido del documento. El objetivo de esta evaluación fue comprobar su solidez académica así como su congruencia con las normas establecidas en el ámbito de la difusión del conocimiento.

Este escrutinio pretendió agregar otro estrato de control de calidad que debería reforzar la confiabilidad del trabajo. Además, en lugar de aislar la información dentro de capas impenetrables, se debe promover la transparencia, proporcionando detalles bibliográficos completos junto con hipervínculos a los materiales fuente. Esta ley brinda a los lectores acceso directo a la información citada, permitiéndoles atravesar ámbitos de temas específicos según sus inclinaciones individuales.

2.3 Resultados

En la “Tabla 3” la variedad de Cacao CCN-51 presenta en sus características organolépticas, sabor especialmente amargo, aroma es intenso y textura resistente.

Tabla 3.

Características organolépticas Cacao CCN-51

Variedad	Características Organolépticas	Descripción
Cacao CCN-51	Sabor	Especialmente amargo
	Aroma	Intenso/Fuerte
	Textura	Resistentes

Nota. Fuente: Rosales *et al.* (2024)

En la “Tabla 4” la variedad de Cacao Nacional en sus características organolépticas tiene sabor menos amargo, aroma es delicado y floral, textura suave y mantecosa.

Tabla 4.

Características organolépticas Cacao Nacional

Variedad	Características Organolépticas	Descripción
Cacao Nacional	Sabor	Menos amargas
	Aroma	Delicado y floral
	Textura	Suave y mantecosa

Nota. Fuente: Rosales *et al.* (2024)

En la “Tabla 5” y “Tabla 6” se observa el pH en los granos de cacao en variedad CCN-51 y Nacional, pH mínimo un rango de 4.9, el pH medio de 5.0 y el pH máximo 5.3.

Tabla 5.

pH en los granos de cacao CCN-51

Variedad	Rango óptimo	Descripción
Cacao CCN-51	4.8 - 5.3	pH máximo
	5.0	pH medio
	4.9	pH mínimo

Nota. Fuente: Erazo *et al.* (2021); IICA (2024); Rivera *et al.* (2024)

Tabla 6.*pH en los granos de cacao Nacional*

Variedad	Rango óptimo	Descripción
	4.8 - 5.3	pH máximo
Cacao Nacional	5.0	pH medio
	4.9	pH mínimo

Nota. Fuente: Erazo *et al.* (2021); IICA (2024); Rivera *et al.* (2024)

En la “Tabla 7” y “Tabla 8” la acidez en los granos de cacao en variedad CCN-51 y Nacional, indican la acidez mínima es de 0.7 %, acidez media 0.8 % y acidez máxima 0-9 %.

Tabla 7.*Acidez en los granos de cacao CCN-51*

Variedad	%	Descripción
	0.7 % - 0.9 %	Acidez máxima
Cacao CCN-51	0.8 %	Acidez media
	0.7 %	Acidez mínima

Nota. Fuente: Erazo *et al.* (2021); Gutiérrez (2024); Rivera *et al.* (2024)

Tabla 8.*Acidez en los granos de cacao Nacional*

Variedad	%	Descripción
	0.7 % - 0.9 %	Acidez máxima
Cacao Nacional	0.8 %	Acidez media
	0.7 %	Acidez mínima

Nota. Fuente: Erazo *et al.* (2021); Gutiérrez (2024); Rivera *et al.* (2024)

La “Tabla 9” y “Tabla 10” muestran el contenido de azúcar en los granos de cacao de las variedades CCN-51 y Nacional, el contenido de azúcar mínima es de 5.5 % de peso seco, el contenido medio de 6.2 % del peso seco y como contenido máximo de 6.5 % del peso seco.

