



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**MÉTODOS DE FERMENTACIÓN EN EL CACAO (*Theobroma cacao*) CCN 51
CON LA NORMA INEN 176 EN LA PARROQUIA GUASAGANDA, LA MANÁ**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero/a Agrónomo

Autores:

Murillo Pilay Génesis Karelys

Soria Paula Galo Tarquino

Tutor:

Ing. Casco Toapanta Marjorie Gissela M.Sc.

LA MANÁ-ECUADOR
FEBRERO 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Murillo Pilay Génesis Karelys con cédula de ciudadanía No. 1208162998 y Soria Paula Galo Tarquino con cédula No. 0501887541, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Métodos de fermentación en el cacao (*Theobroma cacao*) CCN 51 con la Norma INEN 176 en la parroquia Guasaganda, La Maná”, siendo la ingeniera Mg. Casco Toapanta Marjorie Gissela, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Murillo Pilay Génesis Karelys
C.I: 1208162998



Soria Paula Galo Tarquino
C.I: 0501887541

AVAL DE TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“MÉTODOS DE FERMENTACIÓN EN EL CACAO (*Theobroma cacao*) CCN 51 CON LA NORMA INEN 176 EN LA PARROQUIA GUASAGANDA, LA MANÁ”. De Murillo Pilay Génesis Karelys y Soria Paula Galo Tarquino, de la carrera de Agronomía, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyectos que el Honorable Consejo Directivo de la Extensión La Maná de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, febrero del 2023



Ing. Casco Toapanta Marjorie Gissela M.Sc.

C.I: 0502877525

TUTOR

AVAL DE LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

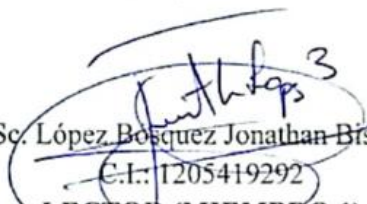
En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Murillo Pilay Génesis Karelys y Soria Paula Galo Tarquino con el proyecto de investigación: “MÉTODOS DE FERMENTACIÓN EN EL CACAO (*Theobroma cacao*) CCN 51 CON LA NORMA INEN 176 EN LA PARROQUIA GUASAGANDA, LA MANÁ” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.


Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Para constancia firman:

La Maná, febrero del 2023


Ing. M.Sc. Espinosa Cunuhay Kleber
C.I.: 0502612740
LECTOR (PRESIDENTE)


Ing. M.Sc. López Bosquez Jonathan Bismar
C.I.: 1205419292
LECTOR (MIEMBRO 1)


Ing. M.Sc. Quinatoa Lozada Eduardo
C.I.: 1804011839
LECTOR (MIEMBRO 2)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios por darnos la fuerza para no rendirnos en ningún momento y hacer que continuemos cosechando triunfos a lo largo de nuestra vida profesional.

Para nuestra familia que han sido los conductores principales de todos los logros que hemos tenido hasta el momento y quienes de alguna u otra manera han expresado su apoyo necesario cuando lo hemos necesitado. Para nuestro docente tutor, por sus valiosos consejos durante el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, gracias a todas las personas que nos ayudaron indirectamente a cumplir esta gran etapa de nuestras vidas.

Génesis & Galo

DEDICATORIA

A mis padres Rosa y Homero quienes con su amor, esfuerzo y paciencia me han permitido llegar a culminar hoy una etapa más en mi vida.

A mí querido Bryan quien me motivo a iniciar mis estudios y me apoyo incondicionalmente de inicio a fin durante este proceso.

A mis abuelos y hermanos por su apoyo y paciencia y por estar a mi lado en todo momento.

Génesis

DEDICATORIA

A mi esposa Alexandra que siempre está a mi lado en los buenos y difíciles momentos aportando con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

A mi familia que siempre me enseñaron a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza, ni disgregarme en el primer obstáculo.

