



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Proyecto de Investigación previo a
la obtención del título de Ingeniero
en Alimentos.

Título del Proyecto de la Investigación:

TIEMPOS Y TEMPERATURAS DE TORREFACCIÓN EN ALMENDRAS DE TRES
VARIEDADES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), NACIONAL, TRINITARIO Y
FORASTERO, PARA LA OBTENCIÓN DE NIBS EN LA FINCA EXPERIMENTAL “LA
REPRESA”

Autor:

Jasson Abelardo Barzola Carcamo

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Jaime Fabián Vera Chang M.Sc

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2019



Acreditada

Teléfonos : FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302

Fax UTEQ : (593 -05) 753 300 / 753 303 / 752 177

[E.mail.info@uteq.edu.ec](mailto:info@uteq.edu.ec) / fcp_91@yahoo.es

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
CAMPUS UNIVERSITARIO LA MARÍA
Km. 7 ½ Vía Quevedo-El Empalme, Entrada a Mocache



CASILLAS
Guayaquil
:10672
Quevedo : 73

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Jasson Abelardo Barzola Carcamo, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Jasson Abelardo Barzola Carcamo

C.I. 120546748-1



Acreditada

Teléfonos : FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302

Fax UTEQ : (593 -05) 753 300 / 753 303 / 752 177

E.mail.info@uteq.edu.ec / fcp_91@yahoo.es

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
CAMPUS UNIVERSITARIO LA MARÍA
Km. 7 ½ Vía Quevedo-El Empalme, Entrada a Mocache



CASILLAS
Guayaquil
:10672
Quevedo : 73

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Jaime Fabián Vera Chang, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Jasson Abelardo Barzola Carcamo, realizó el Proyecto de Investigación titulado: “TIEMPOS Y TEMPERATURAS DE TORREFACCIÓN EN ALMENDRAS DE TRES VARIEDADES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), NACIONAL, TRINITARIO Y FORASTERO, PARA LA OBTENCIÓN DE NIBS EN LA FINCA EXPERIMENTAL, LA REPRESA”, Previo a la obtención del título de ingeniera en alimentos, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

**Ing. Jaime Fabián Vera Chang M. Sc.
Director del Proyecto de Investigación**



Acreditada

Teléfonos : FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302

Fax UTEQ : (593 -05) 753 300 / 753 303 / 752 177

[E.mail.info@uteq.edu.ec](mailto:info@uteq.edu.ec) / fcp_91@yahoo.es

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
CAMPUS UNIVERSITARIO LA MARÍA
Km. 7 ½ Vía Quevedo-El Empalme, Entrada a Mocache



CASILLAS
Guayaquil

:10672

Quevedo : 73

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Ing. Jaime Fabián Vera Chang M. Sc., en calidad de Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y como Director certifico que he usado la herramienta informática URKUND producto del análisis se obtuvo una similitud de un 9%, la cual no indica en ningún momento la presencia demostrada de plagio o de falta de rigor en el documento: por consiguiente doy constancia que he revisado el Proyecto de Investigación titulado: “TIEMPOS Y TEMPERATURAS DE TORREFACCIÓN EN ALMENDRAS DE TRES VARIEDADES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), NACIONAL, TRINITARIO Y FORASTERO, PARA LA OBTENCIÓN DE NIBS EN LA FINCA EXPERIMENTAL “LA REPRESA”, el mismo que ha sido elaborado y presentado por el estudiante Jasson Abelardo Barzola Carcamo, por lo tanto el presente trabajo cumple con los requisitos técnicos y legales por la institución.

URKUND	
Documento	TESIS-JASSON-BARZOLA.docx (D50891233)
Presentado	2019-04-21 21:11 (-05:00)
Presentado por	jasson.barzola2013@uteq.edu.ec
Recibido	jverac.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	TESIS JASSON BARZOLA Mostrar el mensaje completo
	9% de estas 17 páginas, se componen de texto presente en 14 fuentes.

Ing. Jaime Fabián Vera Chang M. Sc.
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

TIEMPOS Y TEMPERATURAS DE TORREFACCIÓN EN ALMENDRAS DE TRES VARIEDADES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), NACIONAL, TRINITARIO Y FORASTERO, PARA LA OBTENCIÓN DE NIBS EN LA FINCA EXPERIMENTAL “LA REPRESA”.

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos.

Aprobado por:

Ing. Christian Vallejo M.Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Rossy Rodríguez M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Orly Cevallos M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2019

AGRADECIMIENTO

A DIOS

El padre primeramente y a nuestro Señor Jesús por ser el autor principal de mi salvación, de concederme la vida, por rodearme de unos padres únicos, un hermano como ninguno, amigos y familiares íntegros.

Al Sr. Luis Barzola Pacheco.

Por su arduo esfuerzo, paciencia y apoyo incondicional, por ser el papá más ejemplar del mundo, por nunca dejarme solo por estar siempre allí en los momentos más difíciles.

A la Sra. Annabelle Carcamo Barzola.

Por guiarme con carácter y amor sincero por el camino correcto, por ser paciente conmigo aun en los momentos de errores, de verdad gracias.

Al Ing. Luigin Barzola Carcamo.

Por ser el mejor hermano, por ser el mejor amigo, junto a su esposa la Srta. Rocío Rivera por ser una gran esposa para el.

A mis Abuelitos, tíos, primos y amigos.

Vicente Carcamo, Simona Barzola, Dolores Pacheco, José Barzola, Mari Carcamo y como no, sin dejar aun lado a dos grandes personajes que fueron de gran apoyo Mercy Guzman y Leonel Barzola y demás personajes que formaron parte importante en todo este tiempo, por toda su ayuda brindada muchas gracias de corazón, NO LOS OLVIDARÈ.

A la Ing. Leonela Álvarez Coello.

Por ser más que una compañera, como la hermana que nunca tuve, por su apoyo incondicional siempre estaré agradecido, sin olvidar a la Lcda. Alexandra Coello por su amabilidad para conmigo y siempre estar alentándome a seguir adelante.

Al Ing. Jaime Vera Chang.

Por compartir sus experiencias y conocimientos, por ser mi tutor, mi guía y un gran amigo.

De esta manera también quiero extender cordialmente mis más sinceros agradecimientos, al personal que trabaja en los laboratorios de Rumiología y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

DEDICATORIA

*Antes bien, como está escrito:
Cosas que ojo no vio, ni oído oyó,
Ni han subido en corazón del hombre,
Son las que **DIOS** ha preparado para los que le aman, 1 Co 2-9.*

La familia es una de las Bendiciones más preciadas que uno puede tener, sin la familia uno no puede conseguir la fuerza necesaria para lograr las metas planteadas, por esta razón dedico este proyecto de tesis a mi Padre Luis Barzola, a mi Madre Annabelle Cárcamo, hermano Luigin Barzola, a mi cuñada Rocío Rivera, a mi sobrino que viene en camino bajo la voluntad de Dios, familia y a todos los hermanos que formamos parte de la Iglesia la Senda de la Vida.

El afán y el sacrificio hicieron posible la culminación de esta etapa estudiantil que me ha capacitado para llegar a una de las metas que DIOS me ha preparado.

No tenemos nada seguro ni garantizado en este mundo. Cuanto más vivo, más confirmo esta verdad, y más compruebo que siempre necesitaré de DIOS y de los demás.

***El temor de Jehová es escuela de sabiduría;
Y a la honra precede la humildad, Prov. 15-33***

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

La presente investigación se realizó en la Finca Experimental “La Represa”, y en el Laboratorio Bromatológico, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo provincia de Los Ríos, como objetivo se determinó tiempos y temperaturas de torrefacción en almendras de tres variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.), Nacional, Trinitario y Forastero, para la obtención de nibs en la finca experimental La Represa, mediante análisis físicos y sensorial. Se aplicó un Diseño experimental Completamente al Azar (DCA), dentro de un arreglo factorial 3x2, con cuatro repeticiones. Para la comparación de las medias de los tratamientos se utilizó la Prueba de Tukey al 5% de significancia ($p \leq 0,05$). En el análisis estadístico para las variables pH, humedad, materia orgánica y seca de los nibs de cacao torrefactados, no existió diferencia estadística significativa para el factor variedad tiempo y temperatura y en las interacciones, entre las diferentes variedades de cacao Nacional, Trinitario y Forastero. En efecto, en las propiedades sensoriales (olor, sabores, color y textura) de manera se determinó que el T1 obtuvo el mayor índice de preferencia con 36%, seguido del T2 con 22% y el T5 registró el menor valor de preferencia de 9%.

Palabras claves: Cacao, Nibs, tiempo, temperatura.

ABSTRACT AND KEY WORDS

The present investigation was carried out in the Experimental Farm "La Represa", and in the Bromatological Laboratory, property of the Universidad Técnica Estatal de Quevedo, province of Los Ríos, as objective was determined times and temperatures of torrefaction in almonds of three varieties of cocoa (*Theobroma cacao* L.), National, Trinitario and Forastero, to obtain nibs in the "La Represa" experimental farm, through physical and sensory analysis. A completely randomized experimental design (DCA) was applied, within a 3x2 factorial arrangement, with four repetitions. To compare the means of the treatments, the Tukey test was used at 5% significance ($p \leq 0.05$). In the statistical analysis for the pH, humidity, organic matter and dry matter variables of the roasted cocoa nibs, there was no significant statistical difference for the factor of time and temperature and in the interactions between the different varieties of cocoa National, Trinitario and Forastero. Indeed, in the sensory properties (odor, taste, color and texture), it was determined that T1 obtained the highest preference index with 36%, followed by T2 with 22% and T5 registered the lowest preference value of 9 %.

Key words: Cocoa, Nibs, time, temperature.

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“TIEMPOS Y TEMPERATURAS DE TORREFACCIÓN EN ALMENDRAS DE TRES VARIEDADES DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L.), NACIONAL, TRINITARIO Y FORASTERO, PARA LA OBTENCIÓN DE NIBS EN LA FINCA EXPERIMENTAL “LA REPRESA”				
Autor:	Jasson Abelardo Barzola Carcamo				
Palabras claves:	Cacao	Nibs	tiempo	Temperatura	
Fecha de publicación:	2019				
Editorial:	Quevedo. UTEQ, 2019.				
Resumen:	<p>La presente investigación se realizó en la Finca Experimental “La Represa”, y en el Laboratorio Bromatológico, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo provincia de Los Ríos, como objetivo se determinó tiempos y temperaturas de torrefacción en almendras de tres variedades de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), Nacional, Trinitario y Forastero, para la obtención de nibs en la finca experimental La Represa, mediante análisis físicos y sensorial. Se aplicó un Diseño experimental Completamente al Azar (DCA), dentro de un arreglo factorial 3x2, con cuatro repeticiones. Para la comparación de las medias de los tratamientos se utilizó la Prueba de Tukey al 5% de significancia ($p \leq 0,05$). En el análisis estadístico para las variables pH, humedad, materia orgánica y seca de los nibs de cacao torrefactados, no existió diferencia estadística significativa para el factor variedad tiempo y temperatura y en las interacciones, entre las diferentes variedades de cacao Nacional, Trinitario y Forastero. En efecto, en las propiedades sensoriales (olor, sabores, color y textura) de manera se determinó que el T1 obtuvo el mayor índice de preferencia con 36%, seguido del T2 con 22% y el T5 registró el menor valor de preferencia de 9%.</p>				
Descripción:	hojas A4s: dimensiones 21 x 29.7 cm + CD - ROM				
URI:	En blanco hasta cuando se dispongan en los repositorios.				

Tabla de contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	II
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	III
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	IV
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VII
RESUMEN Y PALABRAS CLAVES	VIII
ABSTRACT AND KEY WORDS	IX
CÓDIGO DUBLÍN	X
INTRODUCCIÓN.	1
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
1.1.2. Formulación del problema.	5
1.1.3. Sistematización del problema.	5
1.2. Objetivos.	6
1.2.1. General.	6
1.2.2. Específicos:	6
1.3. Justificación.	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1. Marco conceptual.	9
2.1.1. Cacao.	9
2.1.2. Almendras.	9
2.1.4. Torrefacción.	9
2.1.3. Nibs.	9
2.2. Marco Referencial.	10
2.2.1. Origen del cacao.	10
2.2.2. Taxonomía del cacao.	10
2.2.3. Estructura botánica del cacao.	11
2.2.4. Clasificación de las variedades de cacao.	12
2.2.4.1. Variedad de cacao Nacional.	12
2.2.4.2. Variedad de cacao Trinitario.	12
2.2.4.3. Variedad de cacao Forastero.	12
2.2.4.4. Variedad de cacao Criollo.	12

2.2.5. Composición química del cacao.	13
2.2.6. Almendras de cacao.	13
2.2.6.1. Calidad física de las almendras.	14
2.2.6.2. Componentes de las almendras.	14
2.2.7. Fermentación de las almendras de cacao.	15
2.2.8. Secado de las almendras de cacao.	16
2.2.8.1. Cambios químicos generados.	16
2.2.9. Residuos de cacao.	17
2.2.10. Nibs de cacao.	17
2.2.10.1. Funciones de los nibs.	17
2.2.11. Proceso de torrefacción.	18
2.2.11.1. Etapas del proceso de torrefacción.	19
2.2.12. Descascarillado de las almendras de cacao.	20
2.2.13. Molienda de las almendras.	20
2.2.14. Aditivos alimentarios.	20
2.2.14.1. Clasificación de los aditivos.	21
2.2.15. Edulcorantes.	22
2.2.15.1. Clasificación de los edulcorantes.	22
2.2.15.2. Funciones de los edulcorantes.	23
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	1
3.1. Localización.	25
3.2. Condiciones Meteorológicas.	25
3.3. Métodos de investigación.	25
3.3.1. Experimental.	25
3.3.2. Analítico.	25
3.3.3. Estadístico.	26
3.3.4. Inductivo.	26
3.4.1. Fuentes primarias.	26
3.4.2. Fuentes secundarias.	26
3.5. Diseño de la investigación.	26
3.5.1. Factores de estudio.	26
3.5.2. ANDEVA	27
3.5.2.1. Arreglo factorial A*B de los nibs de cacao torrefactados.	27
3.6. Instrumento de investigación.	29
3.6.2. Variables a estudiar.	30
3.6.2.1. Parámetros físicos.	30

3.6.3. Perfiles sensoriales.	31
3.6.4. Análisis descriptivo.	32
3.6.4. Proceso de obtención de los nibs de cacao.	32
3.6. Tratamientos de datos.	35
3.7. Recursos Humanos y materiales.	35
3.8.1. Recursos humanos.	35
RESULTADOS Y DISCUSIONES	1
4.1 . Análisis físicos de los nibs de cacao (T. <i>cacao</i>).	37
4.1.1 Potencial de Hidrogeno (pH).	37
4.2.2. Humedad.	39
4.2.3. Cenizas.	41
4.2.4. Materia Orgánica.	43
4.2.5. Materia seca.	45
4.2.6. Análisis Sensorial de los nibs de cacao (T. <i>Cacao</i>).	47
4.4. Aceptación general.	55
CAPÍTULO V	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1. Conclusiones.	57
5.2. Recomendaciones.	57
BIBLIOGRAFÍAS.	56
ANEXOS	62

Índice de Tablas

Tabla 1. Taxonomía del cacao.	10
Tabla 2. Estructura botánica del cacao.	11
Tabla 3. Composición química del cacao.	13
Tabla 4. Compuestos polifenólicos de las almendras de cacao.	15
Tabla 5. Clasificación de los Aditivos alimentarios.	21
Tabla 6. Clasificación de los edulcorantes.	22
Tabla 7. Condiciones Meteorológicas de la Finca Experimental “La Represa”.	25
Tabla 8. Factores de estudio que intervienen en los nibs de cacao FCP – UTEQ. 2019.	27
Tabla 9. Esquema de análisis de varianza FCP – UTEQ. 2019.	27
Tabla 10. Combinación de los Tratamientos propuestos para la elaboración de la mermelada FCP – UTEQ. 2019.	28
Tabla 11. Factores en estudio del ensayo experimental. FCP – UTEQ. 2019.	35
Tabla 12. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable pH de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	37
Tabla 13. Efecto de las interacciones entre factor tiempo y temperatura en la variable pH de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	38
Tabla 14. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable humedad de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	39
Tabla 15. Efecto de las interacciones entre factor tiempo y humedad en la variable humedad de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	40
Tabla 16. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable cenizas de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	41
Tabla 17. Efecto de las interacciones entre factor tiempo y temperatura en la variable cenizas de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	42
Tabla 18. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable materia orgánica de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	43
Tabla 19. Efecto de las interacciones entre factor tiempo y temperatura en la variable materia orgánica de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	44
Tabla 20. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable materia seca de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	45
Tabla 21. Efecto de las interacciones entre factor tiempo y temperatura en la variable materia seca de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	46
Tabla 22. Análisis sensorial descriptivo de los olores específicos de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	47
Tabla 23. Análisis sensorial descriptivo sabores básicos de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	49
Tabla 24. Análisis sensorial descriptivo sabores específicos de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	50
Tabla 25. Análisis sensorial descriptivo del color de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	52
Tabla 26. Análisis sensorial descriptivo textura de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	53

Índice de Figuras

Figura 1. Torrefacción de las almendras de cacao.	19
Figura 2. Obtención de nibs a partir de almendras de cacao FCP. UTEQ. 2018.	34
Figura 3. Características sensoriales del mejor tratamiento de los nibs de cacao torrefactados	54
Figura 4. Análisis de preferencia de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.	55

Índice de Anexos

Anexos 1. Técnicas de determinación de los parámetros físicos.	66
Anexos 2. Cronograma de actividades.	70
Anexos 3. Hoja del análisis sensorial.	71
Anexos 4. Hoja de prueba de aceptación.	73
Anexos 5. Balance de materia.	74
Anexos 6. Análisis sensorial.	79
Anexos 7. Análisis del ADEVA.	80

INTRODUCCIÓN.

En la actualidad el cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los productos agrícolas que se ha convertido en un cultivo relevante en el ámbito técnico-científico y para la industria de los alimentos (1). La revista ANECACAO revela que para el año 2018 la producción de cacao supero las 315 000 mil toneladas métricas como volumen de exportación (2).

Por sus características de aroma y sabor el cacao se ha constituido como unos de los mejores productos de tendencia mundial, por lo que se procura desde hace mucho tiempo alinear este cultivo con las exigencias de consumir productos orgánicos (3).