Tabla 9.*Contenido de azúcares en los granos de cacao CCN-51*

Variedad	Peso seco %	Descripción
	6.5 %	Azúcar máxima
Cacao CCN-51	6.2 %	Azúcar media
	5.5 % - 6.5 %	Azúcar mínima

Nota. Fuente: Gutiérrez (2024); IICA (2024); Teneda (2024)

Tabla 10.*Contenido de azúcares en los granos de cacao Nacional*

Variedad	Peso seco %	Descripción
	6.5 %	Azúcar máxima
Cacao Nacional	6.2 %	Azúcar media
	5.5 % - 6.5 %	Azúcar mínima

Nota. Fuente: Gutiérrez (2024); IICA (2024); Teneda (2024)

En la “Tabla 11” y “Tabla 12” se observa los polifenoles de los granos de cacao CCN-51 y Nacional, polifenoles mínimos son de 35 - 55, medio de 40 - 60 y máximo de 45 - 65.

Tabla 11.*Polifenoles en los granos de cacao CCN-51*

Variedad	mg ácido gálico/g	Descripción
	45 - 65	Polifenoles máximos
Cacao CCN-51	40 - 60	Polifenoles medios
	35 - 55	Polifenoles mínimos

Nota. Fuente: Rivera *et al.* (2024); Erazo *et al.* (2021); Gutiérrez (2024)**Tabla 12.***Polifenoles en los granos de cacao Nacional*

Variedad	mg ácido gálico/g	Descripción
	45 - 65	Polifenoles máximos
Cacao Nacional	40 - 60	Polifenoles medios
	35 - 55	Polifenoles mínimos

Nota. Fuente: Rivera *et al.* (2024); Erazo *et al.* (2021); Gutiérrez (2024)

La “Tabla 13” y “Tabla 14” se observa la composición química la teobromina de las variedades CCN-51 y Nacional, la teobromina se encuentra en un rango de 1.0 % a 1.5 %.

Tabla 13.

Teobromina en los granos de cacao CCN-51

Variedad	Peso seco %	Descripción
	1.5 %	Teobromina máxima
Cacao CCN-51	1.0 %	Teobromina media
	1.0 % - 1.5 %	Teobromina mínima

Nota. Fuente: Gutiérrez (2024); IICA (2024); Teneda (2024)

Tabla 14.

Teobromina en los granos de cacao Nacional

Variedad	Peso seco %	Descripción
	1.5 %	Teobromina máxima
Cacao Nacional	1.0 %	Teobromina media
	1.0 % - 1.5 %	Teobromina mínima

Nota. Fuente: Gutiérrez (2024); IICA (2024); Teneda (2024)

La “Tabla 15” y “Tabla 16” muestran la cafeína presentes en los granos de cacao en variedad CCN-51 y Nacional en peso seco, el rango mínimo es de 0.2 %, medio 0.3 % y máximo de 0.5 %.

Tabla 15.

Cafeína en los granos de cacao CCN-51

Variedad	Peso seco %	Descripción
	0.3 % - 0.5 %	Cafeína máxima
Cacao CCN-51	0.3 %	Cafeína media
	0.2 % - 0.4 %	Cafeína mínima

Nota. Fuente: Erazo *et al.* (2021); IICA (2024); Teneda (2024)

Tabla 16.*Cafeína en los granos de cacao Nacional*

Variedad	Peso seco %	Descripción
	0.3 % - 0.5 %	Cafeína máxima
Cacao Nacional	0.3 %	Cafeína media
	0.2 % - 0.4 %	Cafeína mínima

Nota. Fuente: Erazo *et al.* (2021); IICA (2024); Teneda (2024)

La “Tabla 17” y “Tabla 18” muestran el contenido de grasas de la variedad CCN-51 y Nacional, grasa mínima es de 48 %, grasa media es de 49 % y grasa máxima de 50 %.