Galo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TEMA: “MÉTODOS DE FERMENTACIÓN EN EL CACAO (*Theobroma cacao*) CCN-51 CON LA NORMA INEN 176 EN LA PARROQUIA GUASAGANDA, LA MANÁ”;

Autores: Murillo Pilay Génesis Karelys

Soria Paula Galo Tarquino

RESUMEN

La fermentación en cacao es una etapa de suma importancia en el proceso de obtención del beneficiado, ya que de allí surgen los precursores del aroma y sabor característicos del chocolate. Actualmente no se ha definido un método de fermentación ideal, por lo que se realiza de manera deficiente. A razón de ello, el presente proyecto planteó la evaluación de tres métodos de fermentación con la norma INEN 176, para definir el mejor método y tiempo de remoción. Se aplicó un Diseño Completo al Azar (DCA) con arreglo factorial A x B; se obtuvieron nueve tratamientos de la combinación de factor A (tres tipos de fermentador) y factor B (tres tiempos de remoción) se incluyó un testigo absoluto. Se evaluaron las variables establecidas por la norma INEN 176 en el Centro Experimental Pichilingue (INIAP). Se utilizó en programa Infostat estudiantil versión 2020, para realizar el análisis de varianza, con una separación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Se obtuvo que los mejores tratamientos fueron; fermentador tipo escalera con tiempos de remoción de 24 y 36 horas; luego de realizar un análisis estadístico de efecto simple por cada factor el mejor tiempo de remoción fue de 36 horas ya que se obtuvo un 82,22% de fermentación del grano. Finalmente, en cuanto a la rentabilidad el mejor tratamiento fue el fermentador tipo trapezoidal con 36 horas de remoción.

Palabras clave: fermentación, cacao, tiempo, INEN 176, pH.

ABSTRACT

Fermentation in cocoa is a very important stage in the process of obtaining from beneficiary, which arise the precursors of the characteristic aroma and flavor of chocolate. Currently, an ideal fermentation method has not been defined, so it is carried out inadequate way. For this reason, the present project proposed the evaluation of three fermentation methods with the INEN 176 standard, to define the best method and removal time. A Complete Random Design (CRD) was applied with a factorial arrangement A x B; Nine treatments were obtained from the combination of factor A (three types of fermenter) and factor B (three removal times), an absolute control was included. The variables established by the INEN 176 standard were evaluated at the Centro Experimental Pichilingue (INIAP). The student Infostat program version 2020 was used to perform the analysis of variance with a separation of means with the Tukey test ($P \leq 0.05$). It was obtained that the best treatments were: ladder type fermenter with removal times of 24 and 36 hours; after performing a simple effect statistical analysis for each factor, the best removal time was 36 hours, since 82.22% of grain fermentation was obtained. Finally, as profitability, the best treatment was the trapezoidal type fermenter with 36 hours of removal.

Keywords: fermentation, cocoa, time, INEN 176, pH.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DE TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
AVAL DE LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4.1. Beneficiarios directos	3
4.2. Beneficiarios indirectos	3
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
6. OBJETIVOS	4
6.1. Objetivo General	4
6.2. Objetivos específicos	5
7. ACTIVIDADES EN RELACIÓN DE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA	5
8.1. El cacao en Ecuador	5
8.2. Variedades de cacao en Ecuador	6
8.2.1. Cacaos Criollos	6
8.2.2. Cacaos Forasteros Amazónicos	6
8.2.3. Cacao Trinitario	6
8.2.4. Clones	7
8.3. Definición de calidad	7