Una encuesta mundial a la salud, data que ha existido en los últimos años un incremento considerable del 46,4% de consumo de alimentos no saludables. Esta información determina un alto consumo de productos procesados de forma inadecuada, por lo que es de suma importancia realizar productos innovadores con alto contenido nutricional, aceptabilidad y de bajo costo como alternativa alimentaria para la población (4).

Las almendras de cacao, es la materia prima principal en la elaboración del chocolate y otros derivados. Su aporte rico en fibra (33 g), permite que sean consideradas por la industria de los alimentos de gran importancia, al reducir problemas comunes en el tránsito intestinal y por su alto nivel de antioxidantes (5).

Los residuos industriales, son el resultado de un proceso de operación industrial de un grano de cereal o de una fruta, que no tiende a ser reutilizado. Están compuestos por ventajosas sustancias como azúcares, compuestos fenólicos, ácidos orgánicos, proteínas, minerales, fibra y vitaminas, que los convierten de mucho interés para las industrias (6).

Los nibs son cotiledones troceados derivados de las almendras de (*T.cacao*) que proceden de varios procesos unitarios como, la fermentación, deshidratación causante de la astringencia seguida por el tostado y la trituration lo que permite la separación de la cascarilla. Tienen menor índice de grasa, calorías, azúcares, son ricos en nutrientes y gran fuente de antioxidantes (7).

La torrefacción es el tratamiento térmico que se aplica según el tipo de almendra o grano que se procesa, para eliminar la volatilidad y humedad en productos con baja actividad de agua y preservar las cualidades aromáticas y más concretamente esta operación se la realiza bajo ausencia de oxígeno (8).

Con este trabajo de investigación se pretende medir la temperatura óptima y tiempo de torrefacción de las almendras de tres variedades de (*T.cacao*), Nacional, Trinitario y Forastero, para la obtención de nibs con la finalidad preservar las cualidades aromáticas, y eliminar las sustancias que causan el sabor amargo, conjuntamente con la adición de un edulcorante que permita darle una perspectiva mejorada en el sabor, procurando dar valor agregado a los nibs y promover un producto de alta calidad.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

En Latinoamérica la producción de cacao en el mundo representa un 12% por países representados por Brasil y Ecuador. Por otro lado en cuanto a la producción de cacao en nuestro país el uso de la tecnología es limitada, por lo que apenas un 15% de las empresas le dan nuevas técnicas de uso a los residuos agroindustriales (9).

Se estima que el rendimiento de 100 kg de almendras de cacao seco es alrededor del 85%, su valor restante 15% es considerado residuos como el: (mucilago, maguey, cascarillas y nibs de cacao) (10).

El Ecuador se ha convertido en unos de los principales productores de cacao alrededor del mundo y pese a conocer las propiedades funcionales que tiene este producto, existe un problemática tenaz en cuanto al aprovechamiento de sus residuos agroindustriales como los que provienen de las almendras de cacao, como el caso de los nibs que posee grandes fuentes dietéticas de, magnesio, fibra, hierro, zinc, potasio y calcio (11).

Por lo que existe una problemática muy fuerte y es que 117,50 toneladas métricas de almendras y nibs de cacao a nivel Nacional y no tienen ningún aprovechamiento para uso alimentario (12). Por lo que para las industrias cacaoteras del país como del mundo, representa un grave problema deshacerse de este material orgánico.

Por otra parte, en la actualidad la industria de los alimentos demanda productos que generen beneficios a la salud de los consumidores, especialmente aquellos que aporten gran contenido de fibra y antioxidantes, como los nibs ya que en el contexto de no consumirlos existe el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, hipertensión y de obesidad.

Diagnóstico.

A través de la selección de las almendras de (*T.cacao*), de las tres variedades, Nacional, Trinitario y Forastero, se pretende aplicar la torrefacción en atmosfera sin oxígeno y determinar los tiempos y temperaturas óptimas de tostado para obtener un producto con características sensoriales que promuevan su aceptabilidad.

Pronóstico.

Al emplear la torrefacción en las almendras de cacao (*T. cacao*) de las tres variedades, se pronostica dar mayor valor agregado a los nibs. Ante los puntos del diagnóstico previamente indicados se plantea la siguiente pregunta:

¿Cuál será el comportamiento de las investigaciones al determinar tiempos y temperaturas de torrefacción en almendras de cacao, tomando en cuenta que si en el proceso de torrefacción, los nibs lleguen a tener excelentes rasgos sensoriales, pero bajos resultados en sus propiedades físicas?

1.1.2. Formulación del problema.

¿Cuál será el mejor tiempo y la temperatura óptima de torrefacción que mostrara excelentes características físicas y sensoriales en los nibs de cacao?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Cuál será el mejor tiempo de torrefacción en las almendras de las tres variedades de (*T.cacao*)?

¿De qué manera influye la temperatura en el tratamiento térmico de torrefacción en las almendras de (*T.cacao*) para la obtención de nibs?

¿Cuál de las tres variedades de almendras de (*T.cacao*), proporcionará nibs con características sensoriales aceptables?

1.2. Objetivos.

1.2.1. General.

Determinar tiempos y temperaturas de torrefacción en almendras de tres variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.), Nacional, Trinitario y Forastero, para la obtención de nibs en la finca experimental “La Represa”.

1.2.2. Específicos:

- Establecer el mejor tiempo de torrefacción en almendras de (*T.cacao*), procedentes de tres variedades Nacional, Trinitario y Forastero.
- Determinar la temperatura óptima de torrefacción en almendras de tres variedades de (*T.cacao*) Nacional, Trinitario y Forastero para obtener los nibs.
- Evaluar las principales características sensoriales de los nibs de (*T.cacao*) para determinar su aceptabilidad.

Hipótesis.

Ho: Ninguno de los tiempos y temperaturas de torrefacción en almendras de tres variedades Nacional, Trinitario y Forastero, influirá en los parámetros de calidad.

Ha: Al menos un tiempo y temperatura de torrefacción en almendras de tres variedades Nacional, Trinitario y Forastero, influirá en los parámetros de calidad.

1.3. Justificación.

Dar importancia en el proceso de los residuos agroindustriales que se generan en gran escala, como aporte para el desarrollo de nuevos productos, es una manera de reducir la fuerte contaminación del medio ambiente que existe hoy en la actualidad (13).

Esta investigación pretende aportar una solución a nuestro país a través de propiciar el consumo de nibs de cacao como tales, procurando incrementar el potencial de valor agregado, lo que permite dar nuevas alternativas de elaboración de productos con funciones nutricionales, ampliando su aporte de nutrientes, beneficiando a la salud de los consumidores.

Sin embargo, los nibs de cacao presentan una fuente potencial de fibra, antioxidantes y principios activos, entre ellos los polifenoles beneficiosos para la salud. Por lo que es de gran importancia consumir nibs por los beneficios que ofrece, como reducir en un 50 %, el índice de tasa de mortandad de enfermedades coronarias, prevenir el cáncer, la diabetes, envejecimiento prematuro entre otros (14).

Las almendras que se utilizarán para el desarrollo de este proyecto de investigación son de tres variedades de cacao Nacional, Trinitario (CCN-51) y Forastero, procedentes de la finca experimental “La Represa”.

Por esta causa, el presente trabajo investigativo se justifica en la determinación de tiempos y temperaturas óptimas de torrefacción de las almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.), de tres variedades Nacional, Trinitario (CCN-51) y Forastero, para la obtención de nibs, permitiendo potenciar el valor agregado de estos, e indicar un uso alimentario relevante que aporte al fortalecimiento de las comunidades industriales, las de los productores de cacao y de los consumidores.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Cacao.

Árbol nativo del trópico de América, su habitud preferencial de clima cálido, proveniente de Mesoamérica, posee una altura promedio de 4 a 8 m, su tiempo de producción varía de 3 a 5 años, caracterizado por estar rodeado de hojas refulgentes y flores pequeñas que conciben la producción de mazorcas, llegan a contener de 30 hasta 40 semillas marrón rojizas, envueltas por una pulpa comestible de color blanco, ricas en; materias grasas, almidón, proteínas y theobromina (15).

2.1.2. Almendras.

Los granos de cacao son la cimiente del fruto conocidas como almendras, consideradas de mucho interés en la industria, por el contenido de más de 300 compuestos saludables que se encuentran presentes en este producto (16).

2.1.4. Torrefacción.

La torrefacción es un proceso térmico que se le aplica a los granos secos, promoviendo una etapa de pirolisis cuando estos alcanzan una temperatura de alrededor de los 160 °C, fase en la que se encarga de producir cambios simultáneos de estado físico y composición química, liberando un aroma y sabor agradable (17).

2.1.3. Nibs.

Se consideró nibs al residuo de cacao rico en fibra, magnesio y excelentes propiedades organolépticas después del secado y tamizado a altas temperaturas mediante secadoras a gas, diesel o secadoras artesanales, están compuestos de cascarilla, maguey, granos partidos y mucílago deshidratado (18).

2.2. Marco Referencial.

2.2.1. Origen del cacao.

El árbol del cacao proveniente de la familia Malvaceae, es una planta de hoja perenne en constante floración, procedente de la amazonia del sur de América, extendiéndose a lo largo de los años al sur de México hasta llegar al arcaico continente europeo (19).

Tradicionalmente se ha sostenido que el punto de origen de la domesticación de cacao se encontraba en Mesoamérica entre México, Guatemala y Honduras, donde su uso está atestiguado alrededor de 2.000 años a.c. pero no obstante investigaciones recientes detallan que por lo menos una variedad de cacao tiene su origen en la alta amazonia y que se ha utilizado en tal región por más de cinco milenios (20).

2.2.2. Taxonomía del cacao.

El (*T.cacao*), presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Tabla 1. *Taxonomía del cacao.*

Taxonomía del Cacao	
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Dicotiledónea
Clase	Dilleniidae
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Subfamilia	Sterculioideae
Genero	Theobroma
Especie	Theobroma cacao L.

Fuente: (21)

La cultura de cacao en Ecuador es antigua, se sabe que a la llegada de los españoles en la costa del pacífico, ya se observaban grandes árboles de cacao que demostraban el conocimiento y la utilización de esta especie en la región costera, antes de la llegada de los Europeos (22).

2.2.3. Estructura botánica del cacao.

Tabla 2. *Estructura botánica del cacao.*

Nombre	Características
Semilla	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Denominada haba o grano de cacao. ➤ Cubierta de mucílago. ➤ De color blanco o violeta. ➤ Su peso oscila entre 0.9 y 1.5 gr. ➤ Posee entre 50 - 55% de materia grasa.
Raíz	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Permite el reciclaje de nutrientes. ➤ Su crecimiento no es rectilíneo. ➤ Pueden tener de 8 a 10 raíces laterales. ➤ Sus dimensiones oscilan hasta los 5 y 6 m.
Tronco	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Crece verticalmente. ➤ Crece aproximadamente de 6 a 10 metros en total. ➤ Produce la cauliflora.
Hojas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Su color varía del verde pálido a violeta. ➤ Su longitud oscila de 30 a 50 cm. ➤ Entran en la fase senil por la pluviosidad.
Flores	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pequeñas orquídeas. ➤ Su diámetro va de 0.5 a 1 cm. ➤ Miden de 2 a 2.5 cm de largo. ➤ Primera floración a los 3 años. ➤ El 30 % se convierte en habas de cacao.
Fruto	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Su color puede ser verde o rojo y varía según su especie. ➤ Su longitud de 10 a 30 cm de largo y su anchura de 7 a 9 cm. ➤ Pueden ser esférica, ovaladas, puntiaguda. ➤ Textura verrugosa. ➤ Pueden pesar de 200 gr a 1 kg. ➤ Se obtienen entre los 4 y 5 años de vida.

Fuente: (23).

A su vez el nombre científico que recibe el árbol del cacao o cacaotero, en griego significa alimento de los dioses. Este nombre científico lleva añadida al final una abreviatura botánica convencional, en este caso L., que es la inicial del apellido del naturalista sueco que clasificó la planta, Carl Linneo (24).

2.2.4. Clasificación de las variedades de cacao.

El cacao se divide genéticamente en varios grupos: la variedad dulce o criollo, la forastera y una mezcla de ellos denominada variedad trinitaria, a continuación se define:

2.2.4.1. Variedad de cacao Nacional.

Es conocido de forma tradicional al cacao ecuatoriano como “Cacao Arriba”, dados sus cultivos en la zona superior del río Guayas (río arriba), denominación que se convirtió en sinónimo de buen sabor y aroma. Es clasificado en el campo botánico como del tipo “forastero”, puesto que tiene algunas características fenotípicas de éste, muy apreciado en las industrias de todo el mundo (25).

2.2.4.2. Variedad de cacao Trinitario.

Su origen es la Isla de trinidad y Tobago, se obtuvo al cruzar un material criollo con materiales de la cuenca del Orinoco, ocupa del 10 al 15% de la producción mundial. Dentro de estos materiales se encuentra el clon CCN51, que es producto de la investigación realizada en Ecuador, en la zona de Naranjal, por el agrónomo Homero Castro, este clon presenta características de alta producción y tolerancia a las enfermedades pero no tiene el aroma que posee el nacional (26).

2.2.4.3. Variedad de cacao Forastero.

Es la variedad más cultivada a nivel del mundo, se estima que ocupa alrededor del 80 % del área de producción mundial, resistente a ciertas enfermedades y caracterizada por su alta productividad pero no se la considera de calidad fina. Comprende los cacaos del bajo y alto amazonas, encontrada en las estribaciones de la cordillera oriental de los andes en la amazonia de Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia y Ecuador (27).

2.2.4.4. Variedad de cacao Criollo.

Se caracteriza por tener flores con estaminoides de color rosado pálido, en su estado de madurez aparecen mazorcas de color rojo amarillo, con diez surcos rugosos, punteado y profundos, sus cotiledones frescos varia de violeta pálido o color blanco, con un período de fermentación corto de 2 - 3 días, es comercial y aromático designado como cacao fino. Este tipo de cacao es proveniente de esmeraldas, su denominación fue asignada por los españoles al cacao cultivado en Venezuela en esa época (28).

2.2.5. Composición química del cacao.

A continuación se presenta la composición química del cacao:

Tabla 3. *Composición química del cacao.*

Componentes	Porcentaje
Agua	3.65 %
Materia grasa	53.05 %
Cenizas totales	2.63 %
Nitrógeno	
Nitrógeno total	2.28 %
Proteínas	1.50 %
Amoniaco	0.028 %
Amidas	0.188 %
Teobromina	1.71 %
Cafeína	0.085 %
Carbohidratos	
Glucosa	0.30 %
Almidón	6.10 %
Pectinas	2.25 %
Fibras	2.09 %
Celulosa	1.92 %
Pentosanas	1.97 %
Mucilago y gomas	0.38 %
Taninos	7.54 %
Ácidos	
Ácido acético	0.014 %
Ácido oxálico	0.29 %

Fuente: (29)

La composición química de las almendras de cacao, depende de diversos factores, entre los que se pueden describir: origen geográfico, tipos de cacao, grado de madurez, calidad de la fermentación y secado. Los principales constituyentes químicos; son agua, grasa, compuestos fenólicos, materia nitrogenada (purinas y proteínas), almidón y otros carbohidratos (29).

2.2.6. Almendras de cacao.

Es la semilla fermentada y secada del (*T.cacao*), donde generalmente los sólidos y la manteca de cacao son extraídas. Normalmente son de color blanco, pero al ser sometidas al proceso de secado se van tornando de color violeta a marrón rojizo (30).

Al finalizar el proceso de fermentación, la humedad de las almendras (*T. cacao*), es ligeramente superior al 60 %, por lo que es necesario reducirla a un 8-7 %. Mientras que contenidos de humedad superiores, hacen que el grano de cacao sea susceptible al desarrollo de hongos durante el almacenamiento (31).

Las almendras presentan una acidez volátil del 1 % después del proceso de fermentación. Este compuesto es de importancia durante la fermentación, pero indispensable en etapas posteriores y pertinente su eliminación durante la etapa de secado (31).

2.2.6.1. Calidad física de las almendras.

Se relaciona la calidad del grano con la calificación que dan los países compradores y fabricantes de chocolates a las almendras de cacao por su apariencia, grado de fermentación, humedad, materiales extraños, mohos, insectos entre otros. La calidad física se basa principalmente en la presentación exterior del grano, que no necesariamente coincide con un sabor y aroma a chocolate (32).

El perfil aromático del cacao depende de la composición bioquímica de las almendras, las que se determinan por factores genéticos, ambientales, manejo post-cosecha, torrefacción, y demás (32).

Para el mercado del cacao es requisito indispensable que las almendras pesen mínimo 1,2 g cada una de ellas. El peso de las almendras, es más alto en épocas de verano, debido a que el índice de semilla está influenciado por el ambiente y la conformación genética de los progenitores (33).

Además su calidad se ve manifestada a través de características físicas, (peso, tamaño, grosor de la cascara), químicas como (contenido de grasa, polifenoles, etc.) y sensoriales vinculadas con el sabor y el aroma (33).

2.2.6.2. Componentes de las almendras.

Los polifenoles de la semilla del cacao participan activamente en las modificaciones bioquímicas en el interior de las almendras durante la fermentación. Están ligados en las células distribuidas en grupo a través de los cotiledones, considerados responsables en gran parte por la astringencia y amargor. (34).

En la tabla 4 se pueden observar los compuestos poli fenólicos presente en las almendras de cacao:

Tabla 4. *Compuestos polifenólicos de las almendras de cacao.*

Compuestos	(%) Compuestos poli fenólicos en la célula almacenadora	(%) Compuestos poli fenólicos en cotiledones
Catequina	25,0	3,0
Proantocianidina	21,0	2,5
Polímero de anotidanidina	17,5	2,1
Antocianinas	3,0	0,4
Fenoles totales	66,5	8,0
Teobromina	14,0	1,7
Azucares libre	1,6	-
Polisacáridos	3,0	-
Otros	14,4	-

Fuente: (35).

La oxidación enzimática, es causante de la disminución del contenido de polifenoles a través de las hidrólisis de las antocianinas y la polimerización de los monómeros y oligómeros de los flavonoides, transformándose en compuestos insolubles. Si la fermentación es bien realizada, la concentración de polifenoles totales en los granos de cacao se reduce 40 % más (34).

El contenido de ácidos orgánicos aporta a la acidez el perfil sensorial del cacao, que varía entre 1,2 y 1,6 %. Como el ácido oxálico, acético, y cítrico, que se forman durante la fermentación. En los cotiledones el pH desciende desde aproximadamente 6,5 en almendras frescas, hasta valores de rango de 5,0 a 5,5 en almendras ya fermentadas (36).