Tabla 17.*Contenido de grasas en los granos de cacao CCN-51*

Variedad	%	Descripción
	45 % - 50 %	Grasa máxima
Cacao CCN-51	49 %	Grasa media
	48 %	Grasa mínima

Nota. Fuente: Erazo *et al.* (2021); Rivera *et al.* (2024); Gutiérrez (2024)

Tabla 18.*Contenido de grasas en los granos de cacao Nacional*

Variedad	%	Descripción
	45 % - 50 %	Grasa máxima
Cacao Nacional	49 %	Grasa media
	48 %	Grasa mínima

Nota. Fuente: Erazo *et al.* (2021); Rivera *et al.* (2024); Gutiérrez (2024)

La “Tabla 19” y “Tabla 20” muestran los diversos tiempos de fermentación en los granos de cacao, la variedad CCN-51 varía entre 5 a 7 días y la variedad Nacional de 3 a 7 días, esto va a depender del clima, zona y otros aspectos.

Tabla 19.*Tiempos de fermentación en los granos de cacao CCN-51*

Variedad	Tiempo	Descripción
Cacao CCN-51	6 a 7 días	144 a 168 horas
	5 días	120 horas
	5 a 7 días	120 a 168 horas

Nota. Fuente: Torres *et al.* (2024); Teneda (2024); Erazo (2019)**Tabla 20.***Tiempos de fermentación en los granos de cacao Nacional*

Variedad	Tiempo	Descripción
Cacao Nacional	3 a 4 días	72 a 96 horas
	5 días	120 horas
	5 a 7 días	120 a 168 horas

Nota. Fuente: Torres *et al.* (2024); Teneda (2024); Erazo (2019)

La “Tabla 21” y “Tabla 22” se observa las diversas temperaturas, donde la variedad CCN-51 y Nacional van en un rango de 40 ° a 50° Celsius.

Tabla 21.*Temperaturas de fermentación en los granos de cacao CCN-51*

Variedad	Temperatura	Descripción
Cacao CCN-51	40° a 50°	Grados Celsius
	45° a 50°	Grados Celsius
	45° a 50°	Grados Celsius

Nota. Fuente: Torres *et al.* (2024); Teneda (2024); Erazo (2019)**Tabla 22.***Temperaturas de fermentación en los granos de cacao Nacional*

Variedad	Temperatura	Descripción
Cacao Nacional	40° a 50°	Grados Celsius
	45° a 50°	Grados Celsius
	45° a 50°	Grados Celsius

Nota. Fuente: Torres *et al.* (2024); Teneda (2024); Erazo (2019)

2.4 Discusión de resultados

Rosales *et al.* (2024) señala las características organolépticas de la variedad CCN-51, donde el sabor de esta variedad es amargo, su aroma intenso y su textura es resistente, en la variedad Nacional el sabor es menos amargo comparado al cacao CCN-51, con un aroma delicado y floral, la textura es suave y mantecosa.

En los parámetros físico-químicos está el pH. De acuerdo a Rivera *et al.* (2024) el pH mínimo para las variedades CCN-51 y Nacional es de 4.9, el pH medio según IICA (2024) es de 5.0, sin embargo, Erazo *et al.* (2021) señala que el pH mínimo es de 4.8 y máximo 5.3.

La acidez es otro parámetro físico-químico de las variedades CCN-51 y Nacional, según Rivera *et al.* (2024) la acidez mínima es de 0.7 %, Gutiérrez (2024) indica que la acidez media es de 0.8 % y Erazo *et al.* (2021) la acidez mínima es de 0.7 % y la máxima de 0.9 %.

El siguiente parámetro físico-químico es el contenido de azúcares en la variedad CCN-51 y Nacional, Teneda (2024) señala que el contenido mínimo es de 5.5 % y máximo 6.5 %, IICA (2024) menciona que el contenido medio es de 6.2 % y Gutiérrez (2024) manifiesta que el contenido máximo es de 6.5 %.

El último parámetro físico-químico estudiado en el presente trabajo son los polifenoles, donde Gutiérrez (2024) indica que el rango mínimo está entre 35 - 55 mg ácido gálico/g, Erazo *et al.* (2021) el rango medio es de 40 - 60 mg ácido gálico/g y Rivera *et al.* (2024) señala que el rango máximo es de 45 - 65 mg ácido gálico/g.