8.4.	Calidad del cacao.....	7
8.4.1.	Calidad física de los granos de cacao	8
8.4.2.	Calidad organoléptica del grano de cacao	9
8.5.	Importancia económica.....	10
8.6.	Manejo poscosecha.....	10
8.6.1.	Cosecha.....	11
8.6.2.	Fermentación	11
8.6.3.	Fases de la fermentación.....	12
8.7.	Métodos de fermentación	13
8.7.1.	Fermentación en montón	13
8.7.2.	Fermentación en cajas de madera.....	14
8.7.3.	Fermentación tipo trapezoidal	14
8.7.4.	Fermentación en sacos.....	14
8.7.5.	Fermentación tipo Rohan.....	14
8.8.	Tiempo de fermentación.....	15
8.9.	Factores que influyen en la fermentación.....	15
8.9.1.	Microorganismo	15
8.9.2.	Temperatura.....	16
8.9.3.	Remoción.....	16
8.9.4.	pH	16
8.10.	Secado de los granos de cacao.....	17
8.11.	Características de un grano de cacao bien fermentado.....	17
8.12.	Antecedentes investigativos	18
9.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	19
9.1.	Hipótesis Alternativa (H_a):.....	19
9.2.	Hipótesis Nula (H_0).....	19
10.	DISEÑO METODOLÓGICO	19
10.1.	Ubicación y duración del proyecto.....	19
10.2.	Condiciones meteorológicas.....	20
10.3.	Tipo de investigación.....	20
10.3.1.	Investigación científica.....	20
10.3.2.	Investigación experimental.....	20
10.3.3.	Investigación descriptiva	20

10.4.	Técnicas	21
10.4.1.	Observación en campo	21
10.4.2.	Registro de datos fase de campo.....	21
10.4.3.	Registro de datos fase de laboratorio.....	21
10.4.4.	Tabulación de datos	21
10.4.5	Análisis estadístico	21
10.5.	Materiales y equipos.....	21
10.5.1.	Materiales	21
10.5.2.	Equipos	22
10.6.	Diseño Experimental	22
10.7.	Factores bajo estudio	23
10.8.	Esquema del experimento.....	23
10.8.1.	Análisis de varianza.....	24
10.9.	Manejo metodológico del ensayo	24
10.9.1.	Preparación del área de estudio y unidades de investigación	24
10.9.2.	Norma INEN 176	24
10.10.	VARIABLES EVALUADAS	25
10.10.1.	Porcentaje de humedad máxima y granos fermentados, violeta y pizarra mínima	25
10.10.2.	Índice de semilla.....	26
10.10.3.	pH de testa y cotiledón	26
10.10.4.	Análisis económico.....	26
11.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
11.1.	Porcentaje de humedad.....	28
11.2.	Índice de semilla.....	29
11.3.	Porcentaje de fermentación	30
11.4.	pH de Testa y cotiledón.....	32
11.5.	Análisis económico.....	34
11.5.1.	Relación del porcentaje de rentabilidad y fermentación	34
12.	IMPACTOS	36
12.1.	Ambiental	36
12.2.	Económico	36
12.3.	Social	36
12.4.	Técnico	36

13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	37
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
14.1. Conclusiones.....	38
14.2. Recomendaciones	38
15. BIBLIOGRAFÍA.....	39
16. ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación de los objetivos planteados.....	5
Tabla 2. Clasificación de los granos de cacao	9
Tabla 3. Condiciones Agro meteorológicas	20
Tabla 4. Lista de materiales de oficina a utilizar en la investigación.....	21
Tabla 5. Lista de materiales de campo a utilizar en la investigación.	22
Tabla 6. Lista de equipos a utilizar en la investigación.....	22
Tabla 7. Factores de estudio de los tratamientos	23
Tabla 8. Esquema de los tratamientos	23
Tabla 9. Esquema de análisis de varianza	24
Tabla 10. Requisitos de calidad para los granos de cacao.....	25
Tabla 11. Porcentaje de humedad en la evaluación.....	28
Tabla 12. Efecto simple del porcentaje de humedad.....	29
Tabla 13. Promedio del índice de semilla en la evaluación de tres tipos de fermentador	30
Tabla 14. Efecto simple del promedio de índice de semilla.....	30
Tabla 15. Porcentaje de los granos fermentados, violetas y pizarra.....	31
Tabla 16. Efecto simple del porcentaje de los granos fermentados, violetas y pizarra.....	32
Tabla 17. Promedio de pH en testa y cotiledón en la evaluación.....	33
Tabla 18. Efecto simple del promedio de pH en testa y cotiledón	33
Tabla 19. Análisis económico del mejor tratamiento en la evaluación.....	34
Tabla 20. Presupuesto de la investigación.....	37
Tabla 21. Análisis económico de los tratamientos evaluados	56
Tabla 22. Costos de realización del fermentador tipo trapezoidal	72