Durante la fermentación el contenido de teobromina y cafeína se reduce entre el 20 y 30%, contribuyendo en el descenso del nivel de amargor de los granos. La teobromina y la cafeína pertenecen a la familia de las purinas y representan más del 99 % de los alcaloides presentes en el cacao (36).

2.2.7. Fermentación de las almendras de cacao.

La fermentación consiste en una serie de cambios fisicoquímicos que generan el desarrollo de aroma y sabor a chocolate, junto con cambios de pigmentación, presencia

de astringencia y la conversión de azúcares en alcoholes por las levaduras que es la que proporciona el ácido acético.

Durante este proceso, existe una relación ordenada entre microorganismos y variaciones de temperaturas, pH, humedad, formación de alcoholes, ácidos y compuestos polifenólicos, estas alteraciones dependen de la muerte de las células del cotiledón donde sus membranas celulares se degradan y aumenta su permeabilidad creando contacto entre los componentes celulares (37).

2.2.8. Secado de las almendras de cacao.

El proceso de secado de las semillas de cacao es una fase que requiere de mucha importancia y cuidado, para garantizar la calidad final del producto. El punto principal en este proceso tostado de los granos es que las almendras desarrollen un sabor a chocolate y eliminar el exceso de humedad de las almendras, aproximadamente de 55 a 6-8 %, asegurando la calidad necesaria para los procesos posteriores de fabricación (38).

2.2.8.1. Cambios químicos generados.

Es de mucha importancia que la humedad disminuya lentamente para favorecer las reacciones de oxidación, responsables del sabor y aroma del cacao, determinantes de la calidad del producto. Si se realiza rápidamente en las primeras etapas del secado, se corre el riesgo de inactivar las enzimas antes que se hayan completado los cambios químicos esenciales (39).

El secado puede afectar a la estructura de los tejidos celulares modificando las propiedades fisicoquímicas del producto, siendo la temperatura un factor determinante. Estas modificaciones inciden principalmente a la textura, la capacidad de rehidratación y el aspecto físico (39).

Uno de los principales problemas producidos por los cambios irreversibles que acompañan al secado es el pardeamiento enzimático y no enzimático que conduce a la variación del color y desarrollo del sabor. Durante el proceso de secado las reacciones de oxidación de los polifenoles son aceleradas debido a la mayor presencia de oxígeno, donde se evapora el ácido acético debido a su carácter volátil (40).

2.2.9. Residuos de cacao.

El residuo del cacao se produce, durante las diferentes operaciones realizadas para la obtención de cacao y manteca. Estos desechos de este proceso son el resultado de producto como: cáscara de la mazorca que corresponder al 70 % de la producción, el mucilago, ricos en taninos, azúcares, poli fenoles, alcaloides, polisacáridos, cascarilla y los nibs que son fuente potencial de magnesio (41).

Por otra parte en diversos países productores de cacao como (Ghana, Nigeria, Camerún), han utilizado las cáscaras de los frutos de cacao para la elaboración de jabones, pienso para animales y fabricación como alternativa de dar utilización a los residuos industriales (42).

2.2.10. Nibs de cacao.

Su denominación proviene del término inglés (nibs) que significa punta; por lo que se los llama puntas de cacao. Los nibs de cacao es un derivado de las almendras de cacao, considerado generalmente como un residuo, posee un excelente poder antioxidante y un elevado contenido de fibra y magnesio (43).

Los nibs son fragmentos troceados de las almendras de cacao una vez que han pasado por procesos unitarios como; la fermentación, secado y trituración, con características únicas tener un sabor amargo por la presencia de la teobromina que se encuentra inherente a estos (44).

De acuerdo a los datos de (Trade Map), en el 2015 el chocolate y otros alimentos preparados que contienen cacao representaron el 56,0 % del valor de las importaciones mundiales de cacao y preparaciones, seguidas por el cacao en grano y los nibs de cacao (20,6 %), manteca de cacao (11,6 %), licor de cacao (7,1%), cacao en polvo sin azúcar añadido (4,6%), y las cascaras, pieles y otros residuos del cacao (0,1%) (45).

2.2.10.1. Funciones de los nibs.

Algunas funciones más conocidas por parte de este subproducto del cacao y los beneficios que causan al consumirlos, tenemos:

- Prevenir las enfermedades de trastorno al corazón y a los vasos sanguíneos.

- Su fuente potencial de magnesio refuerza la presión arterial y la coagulación de la sangre.
- Los nibs contienen grasas monoinsaturadas benéficas lo que mejora los niveles de colesterol, aumentando el colesterol bueno (HDL) y disminuyendo el colesterol malo (LDL).
- Contiene una gran cantidad de polifenoles entre los que destacan los flavonoides que ayudan a proteger el organismo de los radicales libre evitando el envejecimiento prematuro (46).

2.2.11. Proceso de torrefacción.

El proceso de torrefacción es un pre tratamiento termoquímico, donde es fundamental la aplicación de calor sobre los granos crudos o tostados. Sin embargo, la importancia de tal operación se basa en el control de temperatura en el momento justo y la finalización del proceso cuando la liberación de los aromas y la coloración homogénea de las almendras sea la adecuada (47).

Las condiciones de torrefacción se calibran de acuerdo al tipo de almendra que se procesa. El tostado extendido con alta temperatura, entre 140 -150 °C, elimina las especificidades aromáticas de los cacaos finos, y por el contrario favorece el desarrollo de aromas de naturaleza térmica, con base en la presencia de azúcares reductores (glucosa y fructuosa), que son también compuestos precedentes del sabor junto con los péptidos y aminoácidos (48).

Si la temperatura de tostado es alta por mucho tiempo, las almendras tienden a quemarse, este sabor a quemado ocurre cuando ya no existe fructuosa en el grano.

La torrefacción es un proceso dependiente de la temperatura y el tiempo, en el cual se introducen cambios físicos y químicos en las almendras secas. Hay una pérdida de materia seca, la cual se da principalmente por las transformaciones en dióxido de carbono y agua (agua de constitución) y los productos volátiles de la pirolisis (48).

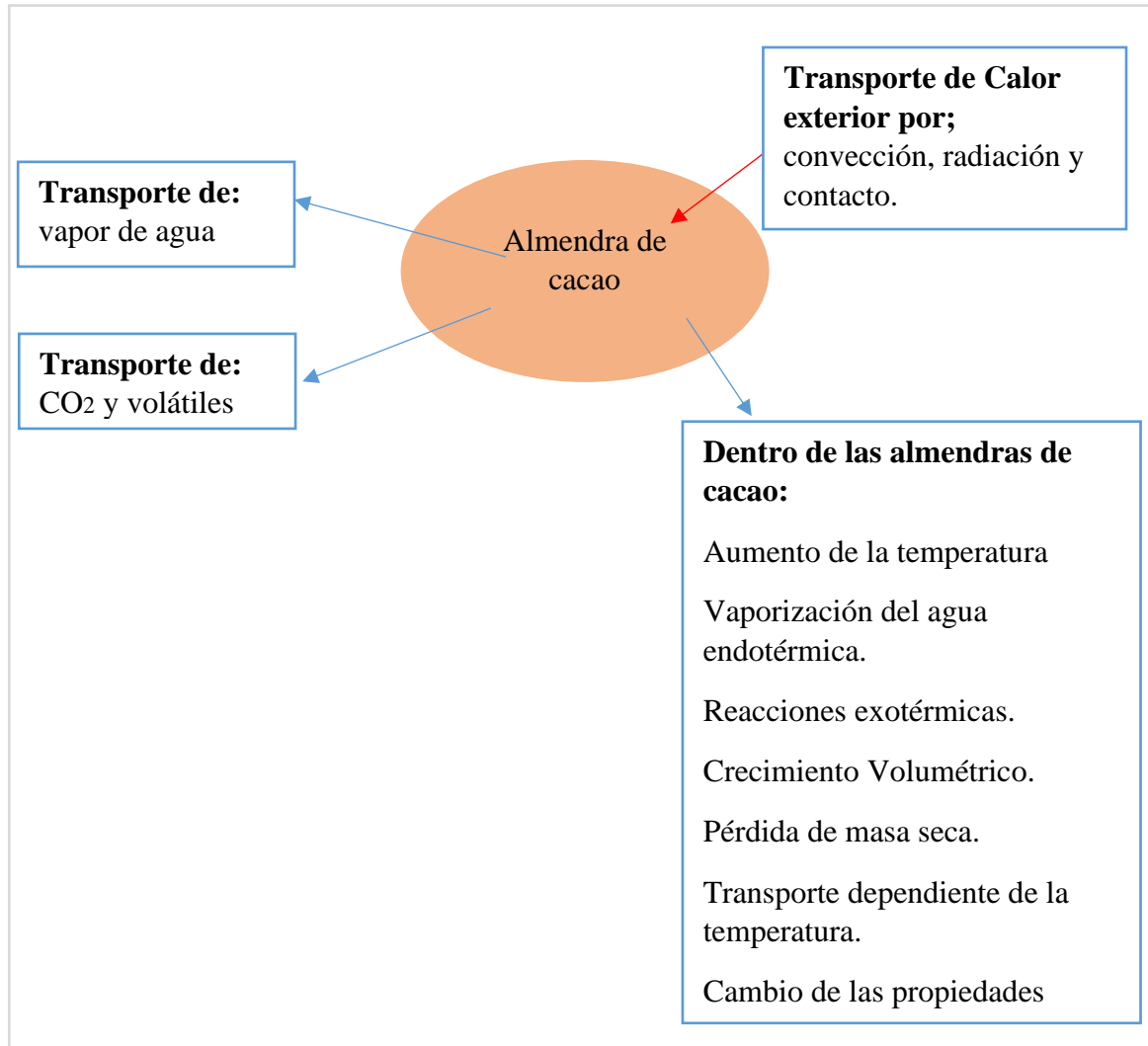


Figura 1. *Torrefacción de las almendras de cacao.*

Fuente: (49).

2.2.11.1. Etapas del proceso de torrefacción.

El proceso de torrefacción puede ser dividido en tres etapas como: el secado, la torrefacción y el enfriamiento:

- En la primera etapa se da la pérdida de masa debido a la evaporación de agua y liberación de compuestos volátiles.
- En la segunda etapa, se dan reacciones exotérmicas de pirolisis, en la cual suceden modificaciones a la composición química de los granos, por causa de liberación del gas carbónico.

- En la tercera etapa, es necesario detener la torrefacción, bajando la temperatura de las almendras con aire a temperatura ambiente, evitando de esta manera la carbonización de los granos (49).

2.2.12. Descascarillado de las almendras de cacao.

Es el proceso en el que se elimina la cascara, la cual constituye la cubierta exterior de la semilla de cacao. Indiferentemente de los fines que se persigan con los granos de cacao en la industria, todos deben someterse primero a un proceso de descascarillado antes de que se transformen en un producto, según las especificaciones determinadas (50).

2.2.13. Molienda de las almendras.

En esta etapa se da la molienda de las almendras de cacao para obtener los nibs y a su vez realizar los cortes de almendras que no han sido cortados por el descascarillado, en un tamaño de los nibs de 6 – 9 mm. La temperatura y la intensidad de la molienda fluctúan, según el tipo de semilla de cacao empleada y de las especificaciones para el producto final (51).

2.2.14. Aditivos alimentarios.

Actualmente la Industria alimentaria está experimentando una progresiva demanda de ingredientes aditivos (52), que avalen el consumo de productos funcionales para la salud de los consumidores y que sean capaz de llevar a cabo diversas funciones nutritivas en los alimentos (antioxidantes, colorantes, conservantes, edulcorantes, entre otros.) (53).

Son sustancias que sin, constituir por sí misma un alimento ni poseer valor nutritivo, se agregan a los alimentos y bebidas en cantidades mínimas con el objetivo de modificar la inocuidad y características organolépticas para facilitar o mejorar su proceso de elaboración o conservación (54).

La dosis máxima de uso de un aditivo es la concentración más alta de este, respecto de la cual la comisión del Codex Alimentarius ha determinado que es funcionalmente eficaz en un alimento o categoría de alimentos y ha acordado que es inocua. Por lo general se expresa como mg de aditivo por kg de alimento (55).

2.2.14.1. Clasificación de los aditivos.

Los aditivos alimentarios realizan diversas funciones tecnológicas en los alimentos. Por lo que al hablar de aditivos encontramos una variedad de estos como:

Tabla 5. *Clasificación de los Aditivos alimentarios.*

Aditivos Alimentarios	
Comunes	No comunes
Antiespumantes	Acidulantes
Anti humectantes	Agentes de limpieza
Antioxidantes	Espumantes.
Aromatizantes / saborizantes	Estabilizadores de color
Colorantes	Emulsionantes
Conservantes	Glaceantes
Edulcorantes	Mejoradores de harina
Espesantes	Reguladores de acidez
Estabilizantes	Resaltadores de sabor
Gelificantes	Secuestrantes

Fuente: (56).

Además es necesario demostrar la necesidad tecnológica y la justificación del uso de aditivos alimentarios, siendo capaces de:

- Proporcionar ingredientes o constituyentes necesarios para alimentos fabricados para grupo de consumidores que tienen necesidades dietéticas especiales.
- Aumentar la calidad, conservación o estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades organolépticas, a condición de que esta dosis no altere la naturaleza, sustancia o calidad del alimento de forma que engañe al consumidor.
- Proporcionar ayuda en la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, empaquetado, transporte o almacenamiento del alimento a condición de que el aditivo no se utilice para encubrir los efectos del empleo de las materias primas defectuosas o de prácticas o técnicas indeseables durante el curso de cualquiera de las operaciones (57).
- Conservar la calidad nutricional del alimento.

2.2.15. Edulcorantes.

Los edulcorantes son considerados sustancias que dotan de sabor a un medicamento, bebida o alimento que tiene un sabor amargo o desagradable dada su estereoquímica y facilidad de formar puentes de hidrógenos impidiendo la polaridad de sus moléculas que provocan estímulo entre ellas y en el área bucal (58).

Son sustancias que permiten la edulcoración de los alimentos enmascarando el sabor amargo o desagradable presentes en estos dándole una mejor degustabilidad al paladar de los consumidores (59).

2.2.15.1. Clasificación de los edulcorantes.

A continuación podemos observar cómo están clasificados los edulcorantes:

Tabla 6. *Clasificación de los edulcorantes.*

Calóricos			No calóricos		
Naturales		Artificiales		Naturales	Artificiales
Azúcares	Edulcorantes naturales calóricos	Azúcares Modificados	Alcoholes del azúcar	Edulcorantes naturales sin azúcar	Edulcorantes artificiales
Sacarosa	Miel	Jarabe de maíz con alto contenido de fructuosa	Sorbitol	Stevia	Aspartamo
Glucosa	Sirope de arce	Caramelo	Xilitol	Taumatina	Sucralosa
Dextrosa	Azúcar de palma o de coco	Azúcar invertido	Manitol	Pentadina	Sacarina
Fructosa	Jarabe de sorgo		Eritritol	Monelina	Neotamo
Lactosa			Maltitol	Brazzeina	Acesulfame K
Maltosa			Isomaltulosa		Ciclamato
Galactosa			Lactitol		Nehosperidina DC
Trehalosa			Glicerol		Alitamo
Tagatosa					Advantamo
Sucromalat					

Fuente: (60).

2.2.15.2. Funciones de los edulcorantes.

Entre algunas de las funciones que cumplen los edulcorantes en los productos alimenticios tenemos:

- Actuar como conservante en las mermeladas y gelatinas.
- Fermentar los productos de panadería y las salsas levemente dulces
- Incrementar el volumen en las cremas heladas.
- Intensificar el sabor en las carnes procesadas.
- Potenciar el dulzor de los alimentos
- Proporcionar cuerpo a las bebidas carbonatadas, que a su vez tienen como fin evitar la pérdida de CO₂ otorgada por la efervescencia (61).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación se llevará a cabo en la Finca Experimental “La Represa” la cual es propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en San Carlos, Recinto “Faita”, Cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos, como también en el Laboratorio de Bromatología, de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Finca Experimental “La María” propiedad de la misma institución, Ubicada en el Km 71/2 vía Quevedo –El Empalme, entrada del cantón, Mocache, Provincia de Los Ríos.

3.2. Condiciones Meteorológicas.

Tabla 7. *Condiciones Meteorológicas de la Finca Experimental “La Represa”.*

Parámetros	Promedios
Temperatura promedio	24.4 °C
Humedad Relativa	83.3 %
Heliofanía	1,7 horas/luz/día
Evaporación	933.60 cm ³ anual
Topografía	Regular
Longitud Occidental	79°C 25`24`''
Precipitación Promedio	2510 mm

Fuente: (62).

3.3. Métodos de investigación.

3.3.1. Experimental.

La investigación que se realizó es de tipo experimental debido a que se procedió a ejecutar ensayos en el tiempo y torrefacción de almendras de cacao en tres variedades Nacional, Trinitario y Forastero para la obtención de nibs, además de realizar los respectivos análisis físicos (pH, ceniza, humedad, materia orgánica y seca), y sensoriales (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad) del mismo para relacionar la influencia en los tratamientos.

3.3.2. Analítico.

Mediante este método se realizó un análisis de los tratamientos y la evaluación correspondiente de los nibs de cacao.

3.3.3. Estadístico.

Gracias a este método se utilizó los datos tabulados en los análisis para introducirlos en un software libre y obtener los resultados pertinentes.

3.3.4. Inductivo.

Se empleó el método inductivo para la elaboración del tema del proyecto de investigación, además de la implementación de un modelo matemático y un diseño experimental.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

3.4.1. Fuentes primarias.

La presente investigación cuenta con la siguiente fuente primaria:

- Nibs de cacao de tres variedades Nacional, Trinitario y Forastero.

3.4.2. Fuentes secundarias.

La presente investigación cuenta con las siguientes fuentes secundarias:

- Artículos científicos.
- Libros.
- Boletines.
- Tesis.

3.5. Diseño de la investigación.

Se empleó un diseño completamente al azar dentro de un arreglo Bi-factorial con seis tratamientos y cuatro repeticiones como primer factor se considerará variedades con tiempo (Nacional, Trinitario y Forastero a 15 y 5 min), y como segundo factor las temperaturas (80°C y 150 °C). Para determinar diferencias entre medias se utilizará la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0.05$). A continuación, se presenta el esquema del análisis de varianza:

3.5.1. Factores de estudio.

En la siguiente tabla se detallan los factores planteados para la investigación.