En la composición química de los granos de cacao en variedad CCN-51 y Nacional se haya la teobromina. Según Teneda (2024) lo mínimo de teobromina es de 1.0 % y máximo de 1.5 % del peso seco, para IICA (2024) el rango medio es de 1.0 % del peso seco y Gutiérrez (2024) al rango máximo debe ser de 1.5 % del peso seco.

La cafeína forma parte de la composición química de los granos de cacao en variedad CCN-51 y Nacional, donde Teneda (2024) manifiesta que el rango mínimo es de 0.2 % y máximo

0.4 % del peso seco, IICA (2024) indica que el rango medio es de 0.3 % del peso seco y Erazo *et al.* (2021) considera que el rango mínimo es de 0.3 % y máximo 0.5 % del peso seco.

El contenido de grasas es otro elemento de la composición química de los granos de cacao en variedad CCN-51 y Nacional, donde, Gutiérrez (2024) señala que el rango mínimo es de 48 %, Rivera *et al.* (2024) indica que el rango medio es de 49 % y Erazo *et al.* (2021) manifiesta que el rango mínimo es de 45 % y el máximo de 50 %.

Erazo (2019) manifiesta que el tiempo de fermentación en la variedad CCN-51 va de 5 a 7 días, lo que equivale de 120 a 168 horas; Teneda (2024) indica que el tiempo es de 5 días, equivalente a 120 horas y Torres *et al.* (2024) señala que el tiempo va desde 6 a 7 días, es decir, de 144 a 168 horas.

Erazo (2019) manifiesta que el tiempo de fermentación en la variedad Nacional va de 5 a 7 días, lo que equivale de 120 a 168 horas; Teneda (2024) indica que el tiempo es de 5 días, equivalente a 120 horas y Torres *et al.* (2024) señala que el tiempo va desde 3 a 4 días, es decir, de 72 a 96 horas.

Las temperaturas en la variedad CCN-51 y Nacional, según Erazo (2019) y Teneda (2024) es de 45° a 50° Celsius, mientras que Torres *et al.* (2024) indican que las temperaturas van de 40° a 50° Celsius.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

El estado de madurez en los granos de cacao, tiene un impacto relevante en las características organolépticas en la variedad de cacao CCN-51 y Nacional. Tener una madurez apropiada, son necesarias para que el sabor, aroma y textura sean las mejores; además, esto va a permitir que la calidad incremente y tenga una mayor aceptación en todos los mercados donde se exportan.

Los tiempos de fermentación son muy necesarios, estos influyen en los parámetros físico-químicos de los granos de cacao. Si se tiene un control adecuado en el tiempo de fermentación, el pH, acidez, contenido de azúcares y polifenoles se verán influenciados, por lo tanto, la calidad final de la variedad CCN-51 y Nacional serán óptimas. Mantener este control es imprescindible, pues al momento de obtener el producto, este tendrá las mejores características tanto sensoriales como químicas.

Las temperaturas de fermentación son igual de necesarias, estas tiene un rol importante en la composición química y la calidad organoléptica en los granos de cacao. En el tiempo de fermentación, la temperatura influye de manera acelerante o aminorante a los componentes químicos y el contenido de teobromina, cafeína y grasas. En esta etapa, las propiedades organolépticas mejoran por completo el perfil del aroma, sabor y textura, de este modo se logra un producto de alta calidad y cumplir con todos los requisitos necesarios para la exportación.