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Comparación del porcentaje de rentabilidad, fermentación de los tratamientos.....	35
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Referencia de calidad de los granos de cacao en baba.....	8
Figura 2. Almendra de cacao bien fermentada	17
Figura 3. Ubicación en mapa de la ASOPROCANAM.....	19
Figura 4. Fermentador tipo trapezoidal	54
Figura 5. Mecanismo de encendido	54
Figura 6. Secadora	54
Figura 7. Modelo de fermentador tipo escalera.....	54
Figura 8. Compra de la materia prima	54
Figura 9. Mantenimiento de fermentadores.....	54
Figura 10. Remoción de granos en fermentador tipo	55
Figura 11. Remoción de los granos de cacao en sacos.....	55
Figura 12. Remoción de los granos de cacao en fermentador tipo trapezoidal	55
Figura 13. Primer proceso de secado en bandejas	55
Figura 14. Secado de las muestras para análisis físico/químico.....	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesión de derechos del autor	46
Anexo 2. Aval de anti plagió Urkund.....	49
Anexo 3. Aval de traducción	50
Anexo 4. Hoja de vida del docente tutor Ing. Marjorie Casco	51
Anexo 5. Hoja de vida de la estudiante investigadora Génesis Murillo.....	52
Anexo 6. Hoja de vida del estudiante investigador Galo Soria.....	53
Anexo 7. Evidencias fotográficas de la realización de la investigación.....	54
Anexo 8. Análisis económico.....	56
Anexo 9. Análisis físico/químico de los tratamientos	57
Anexo 10. Esquema del fermentador tipo escalera	70
Anexo 11. Esquema del fermentador tipo trapezoidal	71
Anexo 12. Presupuesto de fabricación del fermentador tipo trapezoidal	72

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Métodos de fermentación en el cacao (*Theobroma cacao*) CCN-51 con la norma INEN 176 en la parroquia Guasaganda, La Maná”.

Tipo de proyecto: La investigación es de tipo formativa y experimental

Fecha de inicio: octubre 2022

Fecha de finalización: febrero 2023

Lugar de ejecución: Asociación de cacao ASOPROCANAM

La Maná – Provincia de Cotopaxi

Unidad Académica que auspicia: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia: Ingeniería Agronómica

Proyecto de investigación vinculado: Al Sector Agrícola

Equipo de Trabajo Murillo Pilay Génesis Karelys

Soria Paula Galo Tarquino

Área de Conocimiento Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

Línea de investigación: Desarrollo de Seguridad Alimentaria

Sub líneas de investigación: Producción Agrícola Sostenible

Línea de vinculación: Gestión de recursos naturales, biodiversidad,

biotecnología y genética para el desarrollo humano

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A nivel mundial el uso primordial que se da al cacao es la obtención de diversos chocolates, por lo que se debe cosechar y proseguir con la fermentación y secado correcto. La fermentación del cacao es uno de los procedimientos poscosecha destinado a retirar la pulpa que envuelve a los granos para facilitar su secado y por consiguiente su almacenamiento. No obstante, su principal es provocar cambios en el interior del grano de cacao, lo que conlleva al surgimiento de los denominados precursores del chocolate. Ya que si no se realiza los granos del cacao serían extremadamente amargos y astringentes y no se llegaría a potenciar el sabor característico del chocolate al ser procesado (Cacaomovil, 2020).

Teniendo en cuenta que la fermentación es uno de los pasos más delicados en la poscosecha del cacao, ya que de allí deriva su calidad (aroma y sabor). la investigación tiene como fin probar tres métodos de fermentación (tipo escalera, trapezoidal rotatorio y en sacos) en el cacao de la variedad CCN-51, con diferentes tiempos de remoción a las 12, 24 y 36 horas durante 6 días, con esto se podrá determinar que método cumple con los requerimientos de calidad establecidos por la norma INEN 176. Cabe mencionar que el método tipo trapezoidal rotatorio es un nuevo método que aún no se ha implementado en el sub trópico de Cotopaxi, por ello se decidió probarlo y así darlo a conocer a los pequeños productores. Se recolectaron granos en su madurez fisiológica, de agricultores de la zona que pertenecen a la asociación de cacao ASOPROCANAM, ya que ellos están más familiarizados con el proceso de selección. La investigación se llevó a cabo en la parroquia Guasaganda, Cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, en las instalaciones del centro de acopio de la ASOPROCANAM.