Tabla 8. Factores de estudio que intervienen en los nibs de cacao FCP – UTEQ. 2019.

Factores	Simbología	Descripción
A: Variedad por tiempo	a ₀	Nacional/5min/15min
	a ₁	Trinitario/5min/15min
	a ₂	Forastero/5min/15min
B: Temperatura	b ₀	150 °C
	b ₁	80 °C

Elaborado: Autor.

3.5.2. ANDEVA

Tabla 9. Esquema de análisis de varianza FCP – UTEQ. 2019.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad		Cuadrados medios	Razón de varianza
Tratamiento A*B	SCR	(a*b-1)	5	CMR= SCR/(r-1)	
Factor A	SCA	(a-1)	2	CMA= SCA/ (a-1)	CMA/CM E
Factor B	SCB	(b-1)	1	CMB= SCB/(b-1)	CMB/CM E
A*B	SC(AB)	(ab-1)(r-1)	2	CM(AB)= SC(AB)/ (a-1)(b-1)	CM(AB)/ CME
Error experimental	SCE	(a*b)(r-1)	18	CME= SCE/(ab-1)(r-1)	
Total	SCT	(a*b*r-1)	23		

Elaborado: Autor.

3.5.2.1. Arreglo factorial A*B de los nibs de cacao torrefactados.

Se utilizará el arreglo factorial A x B, con los niveles en A=3 y B=2 y R=4 dando como resultado un total de 6 tratamientos.

Tabla 10. *Combinación de los Tratamientos propuestos para la torrefacción de las almendras de cacao. FCP – UTEQ. 2019.*

Nº	Simbología	Descripción (500 g)
1	a ₁ b ₁	Nacional con 5 min por 150 °C
2	a ₁ b ₂	Nacional con 15 min por 80 °C
3	a ₂ b ₁	Trinitario con 5 min por 150 °C
4	a ₂ b ₂	Trinitario con 15 min por 80 °C
5	a ₃ b ₁	Forastero con 5 min por 150 °C
6	a ₃ b ₂	Forastero con 15 min por 80 °C

Elaborado: Autor.

3.5.3. Modelo matemático.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk}= Total de las observaciones en estudio.

μ= Efecto de la media general.

A_i = Efecto del i-ésimo nivel del Factor A; i = 1, ..., a (Variedades de cacao* tiempos).

B_j =Efecto del j-ésimo nivel del factor B (temperaturas de torrefacción).

(AB)_{ij} = Efecto de la interacción entre los factores A y B.

E_{ijk}= Efecto aleatorio o error experimental.

3.6. Instrumento de investigación.

3.6.1. Materiales

Materia prima.

- Almendras de cacao y nibs de cacao

Insumos.

- Azúcar
- Agua

Equipos

- Estufa
- Mufla
- Balanza analítica
- Balanza gramera
- pHmetro

Materiales de laboratorio.

- Vasos de precipitación de 50 y 500 ml
- Desecador
- Crisoles
- Pinzas

Reactivos.

- Agua destilada
- Ácido cítrico

Materiales de seguridad.

- Mandil blanco
- Mascarillas
- Guantes de látex
- Cofias

Materiales de oficina.

- Impresora
- Computadora
- Hojas de papel boom
- Pendrive
- Lapiceros
- Lápiz
- Cuaderno de apuntes
- Carpetas de varillas
- Borrador

Otros materiales.

- Bandejas de aluminio
- Fundas herméticas
- Cucharas
- Servilletas
- Vasos desechables
- Fundas plásticas

3.6.2. Variables a estudiar.

3.6.2.1. Parámetros físicos.

Para la determinación del análisis físico de las muestras, se pretende emplear 15 g por cada tratamiento, y se evaluará las siguientes variables:

- **pH.**

Leer en el pH metro. (Anexo 2).

- **Humedad.**

Contenido de agua ligada que tiene la materia orgánica. (Anexo 2)

- **Cenizas.**

Materia residual inorgánica, después de calcinar la materia orgánica. (Anexo 2).

- **Materia seca.**

Extracto seco es la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio. (Anexo 2).

- **Materia Orgánica.**

Es el resultado de 100 % de la muestra menos el porcentaje de ceniza.

3.6.3. Perfiles sensoriales.

Al realizar el análisis sensorial de los nibs de cacao, se utilizará una prueba descriptiva donde se seleccionaran un panel de 7 jueces semi entrenados, en la que se determinará características organolépticas como (color, olor, sabor, textura, aceptabilidad).

Además se aplicara una prueba sensorial de aceptación de cinco escalas como se presenta en el (anexo 4).

- **Color.**

Variable relevante para la evaluación sensorial en la industria alimenticia, debido a que esta propiedad puede hacer que un alimento sea aceptado o rechazado de inmediato por el consumidor sin siquiera haberlo probado.

- **Olor.**

Es la percepción por medio de la nariz de las sustancias volátiles liberadas por ciertos estímulos, presión natural o por objetos.

- **Sabor.**

Se percibe mediante el sentido del gusto, el cual posee la función de identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentran en los alimentos.

- **Textura.**

Es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. El atributo a evaluar es la textura, consistencia en el caso de los alimentos semisólidos y viscosidad en alimentos líquidos.

- **Aceptabilidad.**

Es el resultado de la interacción entre el alimento y el degustador en un momento determinado.

3.6.4. Análisis descriptivo.

En las pruebas descriptivas se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible. En este análisis no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cual es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento (63).

Se realizara un análisis sensorial descriptivo de calificación por medio de escalas de intervalos de cinco puntos, la estructura de la prueba se presenta en el (Anexo 3).

3.6.5. Prueba de Kruskal-Wallis.

Esta prueba no paramétrica es una alternativa a la Prueba F referente al análisis de varianza para diseños de clasificación simple. Consiste en la comparación de varios grupos, utilizando la mediana de cada uno de ellos, en lugar de las medias (64)..

Donde n es el total de datos.

Si hay igualdad en los datos se aplica la siguiente modificación a H (64).

$$H' = \frac{H}{1 - \frac{\sum_{i=1}^g t_i^3 - t_i}{n^3 - n}}$$

3.6.4. Proceso de obtención de los nibs de cacao.

- **Recolección.**

En esta etapa se cosechan las mazorcas de cacao.

- **Fermentación.**

Las almendras de cacao se las lleva a cajas diseñadas para la fermentación con la adición de extracto de banano y hojas de plátano en un periodo de 3 a 4 días.

- **Secado.**

Se procede a la recolección de las almendras de los fermentadores, se llevó hasta una superficie plana donde sean perceptible los rayos del sol para su respectivo secado.

- **Torrefacción.**

En esta etapa las almendras secas, fueron sometidas a torrefacción, acción que permite la liberación aromas y compuestos volátiles. La temperatura y tiempo de torrefacción dependerá de la variedad de almendra y el tipo de producto que se desee.

- **Descascarillado.**

En este proceso los granos se trituraron y se retira o se procede a la eliminación de la cascarilla.

- **Molienda.**

Se realiza la molienda gruesa en las almendras que no han sido trituradas en el proceso del descascarillado, para obtener los nibs.

- **Inmersión.**

En la etapa de inmersión se procede, a cubrir los nibs de cacao torrefactados con almíbar, dejándolos por un periodo de tiempo de 48 horas.

- **Envasado.**

En este proceso se procede a retirar las muestras con las cantidades establecidas en cada recipiente de manera esterilizada.

Diagrama de bloques del proceso de la obtención de nibs de cacao (*T. Cacao*) torrefactados.

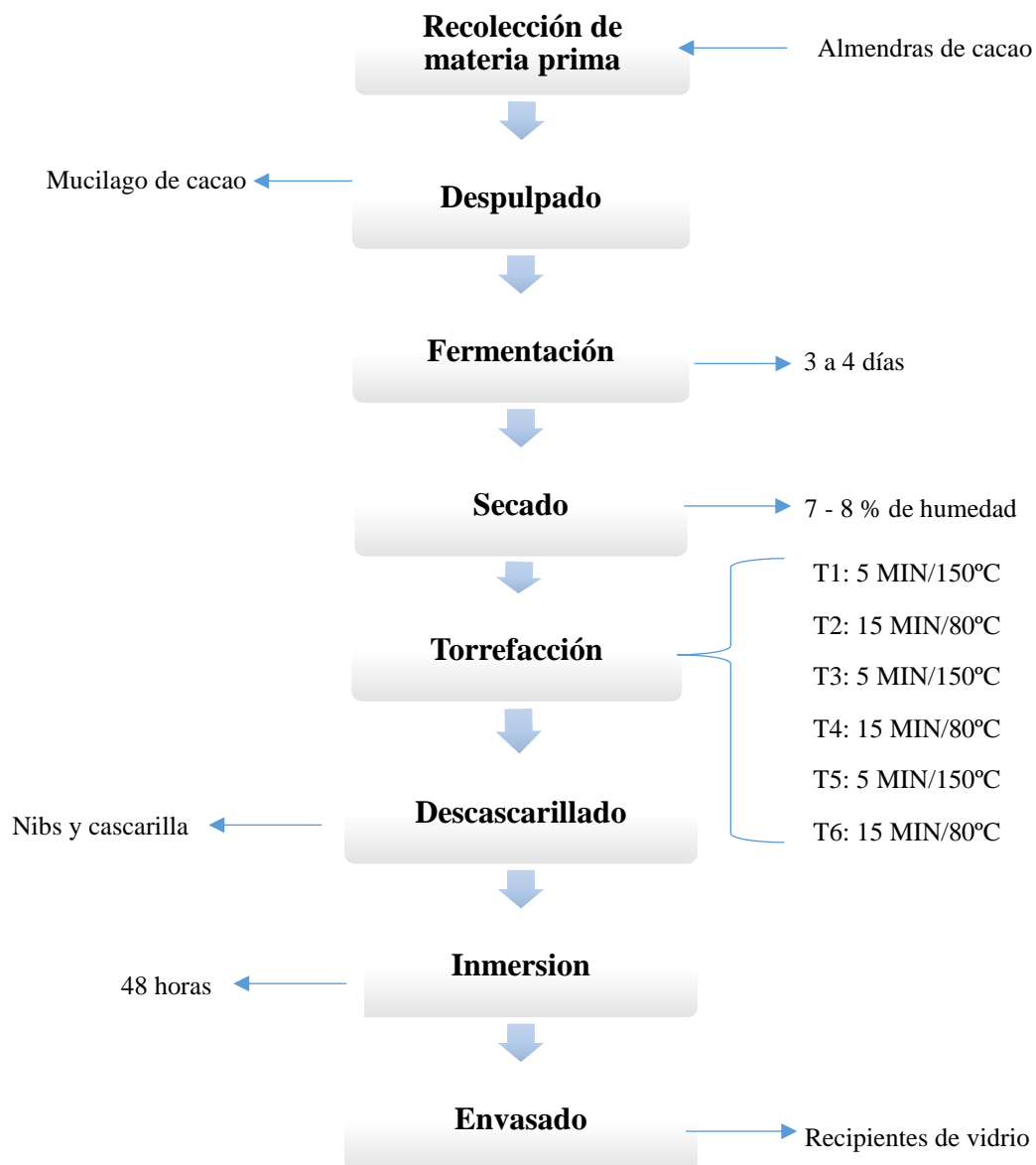


Figura 2. *Obtención de nibs a partir de almendras de cacao FCP.UTEQ.2018.*

Elaborado: Autor.

3.6. Tratamientos de datos.

En la Tabla 11, se muestra el esquema del experimento planteado en la presente investigación con los respectivos tratamientos, repeticiones y unidades experimentales. Donde cada unidad experimental corresponde a 500 g de nibs para la evaluación física y sensorial.

Tabla 11. Factores en estudio del ensayo experimental. FCP – UTEQ. 2019.

Tratamiento	Código	Réplica	Unidad experimental 500 g	Subtotal
T1	a ₁ b ₁	4	1	4
T2	a ₁ b ₂	4	1	4
T3	a ₂ b ₁	4	1	4
T4	a ₂ b ₂	4	1	4
T5	a ₃ b ₁	4	1	4
T6	a ₃ b ₂	4	1	4
Total				24

Elaborado: Autor.

3.7. Recursos Humanos y materiales.

3.8.1. Recursos humanos.

La presente investigación cuenta con los siguientes recursos humanos:

- Ing. Lourdes Ramos y Sr. Robert Kaiser, encargados del Laboratorio de Bromatología.
- Ing. David Zapatier, encargado del Laboratorio de Rumiología.
- Tutor del proyecto de investigación. Ing. Jaime Vera Chang.
- Autor del proyecto de investigación. Sr. Jasson Barzola Carcamo.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis físicos de los nibs de cacao (*T. cacao*).

4.1.1 Potencial de Hidrogeno (pH).

4.1.1.1 Efecto del factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable pH de los nibs de cacao torrefactados (Tabla 12), se puede observar que no existió diferencia estadística significativa ($P \geq 0,05$) para el factor variedad con tiempo, obteniendo para los niveles de 5 y 15 minutos valores, con promedios de 5,08; 5,08 y 5,13, con una media y un coeficiente de variación de 5,10 y 0,56 % respectivamente. Mientras que para el factor temperatura tampoco se encontró significancia, registrando para los niveles 150 y 80 °C valores medios de 5,11 y 5,09 con un coeficiente de variación y media de 1,94 % y 5,10.

Tabla 12. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable pH de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.

pH			
Factor A: Variedad de cacao	Factor B: Temperatura		
Nacional (5-15 min)	5,08 a	150 °C	5,11 a
Trinitario (5-15 min)	5,08 a	80 °C	5,09 a
Forastero (5-15 min)	5,13 a		
Promedio	5,10		5,10
C.V. (%)	0,56		1,94
s.e.	ns		ns

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

C.V.= Coeficiente de variación.

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo).

ELABORADO: AUTOR.

Graziani *et al*, (65), argumenta que el nivel alto de pH indica una sobre fermentación de las almendras de cacao, la que conduce a la formación de ácidos carboxílicos y aminas biogénicas por descarboxilación enzimática. Además. Durante la fermentación, los ácidos acético y láctico producidos por la degradación microbiana de la pulpa, son difundidos hacia el cotiledón aumentando la acidez. Un pH cercano a 5, es considerado como indicativo de una buena calidad del grano fermentado.

4.2.1.1. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En la (tabla 13), según el ANDEVA para la variable pH de los nibs de cacao torrefactados, no existió significancia ($P \geq 0,05$) para el efecto de las interacciones entre el factor Variedad con tiempo y las temperaturas. Donde el T5 presentó la mayor valoración del pH con 5,14 seguido del T6 con 5,12, mientras que el menor valor lo obtuvo el T2 con 5,05 con un promedio general de los tratamientos de 5,10 y un coeficiente de variación de 1,94 %.

Tabla 13. Efecto de las interacciones entre factor tiempo y temperatura en la variable pH de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.

pH	
Interacciones A*B: Variedad de cacao con tiempo *temperatura de torrefacción	
T1/Nacional con 5 min a 150 °C	5,11 a
T2/Nacional con 15 min a 80 °C	5,05 a
T3/Trinitario con 5 min a 150 °C	5,07 a
T4/Trinitario con 15 min a 80 °C	5,10 a
T5/ Forastero con 5 min a 50 °C	5,14 a
T6/ Forastero con 15 min a 80 °C	5,12 a
Promedio	5,10
C.V. (%)	1,94
s.e.	ns

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

C.V.= Coeficiente de variación.

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo).

ELABORADO: AUTOR

Según Aldave (66), en su estudio de temperatura y tiempo de tostado en los caracteres sensoriales y en las propiedades químicas de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), en el caso del CCN-51 la fermentación se realizó en seis días, obtuvo un pH de 4,81, mientras que, el clon ICS-6 se fermentó en cinco días, logrando un pH 4,92. Valores que difieren en la presente investigación.

4.2.2. Humedad.

4.2.2.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

Según el análisis de varianza de la variable humedad de los nibs de cacao torrefactados (Tabla 14), se reportó que no existe significancia estadística ($P \geq 0,05$) para el factor variedad con tiempo, obteniendo para los niveles de 5 y 15 minutos valores promedios de 7,28; 7,13 y 7,31 respectivamente. Por otra parte para el factor temperatura tampoco se encontró significancia, registrando para los niveles 150 y 80 °C valores medios de 7,25 y 7,23 con una media de 7,24 y coeficiente de variación 3,89 %.

Tabla 14. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable humedad de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.

Humedad			
Factor A: Variedad de cacao		Factor B: Temperatura	
Nacional (5-15 min)	7,28 a	150 °C	7,25 a
Trinitario (5-15 min)	7,13 a	80 °C	7,23 a
Forastero (5-15 min)	7,31 a		
Promedio	7,24		7,24
C.V. (%)	3,89		3,89
s.e.	ns		ns

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

C.V.= Coeficiente de variación.

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo).

ELABORADO: AUTOR.

Sánchez *et al*, (67), en su investigación en polvillos de cacao y pinole muestran valores de humedad de 5.70 a 7.29%, tres de las muestras tienen porcentajes de humedad por debajo de los que indica el Codex Stan 105-1981, de $\leq 7\%$. Con estos valores de humedad estos productos pueden almacenarse por un periodo de 3 meses a temperatura ambiente, en botes de plástico bien sellados o en refrigeración el periodo puede prolongarse un poco más, considerando que la humedad favorece el desarrollo de hongos y otro tipo de microorganismos que afectan la calidad del producto. Valores que concuerdan con la presente investigación.

4.2.2.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En la (tabla 15), al introducir los datos experimentales al ANDEVA para la variable humedad de los nibs de cacao torrefactados, demuestra que no existió significancia ($P \geq 0,05$) para el efecto de las interacciones entre el factor variedad con tiempo y las temperaturas. Con una media general de los tratamientos de 7,24 y un coeficiente de variación de 3,89 %.

Tabla 15. Efecto de las interacciones entre factor tiempo y humedad en la variable humedad de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ, 2019.

Humedad	
Interacciones A*B: Variedad de cacao con tiempo *temperatura de torrefacción	
T1/Nacional con 5 min a 150 °C	7,34 a
T2/Nacional con 15 min a 80 °C	7,22 a
T3/Trinitario con 5 min a 150 °C	7,18 a
T4/Trinitario con 15 min a 80 °C	7,09 a
T5/ Forastero con 5 min a 50 °C	7,24 a
T6/ Forastero con 15 min a 80 °C	7,39 a
Promedio	7,24
C.V. (%)	3,89
s.e.	ns

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

C.V.= Coeficiente de variación.