3.2 Recomendaciones

- Aplicar sistemas de monitoreo que permitan disponer de una madurez adecuada, en la cual los granos de cacao deben ser cosechados.
- Desarrollar pruebas de fermentación para afirmar los tiempos adecuados de fermentación y así los parámetros físico-químicos sean los óptimos.
- Brindar información de calidad acerca de pruebas de fermentación realizadas en granos de cacao, para lograr mantener la calidad y uniformidad.
- Desarrollar sistemas de control de temperatura durante el período de fermentación y garantizar que los niveles de temperatura sean los adecuados para la síntesis óptima de compuestos químicos en los granos de cacao de diferentes variedades
- Brindar capacitación a quienes realizan prácticas fermentativas sobre el manejo adecuado de la maduración, fermentación y control de temperatura.
- Implementar sistemas de monitoreo continuo en el proceso de madurez y fermentación, de esta manera, se puede realizar ajustes en tiempo real que corrijan desviaciones que puedan afectar la calidad de los granos.
- Alentar a las instituciones a realizar investigaciones a través de las cuales puedan relacionarse con técnicas y tecnologías para mejorar la calidad de los granos de cacao.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1 Referencias bibliográficas

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (2019). *El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. Revista Internacional de Administración, n. 7. ISSN 2661-6531.* Obtenido de <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/download/1442/1349?inline=1>
- Agencia de Regulación y Control Fito Zoosanitario. (2021). *Requisitos para exportar cacao en grano.* Obtenido de <https://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2021/10/Flyer-CACAO-2021.pdf>
- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. (Visitado en Junio de 2024). *Floración, fructificación y cosecha del cacao.* Obtenido de <https://anecacao.com/floracion-fructificacion-y-cosecha-del-cacao/>
- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. (22 de Enero de 2024). *Tipos de Cacao.* Obtenido de <https://anecacao.com/cacao-en-el-ecuador/tipos-de-cacao/>
- Carranza, W., Angulo, M., Cedeño, G., & Prado, Y. (2020). *Evaluación socioeconómica del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en la zona norte de la Provincia de los Ríos, v. 4, n. 2, p. 96-106. DOI: https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.79.*
- Carranza, M., Zapata, Y., Gallego, G., Nieto, J., Morante, J., Cruz, N., Medina, S. & Muñoz, J. (2020). *Diversidad genética de fro de cacao ecuatoriano en el banco de germoplasma de Tenguel-Guayas Ecuador con sede en S.* Obtenido de <https://revistas.uclave.org/index.php/bioagro/article/view/2691/1677>
- Cervantes, X., Mendoza, E., Samaniego, E., & Vásquez, G. (2020). *Visualización bibliométrica en el área del cultivo de cacao evaluando competencias administrativas y*

- socioeconómicas a nivel de América Latina. *Journal of Alternative Perspectives in the Social Sciences*. Obtenido de <https://www.uteq.edu.ec/es/investigacion/articulo/258>
- Cubillos, A. (2024). *Estudio de los cambios físicos y químicos durante la maduración del cacao*. Obtenido de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/2847/andres%20felipe%20bojaca%20tesis.pdf?sequence=10&isAllowed=y>
- Dostert, N., Roque, J., Cano, A., Torre, M. I., & Weigend, M. (Visitado el 09 de Junio de 2024). *Hoja botánica: Cacao*. Obtenido de http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf
- Erazo, C. (2019). *Diseño de un fermentador y secador solar piloto, para dos variedades de cacao (Theobroma cacao L.), en el cantón El Empalme provincia Guayas*. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3361/6/FERMENTACION%20DE%20CACAO.pdf>
- 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 madera no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao*. *Revista de Investigación Talentos*, v. 8, n. 2, ISSN 2631-2476. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8551316.pdf>
- Food, Lucas. (2024). *Fermentación de los granos de cacao*. Obtenido de: <https://chocolatecaliente.es/fermentacion-de-los-granos-de-cacao/>
- Fornero, L. (2019). *¿Qué sucede durante la fermentación del cacao?* Obtenido de <https://perfectdailygrind.com/es/2019/06/28/que-sucede-durante-la-fermentacion-del-cacao/>
- Gasca, D. (2024). *Monitoreando la temperatura durante la fermentación del cacao*. Obtenido de <https://www.hannacolombia.com/blog/post/813/monitoreando-la-temperatura-durante-la-fermentacion-del-cacao>