La presente investigación tiene como objetivo establecer que método de fermentación de cacao cumple con la norma INEN 176, para obtener así un producto con alta calidad y que cumpla con los requisitos adecuados para la misma.

3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, es común que los métodos de fermentación tradicionales se realicen de una manera deficiente, afectando así la calidad de los granos de cacao, por ello la presente investigación pretende encontrar que método es el más adecuado para así contribuir a la optimización y al mejoramiento en la calidad del mismo.

Varios estudios han demostrado que el proceso de fermentación es complejo, ya que conlleva procesos físicos y químicos, donde influyen, la temperatura, los microorganismos, el tiempo de remoción, y otros, que deben ser monitoreados constantemente para poder obtener un resultado óptimo, que cumpla con los estándares de calidad exigido por las grandes empresas procesadoras de cacao.

Dichos cambios bioquímicos inician el surgimiento de los precursores del aroma y sabor, lo que definirá su calidad física y química (Rivera, y otros, 2013). Por ello esta propuesta pretende evaluar el método de fermentación de cacao en la variedad CCN-51 que llega a cumplir con la norma INEN 176, donde se estudiara el efecto que tienen los diferentes tiempos de remoción y que método es el más efectivo.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios del proyecto de manera directa son la asociación de cacao ASOPROCANAM y sus 68 integrantes, ya que con un proceso bien establecido de fermentación y secado del grano de cacao contarán con una materia prima de calidad, factor que es importante al momento de realizar sus derivados.

4.2. Beneficiarios indirectos

Entre los beneficiarios indirectos se encuentran aquellas 35 familias aproximadamente de agricultores interesados en comercializar su producto (cacao), así como también mano de obra ocasional del personal aledaño al centro de acopio, personas externas y los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de las carreras de agronomía y agroindustrias.

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A nivel mundial, el cultivo de cacao es el principal sustento de 50 millones de pequeños agricultores en áreas rurales tropicales de África, Asia y Sudamérica (Portilla, 2020). El cacao es el principal elemento para la fabricación de una gran variedad de chocolates, cabe señalar que la calidad sensorial del producto está relacionado a los procesos de fermentación y secado, ya que son primordiales para la obtención de granos de cacao secos de gran calidad y así elevar las buenas propiedades organolépticas (color, aroma y sabor) (Peñaherrera, 2021).

En un momento el cacao producido en Ecuador fue considerado el de mayor calidad en el mercado internacional. Pero esta situación fue cambiando gradualmente, esto debido a problemas en el mal manejo poscosecha, la introducción de variedades foráneas inferiores, mal manejo del cultivo, entre otros. A principios del siglo XXI el país considero necesario mejorar la calidad del cacao, el producto más impórtate de la economía nacional, para mantener su posición dominante en el mercado mundial. Para lograr esto, entre otras cosas, se necesita mejorar el proceso de poscosecha de los granos de cacao (Perez, 2009)

Las actividades poscosecha incluyen recolectar la fruta de cacao del árbol, clasificarla, descartar la fruta enferma o demasiado madura y luego cortar la fruta y quitar los granos de cacao que están dentro, los cuales están recubiertas de una baba llamada mucilago. Las tareas mencionadas hasta ahora son importantes y existe un conocimiento sobre las mismas que es compartido y no difiere mucho entre países productores ya que existen procedimientos similares, a diferencia del siguiente proceso que es la fermentación y secado, del cual no se tiene claro que proceso es el adecuado, es importante señalar que estos procesos son esenciales, especialmente la fermentación para obtener granos de cacao de alta calidad y mejorara las propiedades organolépticas (Herrera, 2018).