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo).

ELABORADO: AUTOR

COABISCO (68). Manifiesta que el cacao se aproxima a la clasificación de Grado 1 debe contener hasta un 8% de humedad que debe evitarse la mezcla en origen de cacaos de diferentes grados.

4.2.3. Cenizas.

4.2.3.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

En la variable cenizas de los nibs de cacao torrefactados (Tabla 16), según el análisis del ANDEVA se pudo determinar que no existe diferencia estadística ($P \geq 0,05$) para el factor variedad con tiempo, obteniendo para todos los niveles de 5 y 15 minutos los mismo valores promedios de 0,03. De la misma manera para el factor temperaturas donde no se encontró significancia estadística, registrando para los niveles 150 y 80 °C valores promedios similares de 0,03 con una media general de 0,03 y coeficiente de variación de 11,95 %.

Tabla 16. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable cenizas de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.

Cenizas			
Factor A: Variedad de cacao	Factor B: Temperatura		
Nacional (5-15 min)	0,03 a	150 °C	0,03 a
Trinitario (5-15 min)	0,03 a	80 °C	0,03 a
Forastero (5-15 min)	0,03 a		
Promedio	0,30		0,03
C.V. (%)	11,95		11,95
s.e.	ns		ns

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

C.V.= Coeficiente de variación.

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo).

ELABORADO: AUTOR

Vera *et al*, (69) en la caracterización físico química y sensorial de 15 clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional, el mayor contenido de ceniza lo reporto en el clon DIRCYT-228 con 4,09%, seguido del IMC-67 (testigo) con 4,04%. Valores que difieren significativamente de la presente investigación.

4.2.3.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA para la variable cenizas de los nibs de cacao torrefactados (tabla 17), al introducir los datos experimentales se demuestra que no existió significancia ($P \geq 0,05$) para el efecto de las interacciones entre el factor variedad con tiempo y las temperaturas. Registrándose que el T1, T2, T3, T4, T5 y T6 muestran valores similares de 0,03 con una media general de los tratamientos de 0,03 y un coeficiente de variación de 11,95%.

Tabla 17. Efecto de las interacciones entre factor tiempo y temperatura en la variable cenizas de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.

Cenizas	
Interacciones A*B: Variedad de cacao con tiempo *temperatura de torrefacción	
T1/Nacional con 5 min a 150 °C	0,03 a
T2/Nacional con 15 min a 80 °C	0,03 a
T3/Trinitario con 5 min a 150 °C	0,03 a
T4/Trinitario con 15 min a 80 °C	0,03 a
T5/ Forastero con 5 min a 50 °C	0,03 a
T6/ Forastero con 15 min a 80 °C	0,03 a
Promedio	0,03
C.V. (%)	11,95
s.e.	ns

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

C.V.= Coeficiente de variación.

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo).

ELABORADO: AUTOR

Álvarez *et al*, (70), en su estudio manifestaron contenido de cenizas en los nibs de cacao de 2.86 a 3.32%, de cinco genotipos de la región de Cuyagua en Venezuela. Valores que difieren en la presente investigación.

4.2.4. Materia Orgánica.

Según el análisis del ANDEVA de la variable materia orgánica de los nibs de cacao torrefactados (Tabla 18), se reportó que no existió significancia estadística ($P \geq 0,05$) para el factor variedad con tiempo, obteniendo para todos los niveles de 5 y 15 minutos valores medios similares de 99,97. De igual manera para el factor temperaturas tampoco se encontró significancia, registrando para los niveles 150 y 80 °C valores medios similares de 99,97 con una media de 99,97 y coeficiente de variación 0,003%.

4.2.4.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

Tabla 18. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable materia orgánica de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.

Materia Orgánica			
Factor A: Variedad de cacao		Factor B: Temperatura	
Nacional (5-15 min)	99,97	150 °C	99,97 a
Trinitario (5-15 min)	99,97	80 °C	99,97 a
Forastero (5-15 min)	99,97		
Promedio	99,97		99,97
C.V. (%)	0,003		0,003
s.e.	ns		ns

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

C.V.= Coeficiente de variación.

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo).

ELABORADO: AUTOR

Rofner, *et al* (71) en su investigación de pH y materia orgánica en almendras de cacao orgánico, se mostraron valores de MO para la variedad CCN-51 de 74,76 % y 78,92%, según corresponde a cada parcela. Valores que difieren de esta investigación.

4.2.4.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En la (tabla 19), al introducir los datos experimentales al ANDEVA para la variable materia orgánica de los nibs de cacao torrefactados, demuestra que no existió significancia ($P \geq 0,05$) para el efecto de las interacciones entre el factor Variedad con tiempo y las temperaturas. Encontrándose que todos los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, y T6 tienen valores similares de 99,97 con una media general de los tratamientos de 99,97 y un coeficiente de variación de 0,003 %.

Tabla 19. Efecto de las interacciones entre factor tiempo y temperatura en la variable materia orgánica de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.

Materia Orgánica	
Interacciones A*B: Variedad de cacao con tiempo *temperatura de torrefacción	
T1/Nacional con 5 min a 150 °C	99,97 a
T2/Nacional con 15 min a 80 °C	99,97 a
T3/Trinitario con 5 min a 150 °C	99,97 a
T4/Trinitario con 15 min a 80 °C	99,97 a
T5/ Forastero con 5 min a 50 °C	99,97 a
T6/ Forastero con 15 min a 80 °C	99,97 a
Promedio	99,97
C.V. (%)	0,003
s.e.	ns

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

C.V.= Coeficiente de variación.

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo).

ELABORADO: AUTOR

Vera *et al* (72), .en la caracterización físico-química de almendras y nibs de cacao Nacional en la asociación la cruz, determina que el contenido de materia orgánica es de 95,27 %. Valor, que se asemejan a la presente investigación.

4.2.5. Materia seca.

4.2.5.1. Efecto del factor tiempo y temperatura.

En el análisis del ANDEVA de la variable materia seca de los nibs de cacao torrefactados (Tabla 20), se reportó que no existe diferencia estadística significativa ($P \geq 0,05$) para el factor variedad con tiempo, obteniendo para los niveles de 5 y 15 minutos valores medios de 92,72; 92,87 y 92,69, con una media y un coeficiente de variación de 92,76 y 0,30 % respectivamente. De la misma forma para el factor temperatura donde no se encontró significancia estadística, registrando para los niveles 150 y 80 °C valores promedios de 92,75 con una media de 92,75 y un coeficiente de variación de 0,30 %.

Tabla 20. Efecto del factor tiempo y temperatura en la variable materia seca de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.

Materia seca			
Factor A: Variedad de cacao		Factor B: Temperatura	
Nacional (5-15 min)	92,72 a	150 °C	92,75 a
Trinitario (5-15 min)	92,87 a	80 °C	92,75 a
Forastero (5-15 min)	92,69 a		
Promedio	92,76		92,75
C.V. (%)	0,30		0,30
s.e.	ns		ns

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

C.V.= Coeficiente de variación.

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo).

ELABORADO: AUTOR.

Beriguette (73), en un estudio de extracción de nutrientes en frutos de cacao de dos localidades de Costa Rica, el mayor contenido de materia seca de las semillas lo reportó el clon de cacao IMC-67 con 58,7 % y 70,3% según la localidad en estudio.

4.2.5.2. Efecto de las interacciones entre el factor tiempo y temperatura.

En la (tabla 21), según el análisis del ANDEVA para la variable materia seca de los nibs de cacao torrefactados, no existió significancia ($P \geq 0,05$) para el efecto de las interacciones entre el factor Variedad con tiempo y las temperaturas. Donde el T4 presento la mayor valoración de materia seca con valor promedio de 92,91 mientras que el de menor valor lo presento el T6 con 92,61 seguido del T1 con 96,66 con un promedio general de los tratamientos de 92,76 y un coeficiente de variación de 0,30 %.

Tabla 21. Efecto de las interacciones entre factor tiempo y temperatura en la variable materia seca de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ, 2019.

Materia seca	
Interacciones A*B: Variedad de cacao con tiempo *temperatura de torrefacción	
T1/Nacional con 5 min a 150 °C	92,66 a
T2/Nacional con 15 min a 80 °C	92,79 a
T3/Trinitario con 5 min a 150 °C	92,83 a
T4/Trinitario con 15 min a 80 °C	92,91 a
T5/ Forastero con 5 min a 50 °C	92,77 a
T6/ Forastero con 15 min a 80 °C	92,61 a
Promedio	92,76
C.V. (%)	0,30
s.e.	ns

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

C.V.= Coeficiente de variación.

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo).

ELABORADO: AUTOR

Furcal (74), en la caracterización de física-química y nutricional de 7 clones de cacao de estudio, determina que el clon IMC-67 con 58,7 % posee el valor más alto de contenido de materia seca difiriendo del clon CATIE-R6 que posee menor contenido de MS con 44,1 %.

4.2.6. Análisis Sensorial de los nibs de cacao (T. *Cacao*).

4.2.6.1. Olor (floral, frutal y nuez).

Según la prueba Kruskal – Wallis, en cuanto al atributo sensorial del olor floral, se muestra que existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos, con una media general de 2,18. Donde resulto ser el mejor tratamiento el T1 con una valor de 3,16, mientras que el menor tratamiento fue el T6 con un valor de 1,61, y un valor de H de 45,6.

De la misma manera para el atributo sensorial del olor frutal, la prueba de Kruskal – Wallis reportó que si existe significancia entre los tratamientos, con un valor de H de 83,32. Lo que demuestra que el T1 presenta el mayor valor y el T6 el menor valor, (3,36 y 1,48) respectivamente con una media general de 2,28.

Para el atributo de olor Nuez, el análisis estadístico de Kruskal – Wallis, demostró que de la misma manera existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos. En el que resultó el T6 con menor valor 1,43 mientras que el T1 presento el mayor valor con 2,98, con una media general de los tratamientos de 2,03 y un valor de H de 38,53.

Tabla 22. Análisis sensorial descriptivo de los olores específicos de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.

TRAT.	O. FLORAL	O. FRUTAL	O. NUEZ
T1	3,16 a	3,86 a	2,98 a
T2	2,50 a	2,30 ab	2,20 ab
T3	1,84 bc	2,48 ab	1,86 b
T4	2,27 ab	1,86 c	2,02 ab
T5	1,70 c	1,70 bc	1,68 b
T6	1,61 d	1,48 d	1,43 c
Promedio	2,18	2,28	2,03
K – W (H)	45,60	83,32	38,53
s.e	**	**	**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

T1= Nacional (5 min / 150 °C), **T2**= Nacional (15 min / 80 °C), **T3**= Trinitario(5 min / 150 °C), **T4**= Trinitario (15 min / 80 °C), **T5**= Forastero (5 min / 150 °C) y **T6**= Forastero (15 min / 80 °C).

K – W (H) = Estadístico de Kruskal – Wallis (no corregido por empates).

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo, **=Altamente significativo).

ELABORADO: AUTOR.

Muñoz *et al* (75), en su investigación en factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate, en el que para la cuantificación de cada variable se aplicó la escala ordinal 0-10, donde 0 es ausente, 1 a 2 bajo, 3 a 5 medio, 6 a 8 alto, 9 a 10 muy alto. Se encontraron puntuaciones bajas para la intensidad del olor floral (1.0), seguidas del olor frutal (0.33) donde no existió intensidad, así como la presencia del olor a Nuez (1.0) que presenta de la misma manera baja intensidad. En contraste, se detectó olores a cacao de la misma manera con baja intensidad.

4.2.7. Sabores (básicos y específicos)

En las siguientes (Tablas 23 y 24), se muestran los datos de los sabores descritos en el análisis sensorial de las muestras. Donde se aplicó dos tipos de perfiles de sabores como son los sabores básicos (Amargo, Acido y Astringente) y los sabores específicos (Floral, Frutal y Nuez).

4.2.7.1. Básicos (amargo, ácido y astringente)

En la (tabla 23) de sabores básicos la prueba de Kruskal – Wallis, demostró que para el atributo de sabor amargo existió significancia entre los tratamientos de estudio, con un valor de H de 108,1. Por lo que el T6 con 4,48 presenta mayor presencia de amargor, el T1 menos presencia de amargor con un valor de 2,00 y una media general de los tratamientos de 3,12.

En el análisis de Kruskal – Wallis, reportó que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en cuanto al atributo sensorial acido con una media general de los datos de 1,96. Encontrándose que el T3 muestra mayor presencia de acidez con 2,30, mientras que el T1 tiene menor concentración acida con 1,77, y un valor de H de 14,71.

De la misma forma para el atributo astringente, según el análisis de Kruskal – Wallis muestra que existe significancia entre los tratamientos, con un valor de H de 10,21. Encontrándose que el T2 muestra mayor presencia de astringencia con un valor de 2,59, mientras que le T5 menor índice de astringencia con un valor de 1,86 y una promedio general de los datos de 2,26.

Tabla 23. Análisis sensorial descriptivo sabores básicos de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.

TRAT.	S.AMARGO	S.ÀCIDO	S. ASTRINGENTE
T1	2,00 c	1,77 c	2,39 b
T2	2,66 b	1,82 ab	2,59 a
T3	2,59 c	2,30 a	2,23 ab
T4	2,93 b	2,05 ab	2,20 ab
T5	4,07 a	1,84 bc	1,86 c
T6	4,48 a	1,98 abc	2,27 b
Promedio	3,12	1,96	2,26
K – W H	108,1	14,71	10,21
s.e	**	*	*

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

T1= Nacional (5 min / 150 °C), **T2**= Nacional (15 min / 80 °C), **T3**= Trinitario(5 min / 150 °C), **T4**= Trinitario (15 min / 80 °C), **T5**= Forastero (5 min / 150 °C) y **T6**= Forastero (15 min / 80 °C).

K – W (H) = Estadístico de Kruskal – Wallis (no corregido por empates).

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo, **=Altamente significativo).

ELABORADO: AUTOR.

Stark *et al*, (76), en su investigación en suspensión acuosa preparada de semillas de cacao tostadas en polvo impartió se usó para el análisis del perfil de sabor amargo, agrio, dulce, salado, umami y astringencia en una escala de 0 (no detectable) a 5 (intensamente detectable). Se encontraron puntuaciones altas para la intensidad del sabor amargo (4.1), seguidas de la acidez (2.8), así como la sensación astringente, del sabor bucal (3.0). En contraste, los sabores salado, dulce y umami no fueron detectables en absoluto (datos no mostrados).

4.2.7.2. Sabores Específicos (floral, frutal y nuez).

En la (Tabla 24), según la prueba de Kruskal – Wallis demuestra que existe estadísticamente diferencia entre los tratamientos en el atributo sensorial de sabor floral. Donde muestra que el T1 es el mejor tratamiento con un valor de 2,98, mientras que el T4 presenta menos presencia de sabor floral, con una media general de los datos y un valor de H de (2,40 y 18,33) respectivamente.

Para el atributo sensorial de sabor frutal, al introducir los datos al análisis de Kruskal – Wallis, nos muestra que no existe significancia entre los tratamientos, con un promedio de los datos de 2,26. Indicándonos que para este atributo el mejor fue el T2 con un valor

de 2,48, mientras que en el T3 existe menos presencia de sabor frutal con 2,02 y un valor de H de 6,75.

Lo mismo ocurrió para el atributo sensorial de sabor a nuez, donde según el análisis de Kruskal – Wallis, nos demuestra que existe diferencia estadística significativa de los tratamientos. Donde indica que el mejor tratamiento fue el T1, con un valor promedio de 3,02 a diferencia del T3, que presentó menor presencia de sabor a nuez con un valor de 1,95, y una media general de los datos de 2,44 y un valor de H de 18,91.

Tabla 24. *Análisis sensorial descriptivo sabores específicos de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.*

TRAT.	S. FLORAL	S. FRUTAL	S. NUEZ
T1	2,98 a	2,36 a	3,02 a
T2	2,61 ab	2,48 a	2,98 ab
T3	2,18 b	2,02 c	1,95 c
T4	2,16 b	2,05 c	2,14 b
T5	2,23 b	2,43 ab	2,25 b
T6	2,25 b	2,2 b	2,32 b
Promedio	2,40	2,26	2,44
K – W H	18,33	6,75	18,91
s.e	**	*	**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

T1= Nacional (5 min / 150 °C), **T2**= Nacional (15 min / 80 °C), **T3**= Trinitario(5 min / 150 °C), **T4**= Trinitario (15 min / 80 °C), **T5**= Forastero (5 min / 150 °C) y **T6**= Forastero (15 min / 80 °C).

K – W (H) = Estadístico de Kruskal – Wallis (no corregido por empates).

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo, **=Altamente significativo).

ELABORADO: AUTOR.

Vera & Goya (77), En su estudio manifiesta que en sabor a cacao, se detectó la mayor intensidad en los clones DYRCYT-H-255, JHVH-10 y DYRCYT-H-254, con promedios entre 7 y 6. Expresa que el cacao debe desarrollar el aroma y el característico floral y frutal para que sea calificado como de primera calidad, cualidades que se desarrollan solamente cuando las almendras, son debidamente fermentadas y secadas.

4.2.8. Color (café, violeta, amarillo y negro).

Para el atributo de color café según la prueba estadística de Kruskal – Wallis (Tabla 25), nos muestra que existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos, con 106,41 como valor de H. Donde nos muestra que el T1 presenta el mayor valor de presencia de color café con 3,95 y el T6 presenta el menor valor con 1,59 y un promedio general de 2,67.

También para el atributo de color violeta, al someter los datos al análisis de Kruskal - Wallis nos muestra que existe significancia entre los tratamientos, donde el T6 contiene mayor el mayor valor con 2,52, mientras que el T1 tiene el menor valor promedio con 1,45 y un valor de H de 32,00 y una media general de 2,00.

De la misma manera sucede para el atributo de color amarillo, en donde según el análisis de Kruskal – Wallis, no existió significancia entre los tratamientos, con un valor de H de 7,02. Donde el T4 muestra el mayor valor con 2,16 y el menor valor el T1 con 1,61 y una media de los datos de 1,80.

Lo mismo ocurrió para el atributo sensorial de color negro, donde el T1 presenta el mayor valor 3,64 y el T5 el de menor valor con 1,82 con un valor promedio de 2,40. Por lo que al someter los datos al análisis de Kruskal – Wallis nos indica que existió diferencia estadística significativa de los tratamientos y un valor de H de 44,37.