- González, S. (12 de Mayo de 2021). *Revisión de métodos para la fermentación de cacao y análisis de la fermentación combinada de cacao Criollo y Forastero*. Obtenido de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/22265/Trabajo%20de%20grado%20cacao%20Santiago%20Gonz%C3%A1lez.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20fermentaci%C3%B3n%20de%20los%20granos,microorganismos%20presentes%20en%20las%20s>
- GrandSur Ecuador. (Visitado el 10 de Junio de 2024). *Cacao variedad CCN-51*. Obtenido de <https://grandsur.com/cacao-variedad-ccn-51/>
- Gutiérrez, M. (Visitado en Junio de 2024). *Efecto de la frecuencia de remoción y tiempo de fermentación en cajón cuadrado sobre la temperatura y el índice de fermentación del cacao (Theobroma cacao L.)*.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (Visitado el 09 de Junio de 2024). *Manual Técnico del Cultivo de Cacao: Prácticas Latinoamericanas*. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2021). *Evaluación de las Prácticas de Fermentación en la Calidad del Cacao en Ecuador*. Quito: INIAP. Obtenido de <https://www.iniap.gob.ec/evaluacion-practicas-fermentacion-calidad-cacao-ecuador>
- Koffi, A., Yao, G., Sampson, G., Ouattara, H., Bruneau, D., Konan, K., & Diby, K. (16 de Abril de 2019). *Análisis del rendimiento de un fermentador de nuevo diseño construido con materiales locales para mejorar la fermentación del cacao, en Costa de Marfil*. *Revista de Biociencias Aplicadas*, v. 129, ISSN 1997-5902. Obtenido de <https://www.ajol.info/index.php/jab/article/view/185653>
- López, M. (Visitado en Junio de 2024). *Efecto del estado de madurez de materiales de cacao sobre la calidad final del grano en los valles interandinos secos*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63142>

- Megías, R., Ruiz, A., Corno, M., & Kuhnert, . (11 de Enero de 2019). *Análisis de carbohidratos menores de bajo peso molecular en granos de cacao mediante técnicas cromatográficas acopladas a espectrometría de masas*. *Revista de cromatografía A*, v. 1584, p. 135-143. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0021967318314328>
- Mendoza, E., Cervantes, X., & Vasconez, G. (2020). *Las Rutas del Cacao como atractivo turístico en el Ecuador y su incidencia en las comunidades en las que se ubican*. *Journal of Alternative Perspectives in the Social Science*. Obtenido de <https://www.uteq.edu.ec/es/investigacion/articulo/153>
- Mincomercio, Industria y Turismo. (Visitado en Junio de 2024). *¿Cómo exportar cacao y productos derivados a la Unión Europea?* Obtenido de <https://www.tlc.gov.co/getattachment/acuerdos/vigente/union-europea/5-enlaces-e-informacion-de-interes/guias-e-instructivos-para-la-exportacion-de-bienes/cacao-y-productos-derivados/cacao-y-productos-derivados.pdf.aspx>
- Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad. (2020). *Diagnóstico de la Cadena Productiva del Cacao en el Ecuador*. Obtenido de <https://www.vicepresidencia.gob.ec/ministerio-de-coordinacion-de-la-produccion-empleo-y-competitividad-2/>
- Ministerio de Agricultura de Ecuador . (2020). *Análisis de la Producción y Comercialización del Cacao en Ecuador*. Quito . Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (04 de Septiembre de 2019). *Cacao Híbrido CCN-51 cuenta con certificación de calidad*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/cacao-hibrido-ccn-51-cuenta-con-certificacion-de-calidad/#:~:text=Entre%20los%20beneficios%20que%20trae,resistente%20a%20enfermedades%20y%20plagas.>
- Nogales, J. (2017). *Beneficio del cacao, método de fermentación*. Obtenido de <https://poscosechacacao.com/2017/08/beneficio-del-cacao-metodos-de-fermentacion/>