Según datos proporcionados por la asociación de cacao ASOPROCANAM, en la zona de Guasaganda, el principal problema se encuentra en el mal manejo de los métodos de fermentación y secado, ya que los granos de cacao no sobrepasan el 65% de fermentación (85%, es lo adecuado según la norma INEN). Esto debido a que los agricultores de la zona no tienen una planificación establecida ni un método adecuado de fermentación. Como menciono antes Herrera (2018) al existir diferentes técnicas de fermentación, no se tiene claro cuál es el proceso adecuado. Partiendo de esta problemática, nace la idea de investigar que método de fermentación es más eficiente y que ayude a los agricultores a llegar a cumplir los estándares de calidad establecidos en la norma INEN 176.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Evaluar tres métodos de fermentación en el cacao (*Theobroma cacao*) CCN 51 con referencia a la norma INEN 176 en la parroquia Guasaganda, La Maná.

6.2. Objetivos específicos

- Identificar el mejor método de fermentación de cacao que cumpla con los requerimientos establecidos para su correcta comercialización e industrialización.
- Determinar cuál es el mejor tiempo de remoción y como afecta en las características del grano fermentado.
- Analizar el costo – beneficio del mejor tratamiento.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN DE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación de los objetivos planteados

Objetivos específicos	Actividad (tarea)	Resultado de la actividad	Medio de verificación
Identificar el método de fermentación de cacao que cumpla con los requerimientos establecidos para su correcta comercialización e industrialización.	Toma de muestras de los granos de cacao para análisis químicos y físicos.	Porcentaje de granos fermentados, violeta, defectuoso	Registro fotográfico Análisis físico/químico (INIAP) Análisis estadístico
Determinar cuál es el mejor tiempo de remoción y como afecta en las características del grano fermentado	Remoción de los granos de cacao cada 12, 24 y 36 horas Toma de temperatura y pH	Control de la temperatura y pH	Tabla de clasificación de los granos de cacao Libreta de campo Registros fotográficos
Conocer el costo – beneficio del mejor tratamiento	Realizar cálculos del costo de cada tratamiento	Conocer el más rentable	Libreta de campo Matriz de datos de contabilidad

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2022)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

8.1. El cacao en Ecuador

Güilcapi (2020) menciona que en la cultura ecuatoriana han formado parte distintos cultivos, pero sin lugar a duda el que más resalta es el cacao, el cual ocupa un lugar especial en su historia. No solo se debe a su valor económico y relevancia internacional lo que le han permitido posicionarse entre los principales países exportadores a nivel mundial, sino también porque

varias investigaciones arqueológicas sugieren que su origen y domesticación se encuentran en la Amazonia del Ecuador.

Según datos de Agrocalidad (2022) en Ecuador se certificó un total de 331.028,57 toneladas de cacao en grano para exportación con un valor FOB de aproximadamente 758 millones de dólares, eso conlleva un incremento del 2% en relación a lo exportado en el año 2020 donde se registró una exportación de 325.208,04 toneladas de cacao. En cuanto a calidad según la Norma INEN 176 se reconoce que el 81% de cacao certificado pertenece a cacao fino de aroma con 266.789,23 toneladas exportadas y un 19% a cacao CCN-51 con 64.239,34 toneladas exportadas.

8.2. Variedades de cacao en Ecuador

8.2.1. Cacaos Criollos

Es un árbol que produce fruta de la mejor calidad, pero se caracteriza por una baja fertilidad y representa una pequeña parte de la producción mundial (Levice, 2019). Estos árboles son relativamente cortos y bajos, fuerte en comparación con otras razas, su copa es redonda con hojas pequeñas, ovaladas y verdes. Las almendras son de color blanco marfil. Este cacao tiene mazorcas que en su estado inmaduro son alargadas de color verde, rojizo; se vuelve amarillo y rojo anaranjado cuando está maduro. El chocolate elaborado con este cacao anhela sabores afrutados y de nuez. Comercialmente es parte de los cacaos finos o Premium (INIAP, 2009).