Graziani *et al*, (65), En su investigación de fermentación del cacao sustentan que el color de los granos es una característica del grado de fermentación, de forma que el color violeta revela una fermentación incompleta, mientras que el color pardo indica que la fermentación se ha completado.

Tabla 25. Análisis sensorial descriptivo del color de los nibs de cacao torrefactados.
FCP – UTEQ. 2019.

TRAT.	C. CAFÉ	C.VIOLETA	C.AMARILLO	C.NEGRO
T1	3,95 c	1,45 a	1,61 a	3,64 c
T2	3,55 c	1,80 b	1,75 a	2,86 b
T3	2,66 b	2,00 bc	1,75 a	2,02 a
T4	2,52 b	1,98 b	2,16 c	2,05 a
T5	1,73 a	2,27 bc	1,75 a	1,82 a
T6	1,59 a	2,52 c	1,80 b	2,00 a
Promedio	2,67	2,00	1,80	2,40
K – W H	106,41	32,00	7,02	44,37
s.e	**	**	*	**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

T1= Nacional (5 min / 150 °C), **T2**= Nacional (15 min / 80 °C), **T3**= Trinitario (5 min / 150 °C), **T4**= Trinitario (15 min / 80 °C), **T5**= Forastero (5 min / 150 °C) y **T6**= Forastero (15 min / 80 °C).

K – W (H) = Estadístico de Kruskal – Wallis (no corregido por empates).

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo, **=Altamente significativo).

ELABORADO: AUTOR.

Graziani *et al*, (65), en su estudio manifiesta que la cantidad de granos agrietados y con color pardo de la radícula aumentó en mayor proporción durante los 2 primeros días de fermentación, debido a la inversión de la relación antocianinas monómeros/polímeros amarillos o pardos. En donde, al 5to día de la fermentación, los granos toman un color pardo oscuro o negro, revelando una posible sobre-fermentación.

4.2.9. Textura (dura, crujiente, grumosa y suave).

En el análisis de Kruskal – Wallis en la (Tabla 26), para el atributo sensorial de textura dura, nos muestra que existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos, con una media general de los datos de 2,70 y un valor de H de 39,24. Donde el T2 muestra el mayor valor con 3,73, mientras que el T3 el menor valor con 2,14.

Lo mismo sucede para el atributo sensorial de textura crujiente, donde al introducir los datos al análisis de Kruskal – Wallis, nos enseña que existe significancia entre los tratamientos, con una media general de 2,49. Dando como resultado que el T2 muestra mayor crujencia con un valor de 3,05 y el T5 menor crujencia con un valor de 2,00 y un valor promedio de H de 24,16.

De igual manera para el atributo grumoso según el análisis de Kruskal – Wallis nos indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, con un valor de H de 16,00 y una media general de 2,14. Mostrándonos que existe mayor grumosidad en el T2 con un valor de 2,64 y en el T3 menor índice de grumosidad con un valor de 1,89.

Lo mismo ocurrió para el atributo sensorial de textura suave, donde nos muestra el análisis estadístico de Kruskal – Wallis que existe significancia entre los tratamientos, con un valor de H de 29,33. Encontrándose que el T6 posee el mayor valor con 2,66 y el T2 el menor valor con 1,73 y una media general de los tratamientos con 2,37.

Tabla 26. *Análisis sensorial descriptivo textura de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.*

TRAT.	T.DURA	T.CRUJIENTE	T. GRUMOSA	T.SUAVE
T1	3,11 b	2,84 c	2,41 b	2,02 a
T2	3,73 c	3,05 c	2,64 b	1,73 a
T3	2,32 a	2,50 bc	1,89 a	2,59 b
T4	2,14 a	2,25 ab	1,93 a	2,70 b
T5	2,41 a	2,00 ab	2,07 ab	2,50 b
T6	2,50 a	2,30 ab	1,91 a	2,66 b
Promedio	2,70	2,49	2,14	2,37
K – W H	39,24	24,16	16,00	29,33
s.e	**	**	**	**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

T1= Nacional (5 min / 150 °C), **T2**= Nacional (15 min / 80 °C), **T3**= Trinitario (5 min / 150 °C), **T4**= Trinitario (15 min / 80 °C), **T5**= Forastero (5 min / 150 °C) y **T6**= Forastero (15 min / 80 °C).

K – W (H) = Estadístico de Kruskal – Wallis (no corregido por empates).

s.e.= Significancia estadística (n.s.= no significativo, *=significativo, **=Altamente significativo).

ELABORADO: AUTOR.

Teneda (78), manifiesta que el color de las almendras de cacao fermentadas y secadas, va de castaño a castaño pálido, dependiendo de la variedad que se fermentó. En donde, la textura se caracteriza porque los cotiledones tienden a separarse con facilidad de la cutícula o testa.

4.3. Análisis sensorial del mejor tratamiento

En la figura 4 se presenta el perfil del T1, en donde, presentó bastante olor floral y frutal, sabor bastante amargo, muy poco sabor ácido y astringente, mientras que en sabores específicos, se presentó bastante sabor floral y frutal. Mientras tanto que en color café obtuvo 5 correspondiente a mucho, color violeta muy poco, la textura bastante crujiente.

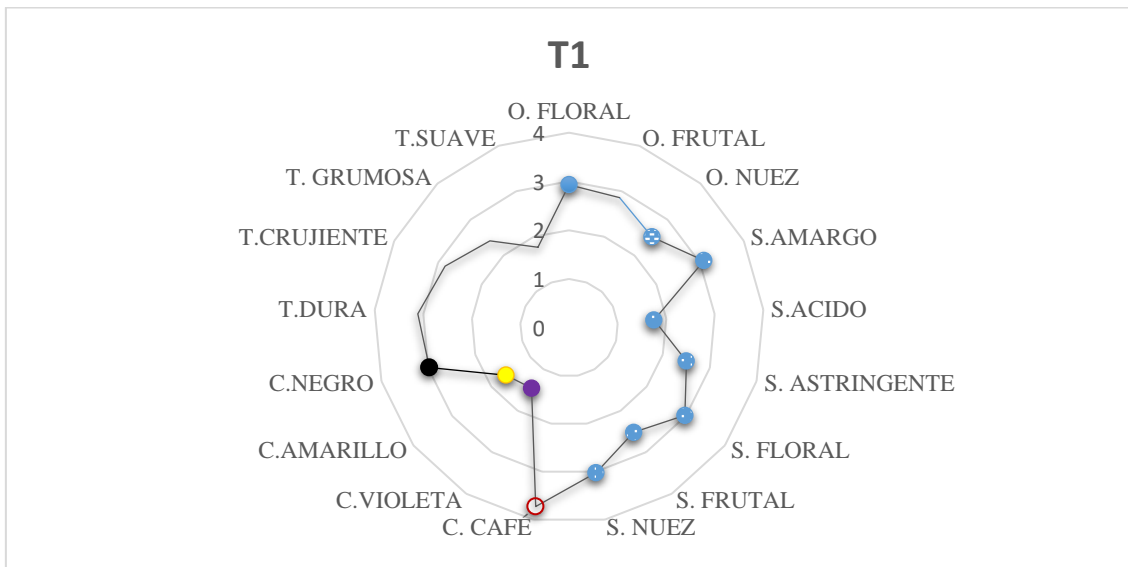


Figura 3. Características sensoriales del mejor tratamiento de los nibs de cacao torrefactados

Elaborado: Autor

Stark *et al*, (76), en su estudio obtuvo los puntajes más altos para sabor amargo (3.2), astringencia (2.8) y sabor amargo (1.3) se encontraron para los solubles en agua (fracción IV), seguidos de los extraíbles de acetato de etilo (fracción III) evaluados con intensidades de sabor algo más bajas para el sabor amargo, sabor (2.5), astringencia (2.0) y sabor amargo (1.1). En contraste, los extraíbles de diclorometano (fracción II) exhibieron exclusivamente un sabor amargo intenso (2.5) acompañado por un importante retrogusto metálico.

4.4. Aceptación general.

Al evaluar las propiedades sensoriales (olor, sabores, color y textura) de manera generalizada de los nibs de cacao torrefactados (Figura 4), se determinó que el T1 obtuvo el mayor índice de preferencia de 36%, seguido del T2 con 22% mientras el T5 registró el menor valor de preferencia de 9% (Figura 5).

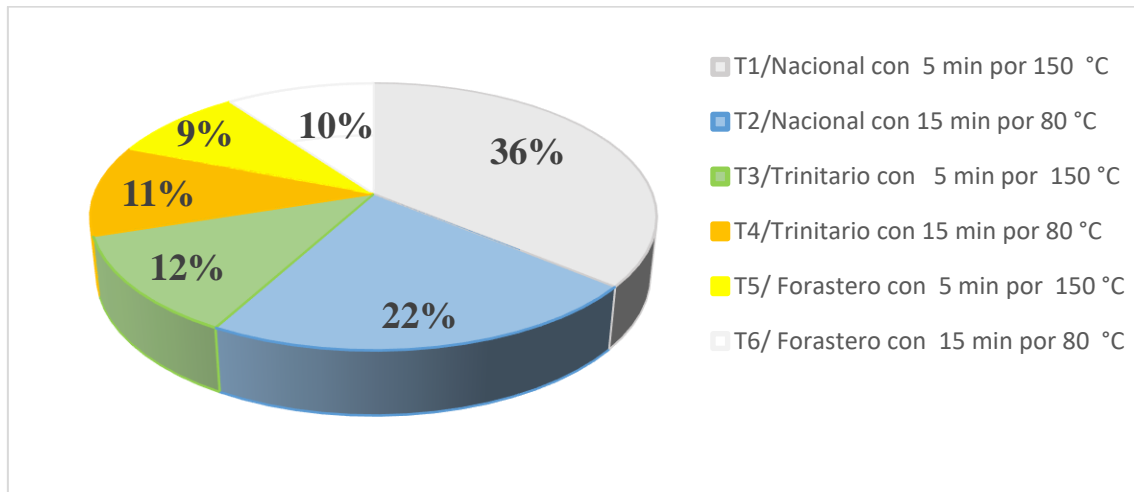


Figura 4. Análisis de preferencia de los nibs de cacao torrefactados. FCP – UTEQ. 2019.

Elaborado: Autor.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- En el análisis estadístico para las variables pH, humedad, materia orgánica y seca de los nibs de cacao torrefactados, no existió diferencia estadística significativa para el factor variedad tiempo
- Mediante el ANDEVA para las variables pH, humedad, materia orgánica y seca de los nibs de cacao torrefactados, no existió diferencia significativa para el factor temperatura y en las interacciones,
- Mientras que en las propiedades sensoriales (olor, sabores, color y textura) de manera se determinó que el T1 obtuvo el mayor índice de preferencia con 36%, seguido del T2 con 22% y el T5 registró el menor valor de preferencia de 9%.

5.2. Recomendaciones.

- Se recomienda realizar una adecuada fermentación en las almendras de cacao.
- Determinar cuál es el rendimiento de las nibs después la torrefacción y el descascarillado.
- Se requiere realizar próximas investigaciones sobre nibs de cacao aplicando diferentes temperaturas y tiempos presentados en la investigación.
- Realizar análisis químicos y microbiológicos a los próximos estudios sobre nibs de cacao.

CAPÍTULO VI
BIBIOGRAFÍAS

BIBLIOGRAFÍAS.

1. Ramirez M LA. El cacao Guayaquil en Nueva España. 2013.
2. ANECACAO. Estadísticas de Exportación. [Online].; 2015. Available from: <http://www.anecacao.com/es/estadisticas/estadisticas-actuales.html>.
3. Schmid P. Analisis de la situacion actual y perspectiva del cacao Ecuatoriano y propuesta de industrializacion local. Tesis. Quito.; 2013.
4. P F, R. A. Formulacion de dos barras de granola como alternativa alimentaria para refaccion escolar. Tesis. Universidad de San Carlos; 2015.
5. Diaz A. Caracterizacion fisica de calidad en almendras de plantas de cacao(Theobroma cacao L.) en Huhuetan , Chiapas. Tesis. Chiapas: Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro; 2013.
6. Tapia C. Aprovechamiento de residuos agroindustriales, cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.) variedad arriba y CCN51 para la elaboracion de una infusion. Tesis. Ambato;; 2015.
7. Lopez V. El tratamiento de desechos solidos de derivados del cacao y la productividad en la planta de chocolate mas choco. Tesis. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato; 2014.
8. Evaluacion fisica, sensorial y bromatologica del licor de cacao en variedades clonales EET-19, EET-48, EET-62, EET-95, EET-96, EET-103 en la ESPAM. Tesis. Calceta: Escuela Superior Politecnica Agropecuaria de Mananbi ; 2014.
9. Zambrano A. El cacao Ecuatoriano: un producto de consumo creciente. Revista El Agro. 2016.
10. Tapia C. Aprovechamiento de residuos agroindustriales, cascarilla de caco (Theobroma cacao L.) variedad arriba y CCN51 para la elaboracion de una infusion. Tesis. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato ; 2015.
11. Ortiz K, Alvarez R. Efecto del vertimiento de subproductos del beneficio del cacao (Theobroma cacao L.) sobre algunas propiedades quimicas y biologicas en los suelos de una finca cacaotera, Municipio de yaguara (Huila, Colombia). Scielo. 2015;; p. 20.
12. Barzola L. Inocuidad de las almendras y nibs, como residuo de la poscosecha del cacao (Theobroma cacao L.) para la elaboración de Granola en la Asociación “La Cruz”. Tesis. Quevedo: Universidad de Quevedo; 2016.
13. Cury K, Aguas Y, Martinez A. Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. Revista Colombiana de Ciencia Animal. 2017;; p. 11.

14. Angeles L. Un consumo de cacao en pequeñas cantidades beneficia la salud cardiovascular. Revista El Mundo. 2006.
15. Ogata N. El cacao. Revista Biodiversita. 2007 Junio;(Num. 72).
16. Tovar L, Garcia H, Sanchez P. Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando dos tipos de fermentadores. Revista Científica UDO Agrícola. 2010 Noviembre;; p. 12.
17. Alba Y, Perez M, Arteaga L. Diseño de una planta de torrefacción de marabú con fines energéticos. Revista Scielo. 2017 Diciembre; Vol. 38(no. 1).
18. Gomez J, Zambrano E. Propuesta del plan de Negocio para comercializar en la ciudad de guayaquil el nibs de cacao elaborado por la asociacion de productores organicos de vincos APOVINCES de la provincia de los Rios. Tesis. Guayaquil: Universidad de guayaquil; 2017.
19. Stoler M. El justo sabor del cacao: Desafíos y ventajas del comercio justo del cacao. Tesis. Universidad Andina Simón Bolívar ; 2012.
20. Determinacion de la adopcion de genotipos de cacao y sus componentes tecnologicos generados por INIAP, en zonas cacaoteras representativas de manabi. Tesis. Sangolqui: Escuela politecnica del ejercito; 2011.
21. Luzuriaga D. Extraccion y aprovechamiento del mucilago de cacao (*Theobroma cacao* L.) como materia prima en la elaboracion de vino. Tesis. Quito: Universidad autonoma agraria antonio narro; 2012.
22. Stoler M. El justo sabor del cacao: Desafíos y ventajas del comercio justo del cacao. Tesis. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar ; 2012.
23. Lopez M, Segovia X. Estudio del cacao y propuesta gastronomica. Tesis. Universidad Internacional del Ecuador; 2012.
24. Vera J, Vallejo C, Parraga , Dayse , Morales W, Macias J. Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. Ciencia y Tecnología. UTEQ. 2014 Septiembre;; p. 14.
25. Cevallos J. Produccion y comercializacion del caco en el Ecuador. Tesis. Guayaquil: Universidad de guayaquil; 2011.
26. Viera K. Los niveles de exportacion de cacao en el Ecuador por variedades. Tesis. Universidad de guayaquil; 2011.
27. Cevallos J. Produccion y comercializacion del cacao en el Ecuador. Tesis. Guayaquil: Universidad de guayaquil.; 2011.

28. Morales V. "Fermentación del cacao como valor agregado a su sabor para la obtención de un chocolate fino ecuatoriano y su estímulo a las exportaciones no tradicionales del Ecuador. tesis. Guayaquil: Universidad de guayaquil; 2015.
29. Eguiguren A, Carmona J. Estudio del cacao y propuesta gastronomica. Tesis. Quito: Universidad internacional del Ecuador; 2012.
30. Diaz S, Pinoargote M. Analisis de las características organolepticas del chocolate apartir de cacao CCN-51 tratado enzimaticamente y tostado a diferentes temperaturas. Tesis. ; 2012.
31. Zambrano A, Gomez A, Ramos G, Lacruz C. Caracterizacion de parametros fisicos de calidad en almendras de caco criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado. Revista Agronomia Tropical. 2011.
32. Loayza , Wilfredo. Influencia de la frecuencia de remoción, durante la fermentación, en la calidad sensorial del cacao (Theobroma Cacao, L.) de Satipo. Tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos ; 2014.
33. Coabisco. Calidad de la Industria del chocolate y del cacao. [Online].; 2017. Available from: http://www.cocoaquality.eu/data/Cacao%20en%20Grano%20Requisitos%20de%20Calidad%20de%20la%20Industria%20Apr%202016_es.pdf.
34. Vazquez A, Ovando IAL, Betancur D, Salvador M. Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma. Revista de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. 2016 Mayo; 66(3).
35. Suazo Y. Efecto de la fermentacion y el tostado sobre la concentracion polfenolica y actividade antioxidante de caco nicaraguense.. Tesis. Pamploma: Universidad Publica de Navarra; 2012.
36. Pancardo A. Efecto del procesamiento del cacao (Theobroma cacao L.) en la capacidad antioxidante durante la obtención de licor y cocoa. Tesis. Veracruz: Universidad Veracruzana; 2016.
37. Teneda W. Mejoramiento del proceso de fermentacion del cacao. Tesis. ; 2014.
38. Bermudez K, Mendoza C. Post- y secado del grano del cacao nacional fino y de aroma para la determiacion de perfiles fisicos, bromatologicos y organolepticos. Tesis. Calceta: Escuela superior politecnica agropecuaria de manabi manuel felix lopez. ; 2016.
39. Tinoco H, Ospina D. Analisis del proceso de deshidratacion de cacao para la disminucion del tiempo de secado. Revista EIA. 2010 Julio;(13): p. 11.
40. Ramirez M, Cely V, Ramirez S. Actividad antioxidante de clones de cacao (Theobroma cacao l.) finos y aromáticos cultivados en el estado de Chiapas-México. Revista Nutricion. 2013 junio; 15(1).