- Nogales, J. (2024). *La fermentación del cacao, proceso esencial para el aroma y sabor del chocolate*. Obtenido de https://poscosechacacao.com/2017/08/la-fermentacion-del-cacao-proceso-esencial-para-el-aroma-y-sabor-del-chocolate/#google_vignette
- Ortiz, J., Chungara, M., Ibieta, G., Alejo, I., Tejeda, L., Peralta, C., Aliaga, E., Mollinedo, P. & Peñarrieta, M. (2019). Determinación de teobromina, catequina, capacidad antioxidante total y contenido fenólico total en muestras representativas de cacao Amazónico Boliviano y su comparación antes y después del proceso de fermentación. *Revista Boliviana de Química*, v. 36, n. 1. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S0250-54602019000100004&script=sci_arttext
- Peralta., & Sandoval. (2021). *Fermentación de los granos de cacao en tambor rotatorio*.
- Pérez, Q., Contreras, T., & Cueva, A. (2019). *Epidemiología de la Roya del cafeto (Hemileia vastatrix Berk) y aplicación para un sistema de alerta temprana en la República Dominicana*. *Revista APF*, v. 8, n. 2. Obtenido de https://www.sodiaf.org.do/revista/apf_vol_8_2019/APF_V08_N02_2019.pdf
- República del Cacao. (Visitado el 09 de Junio de 2024). *Ecuador, la cuna del cacao*. Obtenido de <https://republicadelcacao.com/es>
- Rikolto. (2024). *Fermentación de granos de cacao en lona o sacos*.
- Rivera, R., Mecías, F., Guzmán, Á., Peña, M., Medina, H., Casanova, L., . . . Nivelá, P. (2024). *Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (Theobroma cacao L.) tipo Nacional*, v. 5, n. 1.
- Rosales, B., García, L., Pérez, J., Contreras, E., Pérez, E., & García, C. (2024). *Influencia de la fermentación del cacao y del uso de cultivos iniciadores sobre las características organolépticas del chocolate: un análisis integral*. *Publicación Semestral Pädi*, p. 1-13, ISSN: 2007-6363. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/12047/11091>

- Salazar, L. (2022). *Caracterización físico-mecánica del grano de cacao (Theobroma cacao L.) producido en Llaylla de la microcuenca del río Chalhuanayo Satipo*. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5324>
- Teneda, W. (Visitado en Junio de 2024). *Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao (Theobroma cacao L.) Variedad Nacional y Variedad CCN51* . Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=664426>
- Torras. (2024). *Cómo se produce la fermentación del cacao*. Obtenido de <https://chocolatestorras.com/fermentacion-del-cacao-como-se-produce/#:~:text=La%20temperatura%20es%20un%20factor%20determinante%20en%20el,a%20los%20microorganismos%20que%20se%20encargan%20de%20ella>.
- Torres, Y., Vallejo, C., & Vera, J. (Visitado en Julio de 2024). *Guía para el mejoramiento de la calidad del cacao nacional*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/boletin-1-calidad/99055506>
- Tripadvisor. (2024). *Fermentación de cacao en cajones*. Obtenido de https://www.tripadvisor.com/LocationPhotoDirectLink-g4458295-i481187632-Santa_Barbara_Antioquia_Department.html
- Universidad Nacional de San Martín. (2024). *Composición química*. Obtenido de <https://1library.co/article/composici%C3%B3n-qu%C3%ADmica-generalidades-cacao-theobroma-cacao-l.zgwpj7e6>

4.2 Anexos

Ilustración 1.

Fermentación de granos de cacao en lona o sacos



Nota. Fuente: Rikolto (2024)

Ilustración 2.

Fermentación de granos de cacao en montón



Nota. Fuente: Nogales Jairo (2017)

Ilustración 3.

Fermentación de granos de cacao en cajones



Nota. Fuente: Tripadvisor (2024)

Ilustración 4.

Fermentación de granos de cacao en tambor rotatorio



Nota. Fuente: Peralta & Sandoval (2021)

Ilustración 5.

Fermentación de los granos de cacao



Nota. Fuente: Food Lucas (2024)