8.2.2. Cacaos Forasteros Amazónicos

El cacao forastero o amazónico es el tipo más común. Tiene un sabor fuerte, amargo y ligeramente ácido y representa el 70% del consumo mundial de cacao. Es el más resistente (los productores creen que es resistente a las enfermedades) y produce la mayor cantidad de fruta, pero carece de aroma y sabor a fruta. Cuando hubo demanda de chocolate en Europa a principios del siglo XX, los europeos introdujeron el grano en sus colonias. El cacao Forastero se cultiva comúnmente en plantaciones de Venezuela, Perú, Ecuador, Colombia, Brasil, Costa de Marfil, Ghana, Camerún, Costa Rica, Santo Tomé y algunos países del sudeste asiático (Levice, 2019).

8.2.3. Cacao Trinitario

Es un híbrido obtenido de Criollo y Forastero. Tiene una mayor producción que el criollo y combina los sabores de ambos. Es más resistente a las enfermedades y tiene un sabor más delicado. Contiene una variedad de sabores y aromas, se aprecia a heno, miel de roble, manzana

y melón. Se cultiva en Trinidad, las Antillas, Java, Sri Lanka y Papúa Nueva Guinea. En Camerún, la producción es grande, en la actualidad represente alrededor del 5% de la producción mundial (Arpide, 2017).

8.2.4. Clones

Finalmente, también se pueden encontrar clones, es decir, la variedad hecha por el hombre, generalmente identificado por letras y números entrantes de sus investigaciones como el caso CCN-51, Material que cubre una parte hasta ahora del cultivo en la Amazonía. El color de sus mazorcas cuando esta tierna es rojo-morado y rojo anaranjado cuando está maduro. Tienen un sabor a cacao medio a bajo. Su potencial radica en la producción de mantequilla o manteca de cacao (INIAP, 2009).

8.3. Definición de calidad

Pérez (2021) y Juran (2008) Coinciden en que el termino calidad hace alusión a que un producto tiene un conjunto de características con la capacidad de satisfacer las necesidades de los usuarios y, en consecuencia, hacen que el producto sea satisfactorio. Lo que va de la mano con lo establecido en la norma ISO 9001:2015 (2016) la cual establece que la calidad es el grado en el que un grupo de características inherentes cumple con los requisitos.

Para los productores de productos a base de cacao, el sabor es un criterio de calidad clave. Este incluye la fuerza del sabor a cacao o chocolate, así como otros elementos aromáticos secundarios, y también la existencia de sabores desagradables. Entre los defectos se encuentran la falta de fermentación, la extra fermentación y la contaminación (CAOBISCO, 2015).

8.4. Calidad del cacao

Se necesita supervisar la calidad de los granos fermentador, para satisfacer los indicadores establecidos en estos procesos, a partir de una muestra representativa de cada lote. Los estándares de calidad que el país aplica son; el método de muestreo, evaluación del grano, los requerimientos de personal, infraestructura y equipo, evaluaciones sensoriales y otras propiedades de calidad (InfoAgro, 2017).

Como todos los demás productos alimenticios, los productos de cacao y chocolate son esenciales para la salud y la buena salud. Esto significa que los ingredientes, incluidos los

granos de cacao, no deben contener impurezas que pueden estar presentes en los alimentos y que puedan ser perjudiciales para la salud de los consumidores. Todos los actores de la cadena de suministro son responsables de garantizar que las materias primas y los productos sean saludables y cumplan con los requisitos de las leyes nacionales e internacionales aplicables en los puntos de entrada y los (CAOBISCO, 2015).

8.4.1. Calidad física de los granos de cacao

Los centros de acopio y procesamiento compran granos de cacao frescos. El grano se llama cacao en baba porque el grano maduro está cubierto de una baba blanca acuosa. Es importante analizar la calidad del mismo ya que esto conlleva a obtener un grano seco de calidad. Aunque al momento solo existen referencias de calidad en base a la experiencia: El grano debe estar recién cosechado el día de la entrega, debe proceder de mazorcas maduras, sanas y sin daños. Solo se puede evaluar en la zona de partido de mazorcas que suele estar en el campo. El grano debe ser blanco, húmedo y brillante. El grano de cacao amarillo indica que tiene varios días de cosecha. Si la baba se encuentra seca o poco jugosa y opaca, indica que es de una mazorca inmadura, demasiado madura o enferma y no debe haber granos negros o marrones donde brille el color marrón de los granos (Aguilar, 2016).