41. Rodriguez S, Cafla A, Salavarría R. Caracterización de los residuos de cosecha de cacao en la Amazonía, Ecuador. Revista. 2016 Marzo 22.
42. Codex alimentarius. Requisitos generales. Roma, Italia; 2016.
43. Climaco A, Perez E, Lares M. Identificación de los compuestos aromáticos en el cacao criollo de Venezuela usando microextracción en fase sólida y cromatografía de gases. Revista Viate. 2012 Abril; 19(1): p. 5.
44. Cuñado H. Cacao Nibs: Trocitos de cacao. Revista proz.com. 2009 Marzo 3.
45. Codex Alimentarius. Petición de observaciones en el trámite tres sobre el anteproyecto de niveles máximos para el cadmio en el chocolate y productos derivados del cacao. ; 2017.
46. Dura S. Estudio del valor nutricional y funcional de cacao en polvo con diferentes grados de alcalinización.. Revista riunet. 2016.
47. Gantes Y. El café torrefacto en España, una mala costumbre que nos encanta y vende. Revista el economista. 2018 Abril 25.
48. Aldaves G. Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en los caracteres sensoriales y en las propiedades químicas de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) procedente de Uchiza, San Martín – Perú para la obtención de NIBS. Tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2016.
49. INIAP. Influencia del tiempo de fermentación y el tostado sobre el desarrollo de compuestos aromáticos asociados al sabor a chocolate en almendras de cacao de la variedad nacional. Informe. INIAP; 2006.
50. Alegria E. Evaluación de tratamientos previos al proceso de tostado de semillas de cacao para el diseño del área de producción de pasta de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis. Quito: Escuela Politécnica Nacional; 2015.
51. Laaz F, Zambrano C. efectos de la stevia (*Stevia rebaudiana*) y cacao fino de aroma en las características bromatológicas y organolépticas del chocolate semiamargo. Tesis. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López; 2017.
52. Sotelo L, Alvis A, Arrazola G. Evaluación de epicatequina, teobromina y cafeína en cáscaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), determinación de su capacidad antioxidante. Revista colombiana de ciencias hortícolas. 2015 Enero; Vol. 9.
53. Soares M. Desarrollo de nuevos productos alimenticios: incorporación de extractos de plantas como ingredientes funcionales y conservantes naturales. Tesis. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2016.
54. Benavides L. Investigación de aditivos y procesos en la gastronomía de Vanguardia. Tesis. Universidad Israel; 2014.

55. Codex Alimentarius. Norma General para los Aditivos Alimentarios. ficha tecnica. ; 2016.
56. Akrami P. Edulcorantes alimentarios y su importancia en la alimentacion. Tesis. Madrid: Universidad complutense de Madrid; 2016.
57. Medlineplus. Aditivos Alimentarios. [Online].; 2016 [cited 2016 Marzo 20. Available from: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002435.htm>.
58. Rivas J, Evangelista W. Efecto de los edulcorantes (sucralosa y stevia) sobre las características sensoriales de una bebida a base de san ky (Corryocactus brevistylus). Tesis. Callao, Peru: Universidad nacional del callao; 2015.
59. Ministerio de agroindustria. Nutricion y educacion alimentaria. Ficha tecnica de los edulcorantes. ; 2014.
60. Pastrana A. Edulcorantes. [Online].; 2012. Available from: <https://es.slideshare.net/EduardoR5/edulcorantes-alimentos-modificados>.
61. Valdes S, Ruiz M. Edulcorantes en alimentos: aplicaciones y normativas. [Online].; 2009. Available from: <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/13134-edulcorantes-alimentos-aplicaciones-y-normativas>.
62. Estación meteorológica de INAMHI. Estación Experimental Tropical Pichilingue INIAP. [Online].; 2014 [cited 2018 Enero 25].
63. Rodriguez J, Juarez J, Hernandez B, Herman E, Martinez C, Torruco J, et al. Análisis sensorial descriptivo de algunas leches comerciales consumidas en Tuxtepec, Oaxaca, México. Revista Ecosistemas y recursos agropecuarios. 2014 Agosto; Vol. 1(Nº 3).
64. Zuñiga R. Estadística no paramétrica. 2009 Enero 19. Disponible en línea: <http://www.iuma.ulpgc.es/~nunez/mastertecnologiastelecomunicacion/RecursosGenerales/AnalisisEstadisticoClase9.pdf>.
65. Graziani dFL, Ortiz de Bertorelli L, Alvarez N, América TdL. Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. Agronomía Trop. 2003; 53(2).
66. Aldave PGJ. Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en los caracteres sensoriales y en las propiedades químicas de granos de cacao (Theobroma cacao L.) procedente de Uchiza, San Martín – Perú para la obtención de NIBS. 2016..
67. Sánchez SÁ, Naranjo GJA, Córdova AV, Ávalos dICDA, Zaldívar CJM. Caracterización bromatológica de los productos derivados de cacao (Theobroma cacao L.) en la Chontalpa, Tabasco, Mé. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2016 marzo; 14(3): p. 2817-2830.

68. CAOIBISCO/ECA/FCC. Cacao en Grano: Requisitos de Calidad de la Industria del Chocolate y del Cacao. Cocoa Beans: Chocolate and Cocoa Industry Quality Requirements. 2015 September .
69. Chang J, J V, Parraga D, Morales W. Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. Artículo. Quevedo: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2014.
70. Álvarez C, Pérez E, Lares M. Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua. stado Aragua. *Agronomía Trop.* 2007; 57(4): p. 249-256.
71. Rofner N, Lineker S, Bernal R. EL pH Y la absorcion de cadmio en almendras de cacao organico (*Theobroma cacao* L.). Artículo. Peru;; 2018.
72. Barzola L. “Inocuidad de las almendras y nibs, como residuo de la poscosecha del cacao (*Theobroma cacao* L.) para la elaboración de Granola en la Asociación “La Cruz”. Quevedo;; 2016.
73. Beriguette P. Extracción de nutrientes por los frutos de cacao en dos localidades en Costa Rica. Artículo. San Carlos;; 2016.
74. Furcal P. Nutrient extraction by cocoa fruits in two locations in Costa Rica. Artículo. Costa Rica;; 2016.
75. Muñoz Y, Sira E, Camargo C. Factors influencing the sensory quality of chocolate. Artículo. Caracas;; 2012.
76. Stark T, Bareuther S, Hofmann T. Sensory-Guided Decomposition of Roasted Cocoa Nibs (*Theobroma cacao*) and Structure Determination of Taste-Active Polyphenols. *J. Agric. Food Chem.* 2005 Feb 03; 53(13): p. 5407–5418.
77. Vera CJF, Goya BA. Comportamiento agronómico, calidad física y sensorial de 21 líneas híbridas de cacao (*Theobroma cacao* L.). *La Técnica.* 2015 diciembre; 15: p. 26 - 37.
78. Teneda LWF. Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao. Servicio De Publicaciones Monasterio de Santa María de las Cuevas. .
79. Daniel R. Comportamiento de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) utilizados como porta injertos en viveros del CDT el recreo. Tesis. Managua: Universidad nacional autónoma de Nicaragua, Managua; 2016.
80. Closas A, Arriola E, Kuc C, Amarilla M, Jovanovich , E. Análisis multivariante, conceptos y aplicaciones en Psicología Educativa y Psicometría. *Revista Enfoques.* 2013 Junio; vol. 25(Nº 1).

CAPITULO VI

ANEXOS

Anexos 1. Técnicas de determinación de los parámetros físicos.

a. Procedimiento para el análisis de pH

El pH es definido matemáticamente, como el logaritmo negativo en base diez de la concentración de iones (H⁺) expresada en molaridad, es decir, $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$.

Equipos y Materiales:

- Potenciómetro.
- Vaso de precipitación de 100 ml.

Muestra y Reactivos:

- Muestra.
- Agua destilada.

Procedimiento:

1. Verter 50 ml de muestra en el vaso de precipitación disuelta con agua destilada.
2. Colocar el potenciómetro en la muestra.
3. Proceder a tomar la lectura.

b. Determinación del porcentaje de cenizas.

Esta norma establece el método para determinar el contenido de cenizas en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados.

Instrumental.

- Balanza analítica, sensible al 0.1 mg.
- Estufa, con regulador de temperatura.
- Mufla, con regulador de temperatura.
- Desecador, con silicagel u otro deshidratante.
- Crisoles de porcelana.
- Espátula.
- Pinza

Preparación de la muestra.

1. Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.
2. La cantidad de muestra extraída de un lote determinado debe ser y no debe exponerse al aire por mucho tiempo.
3. Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

Procedimiento.

1. La determinación debe efectuarse por duplicado.
2. Calentar el crisol de porcelana durante 30 min. en la estufa, en donde va a ser colocada la muestra, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar.
3. Homogenizar la muestra y pesar 1 gr. con aproximación al 0.1 mg.
4. Llevar a la mufla a 600° C por tres horas.
5. Transcurrido este tiempo sacar y dejar enfriar en el desecador por media hora, pesar con precisión.

Cálculos:

$$\%C = \frac{P2 - P1}{P0} \times 100$$

C= Cenizas.

P0 = Peso de la Muestra (g.)

P1= Peso del crisol vacío.

P2= Peso del crisol más la muestra después del calcinado.

c. Determinación del porcentaje de materia orgánica.

Para obtener el resultado de estos análisis se envió a realizar en laboratorios que cumple con las medidas y ordenanzas establecida.

MO= Materia orgánica

$$MO = (100 - \% \text{ de Ceniza})$$

d. Determinación del porcentaje de humedad.

Esta norma establece el método para determinar el contenido de humedad y otras materias volátiles en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados.

Instrumental.

1. Balanza analítica, sensible al 0.1 mg.
2. Estufa, con regulador de temperatura.
3. Desecador, con silicagel u otro deshidratante.
4. Crisoles de porcelana
5. Espátula
6. Pinza

Preparación de la muestra.

1. Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.
2. La cantidad de muestra extraída de un lote determinado debe ser y no debe exponerse al aire por mucho tiempo.
3. Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

Procedimiento.

1. La determinación debe efectuarse por duplicado.
2. Calentar el crisol de porcelana durante 30 min. en la estufa, en donde va a ser colocada la muestra, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar.

3. Homogenizar la muestra y pesar 1 gr con aproximación al 0.1 mg.
4. Llevar a la estufa a 130° C por dos horas o 1050C por 12 horas.
5. Transcurrido este tiempo sacar y dejar enfriar en el desecador por media hora, pesar con precisión.

Cálculos.

$$\%HT = \frac{P2 - P1}{P0} \times 100$$

HT= Humedad Total.

P0 = Peso de la Muestra (gr.)

P1= Peso del crisol más la muestra después del secado.

P2= Peso del crisol vacío más la muestra húmeda.

e. Determinación de la materia seca.

Para obtener el resultado de estos análisis se envió a realizar en laboratorios que cumple con las medidas y ordenanzas establecida.

HT= Humedad Total

MS= Materia Seca

$$\%MS = (100 - \text{Humedad Total})$$

Anexos 2. Cronograma de actividades.

Actividades	2018									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Elaboración del Anteproyecto de Tesis	X	X	X							
Presentación del anteproyecto			X	X						
Preparación de muestras de almendras				X	X	X	X	X	X	
Fermentación					X	X	X	X		
Secado						X	X	X	X	
Torrado de las almendras						X	X	X	X	
Descascarillado								X	X	
Molienda								X	X	
Análisis de laboratorio								X	X	
Tabulación de datos									X	
Redacción de resultados									X	
Pedido de tribunal de proyecto de tesis										X
Sustentación de tesis										X

Anexos 3. Hoja del análisis sensorial.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

Hoja de evaluación sensorial.

CATADOR: _____ **FECHA:** _____

Indicaciones generales:

Código: _____

Nada: 1 Muy poco: 2 Poco: 3 Bastante: 4 Mucho: 5

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

OLOR:

- **Floral**
- **Frutal**
- **Nuez**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SABOR:

Sabores básicos

- **Amargo**
- **Acido**
- **Astringente**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sabores específicos

- **Frutal**
- **Floral**
- **Nuez**

COLOR:

- **Café**
- **Violeta**
- **Amarillo**
- **Negro**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TEXTURA:

- **Dura**
- **Crujiente**
- **Granulosa**
- **Suave**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observación:

Gracias.

Anexos 4. Hoja de prueba de aceptación.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

Hoja de prueba de aceptación.

CATADOR: _____ **FECHA:** _____

CÓDIGO: _____

Producto: Nibs de cacao

Pruebe las muestras de nibs de cacao que se le presentan e indique según la escala, su opinión sobre ellas, lo más real posible.

Muestras

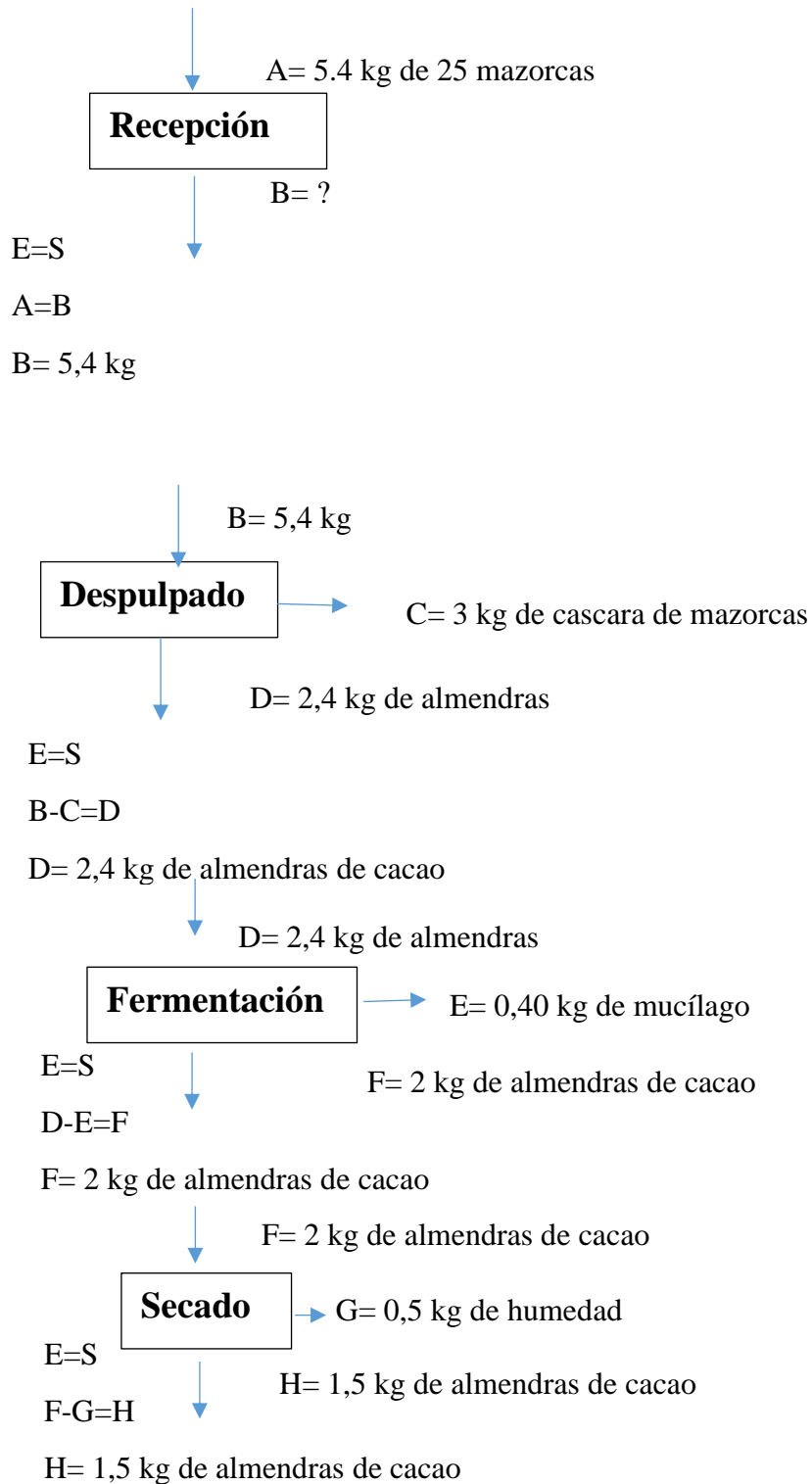
Escala: _____

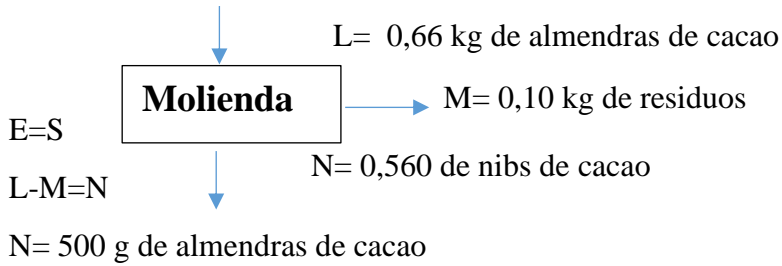
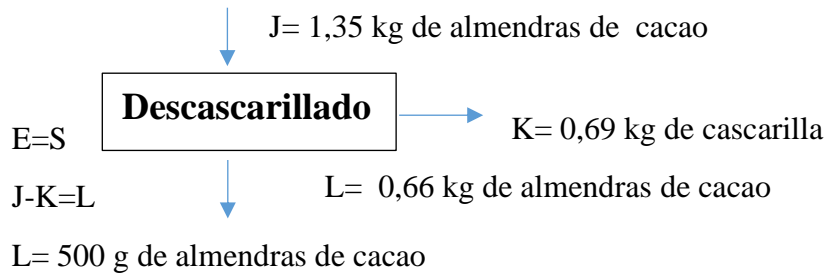
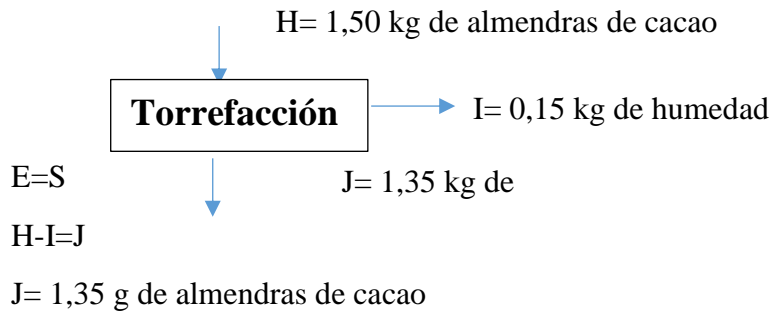
- **Me gusta mucho**
- **Me gusta**
- **Me agrada**
- **Ni me gusta, ni me disgusta**
- **Me disgusta**

Observación:

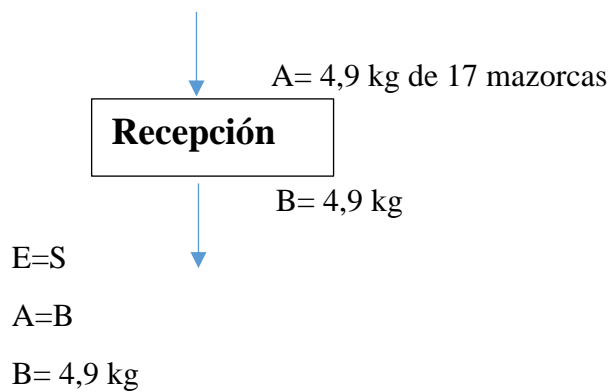
Anexos 5. Balance de materia.

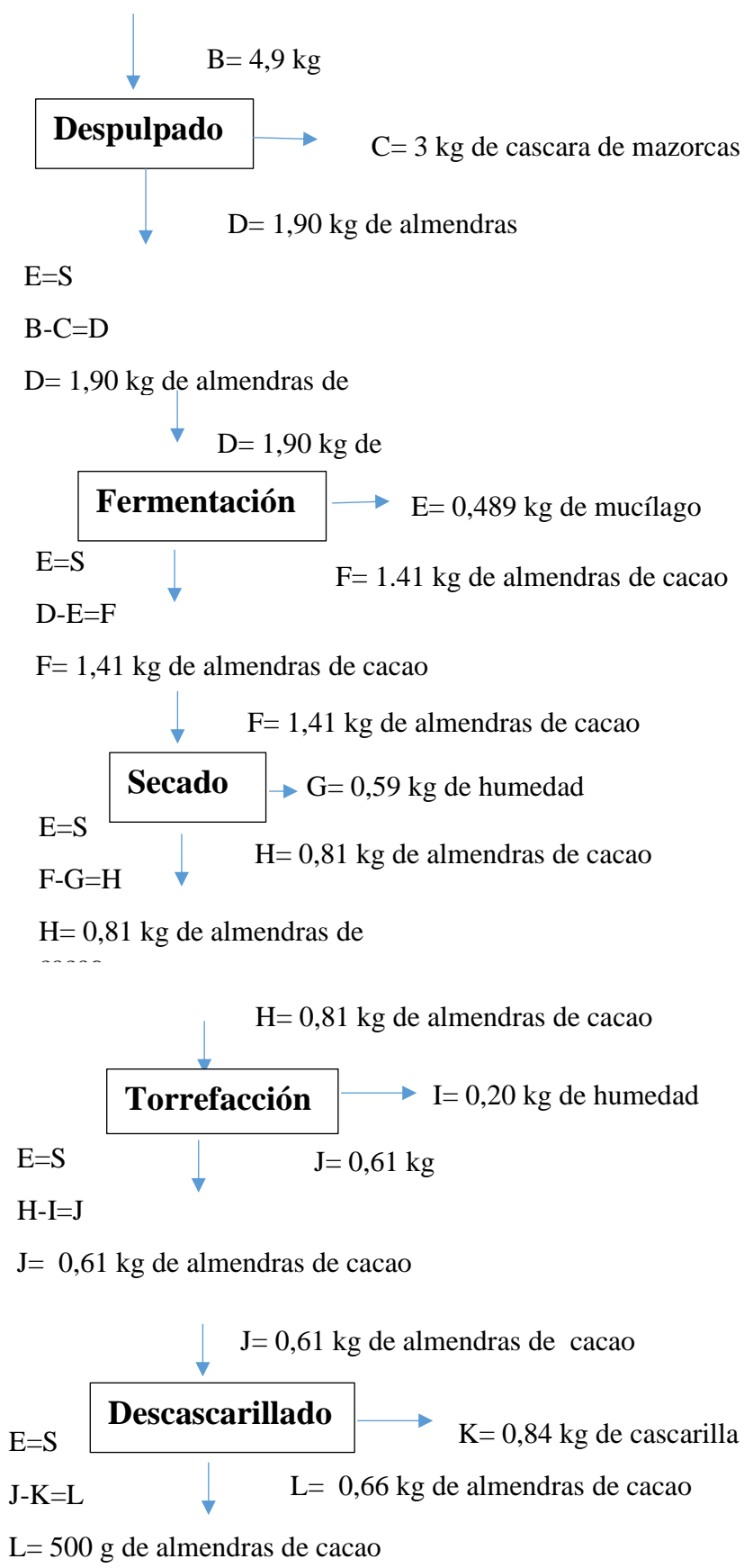
Balance de masa del proceso de la obtención de nibs de cacao Nacional (T.cacao) torrefactados.

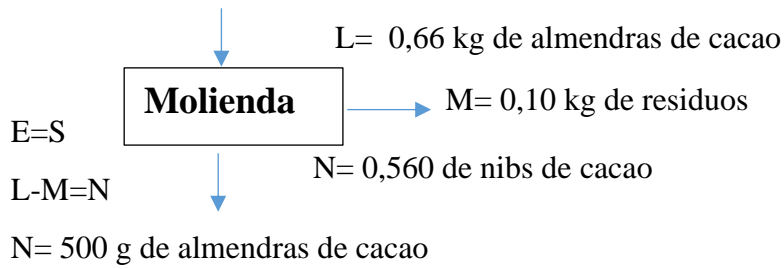




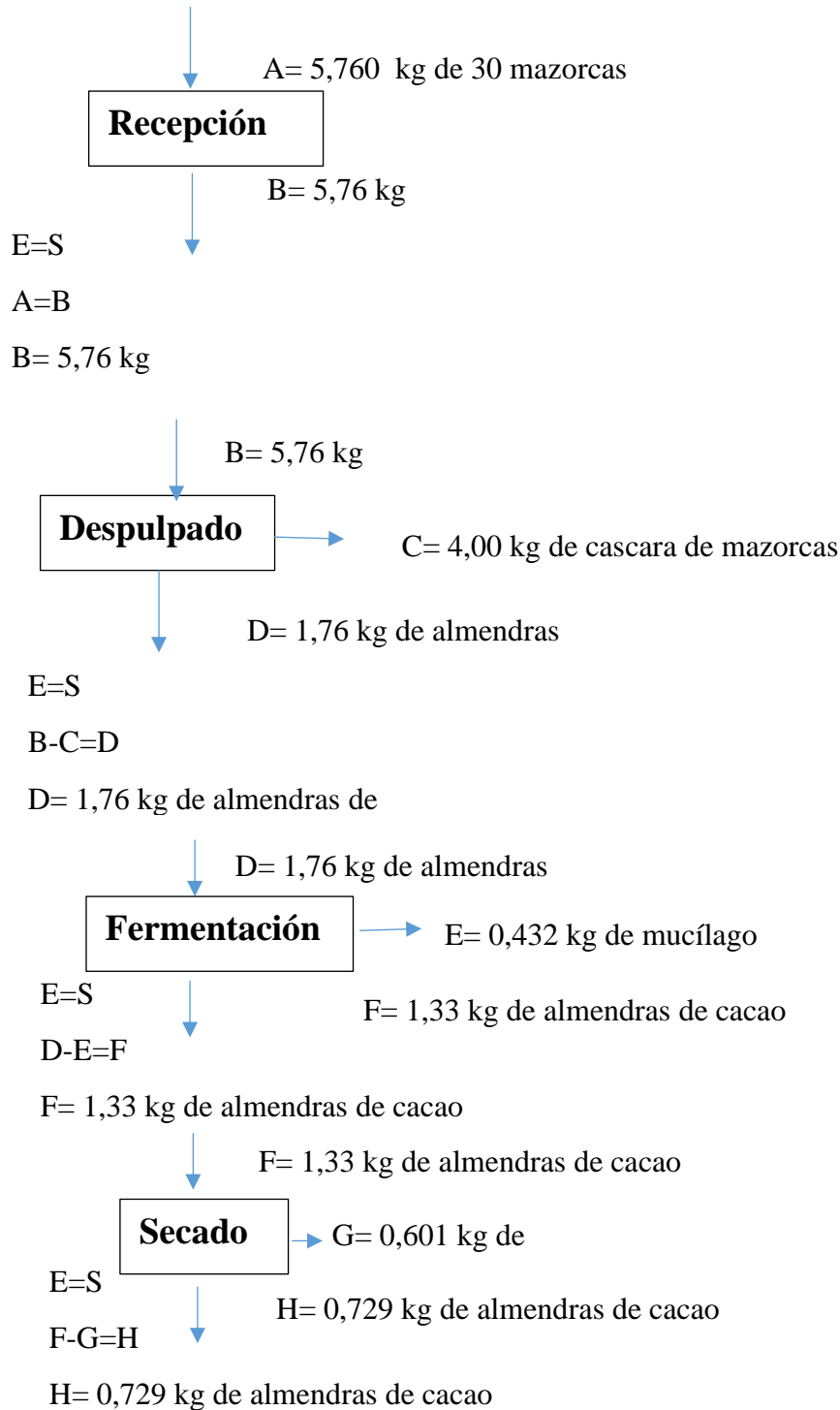
Balance de masa del proceso de la obtención de nibs de cacao CCN-51 (T.cacao) torrefactados.

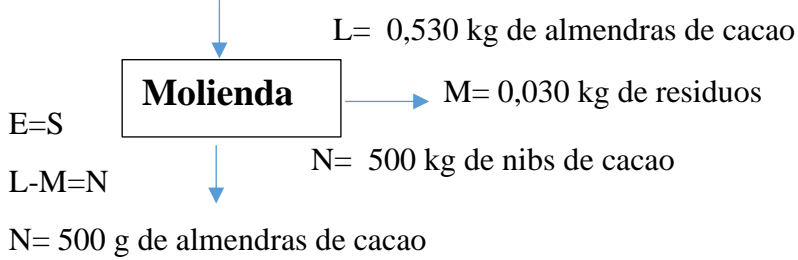
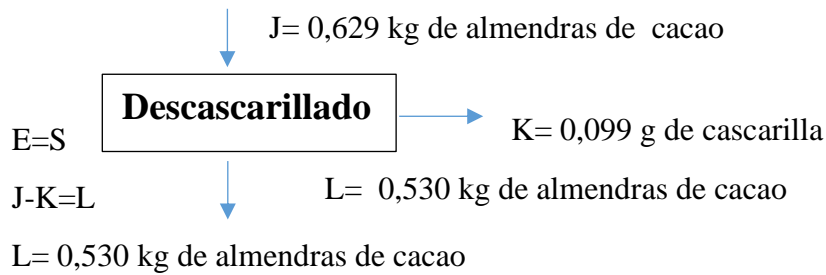
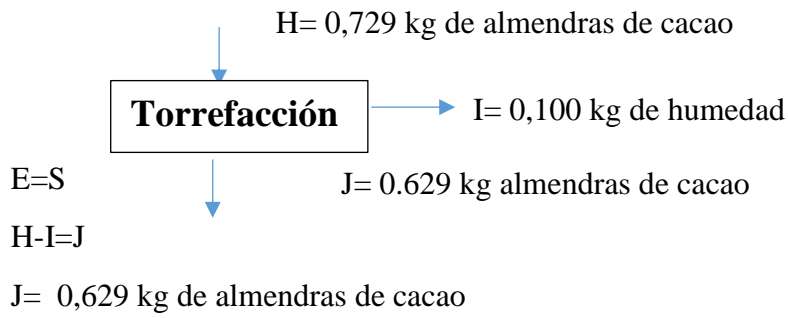






Balance de masa del proceso de la obtención de nibs de cacao Trinitario (T.cacao) torrefactados.





Anexos 6. Análisis sensorial.

REPETICIÓN 1		
	CÓDIGOS	
T1	606	74
T2	815	364
T3	557	184
T4	100	702
T5	823	921
T6	150	12

REPETICIÓN 2	CÓDIGOS	
T1	493	170
T2	322	565
T3	220	907
T4	37	543
T5	559	275
T6	81	70

REPETICIÓN 3	CÓDIGOS	
T1	415	658
T2	462	637
T3	624	746
T4	940	369
T5	622	829
T6	936	693

REPETICIÓN 4 CÓDIGOS		
T1	66	485
T2	474	671
T3	688	105
T4	326	772
T5	483	286
T6	509	109

Anexos 7. Análisis del ADEVA.

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	24	0,11	0,00	1,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	5	4,5E-03	0,46	0,8015
FACTOR A	0,01	2	0,01	0,65	0,5342
FACTOR B	1,5E-03	1	1,5E-03	0,15	0,6995
FACTOR A*FACTOR B		0,01	2	4,1E-03	0,42 0,6627
Error	0,18	18	0,01		
Total	0,20	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12619

Error: 0,0098 gl: 18

FACTOR A Medias n E.E.

3 5,13 8 0,03 A

2 5,08 8 0,03 A

1 5,08 8 0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08482

Error: 0,0098 gl: 18

FACTOR B Medias n E.E.

1 5,11 12 0,03 A

2 5,09 12 0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22223

Error: 0,0098 gl: 18

FACTOR A FACTOR B Medias n E.E.

3 1 5,14 4 0,05 A

3 2 5,12 4 0,05 A

1 1 5,11 4 0,05 A

2 2 5,10 4 0,05 A

2 1 5,07 4 0,05 A

1 2 5,05 4 0,05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Humedad

Variable N R² R² Aj CV

Humedad 24 0,14 0,00 3,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,24	5	0,05	0,61	0,6936
FACTOR A	0,15	2	0,07	0,93	0,4130
FACTOR B	2,6E-03	1 2,	6E-03	0,03	0,8582
FACTOR A*FACTOR B	0,09	2	0,05	0,58	0,5706
Error	1,43	18	0,08		
Total	1,67	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,35919

Error: 0,0792 gl: 18

FACTOR A Medias n E.E.

3 7,31 8 0,10 A

1 7,28 8 0,10 A

2 7,13 8 0,10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,24142

Error: 0,0792 gl: 18

FACTOR B Medias n E.E.

1 7,25 12 0,08 A

2 7,23 12 0,08 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,63254

Error: 0,0792 gl: 18

FACTOR A FACTOR B Medias n E.E.

3 2 7,39 4 0, 14 A

1 1 7,34 4 0, 14 A

3 1 7,24 4 0, 14 A

1 2 7,22 4 0, 14 A

2 1 7,18 4 0, 14 A

2 2 7,09 4 0, 14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cenizas

Variable N R² R² Aj CV

Cenizas 24 0,24 0,03 11,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,1E-05	5	1,4E-05	1,13	0,3786
FACTOR A	5,8E-05	2	2,9E-05	2,33	0,1256
FACTOR B	4,2E-06	1	4,2E-06	0,33	0,5709
FACTOR A*FACTOR B	8,3E-06	2	4,2E-06	0,33	0,7209
Error	2,3E-04	18	1,3E-05		
Total	3,0E-04	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00451

Error: 0,0000 gl: 18

FACTOR A	Medias	n	E.E.
2	0,03	81,3E-03	A
3	0,03	81,3E-03	A
1	0,03	81,3E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00303

Error: 0,0000 gl: 18

FACTOR B	Medias	n	E.E.
2	0,03	12 1,0E-03	A
1	0,03	12 1,0E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00795

Error: 0,0000 gl: 18

FACTOR A	FACTOR B	Medias	n	E.E.
2	2	0,03	4	1,8E-03 A
3	1	0,03	4	1,8E-03 A
3	2	0,03	4	1,8E-03 A
2	1	0,03	4	1,8E-03 A
1	1	0,03	4	1,8E-03 A
1	2	0,03	4	1,8E-03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Materia Orgánica

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Materia Orgánica	24	0,24	0,03	3,5E-03	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,1E-05	5	1,4E-05	1,13	0,3786
FACTOR A	5,8E-05	2	2,9E-05	2,33	0,1256
FACTOR B	4,2E-06	1	4,2E-06	0,33	0,5709
FACTOR A*FACTOR B	8,3E-06	2	4,2E-06	0,33	0,7209
Error	2,3E-04	18	1,3E-05		
Total	3,0E-04	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00451

Error: 0,0000 gl: 18

FACTOR A	Medias	n	E.E.
1	99,97	8	1,3E-03 A
3	99,97	8	1,3E-03 A
2	99,97	8	1,3E-03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00303

Error: 0,0000 gl: 18

FACTOR B	Medias	n	E.E.
1	99,97	12	1,0E-03 A
2	99,97	12	1,0E-03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00795

Error: 0,0000 gl: 18

<u>FACTOR A</u>	<u>FACTOR B</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
1	2	99,97	4	1,8E-03 A
1	1	99,97	4	1,8E-03 A
3	1	99,97	4	1,8E-03 A
3	2	99,97	4	1,8E-03 A
2	1	99,97	4	1,8E-03 A
2	2	99,97	4	1,8E-03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Materia Seca

Variable N R² R² Aj CV

Materia Seca 24 0,14 0,00 0,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0,24	5	0,05	0,61	0,6936
FACTOR A	0,15	2	0,07	0,93	0,4130
FACTOR B	2,6E-03	1	2,6E-03	0,03	0,8582
FACTOR A*FACTOR B	0,09	2	0,05	0,58	0,5706
Error	1,43	18	0,08		
Total	1,67	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,35919

Error: 0,0792 gl: 18

FACTOR A Medias n E.E.

2	92,87	8	0,10	A
1	92,72	8	0,10	A
3	92,69	8	0,10	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,24142

Error: 0,0792 gl: 18

FACTOR B Medias n E.E.

2 92,77 12 0,08 A

1 92,75 12 0,08 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,63254

Error: 0,0792 gl: 18

FACTOR A FACTOR B Medias n E.E.

2 2 92,91 4 0,14 A

2 1 92,83 4 0,14 A

1 2 92,79 4 0,14 A

3 1 92,77 4 0,14 A

1 1 92,66 4 0,14 A

3 2 92,61 4 0,14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)