Figura 1. Referencia de calidad de los granos de cacao en baba



Fuente: (Aguilar, 2016)

La calidad física del grano fermentado se basa principalmente en la presentación externa del grano. No coincide con el sabor dulce y el olor del chocolate. La norma INEN 176, clasifica los

granos de la siguiente forma; El grano de cacao fermentado y seco también es conocido con el nombre de “cacao beneficiado”.

Tabla 2. Clasificación de los granos de cacao

Clasificación	Definición
Granos fermentados	Tienen cotiledones con coloración marrón o marrón rojiza y estrías profundas, o también cotiledones de una ligera coloración violeta y estrías no profundas.
Granos violetas	Presentan un color violeta en al menos la mitad de la superficie expuesta de los cotiledones.
Grano pizarroso	Los que no se fermentaron y tienen en su interior una coloración gris negruzco o verdoso y de aspecto compacto por sobre la mitad o más de la superficie expuesta.
Granos mohosos	Son los que han sufrido deterioro parcial o total en su estructura interna debido a la acción de mohos.
Granos defectuosos	Son los granos dañados por insectos, germinados, negro, planos – vano o granza y granos quebrados.

Fuente: (INEN, 2021).

8.4.2. Calidad organoléptica del grano de cacao

Quintana & Gómez (2011) en su investigación indican que actualmente no alcanza solo con caracterizar los alimentos desde un punto de vista físico, químico, microbiológico y de nutrición, pero si desea tener éxito en el mercado nacional y posiblemente para expandir al mercado internacional, se debe considerar la calidad sensorial del producto, factor clave para acceder a nuevos mercados.

Un aspecto que predomina en la calidad del cacao que se exporta se fundamenta en sus propiedades organolépticas (sabor y aroma), el amargor y la astringencia, que es característico de los granos de cacao, requisito primordial para la elaboración de chocolates finos (Sánchez, 2007).

Según Granda (2012) para los fabricantes, la única prueba que determine de manera confiable si puede usar ciertos cacaos en sus productos es la evaluación sensorial. Esta prueba permite la medición, análisis e interpretación de respuestas de las características de los alimentos, los que se perciben a través de la vista, el olfato el gusto, es decir, principalmente sabor y aroma.

8.5. Importancia económica

Abad, Acuña, & Naranjo (2019) mencionaron que el cacao ha tenido un rol importante en la economía e historia ecuatorianas junto con el banano y el petróleo constituyen la triada más importante de productos primarios de exportación, elementos clave para la articulación del Ecuador con la economía mundial.

Mendoza, Boza, & Manjarrez (2021) en su investigación indican que el cacao es considerado un rubro, materia prima y capital muy importante de Ecuador, ya que se produce en la mayoría de los campos y granjas, siendo una fuente rentable de ingresos, esta industria nacional es muy popular en el país, por la excelente calidad. Sin embargo, no es reconocido internamente en Ecuador como el rubro que basta para representar el símbolo y la influencia de la economía ecuatoriana, esto afecta el sustento de los pequeños productores. Este cultivo es muy valioso, conectando historias y diferentes procesos para proporcionar recursos a los pequeños, medianos y grandes agricultores. Además, es un sistema de producción agrícola y diversidad biológica.

La importancia que tiene la producción y comercialización de cacao en la economía ecuatoriana, es relevante para el empleo directo e indirecto de mano de obra local, el cual sirve como sustento de los hogares en zonas rurales, así como del ingreso económico promedio de las exportaciones nacionales. Ecuador es reconocido como el mejor productor de cacao a nivel mundial, para la producción de chocolate y otros derivados, y cuenta con la ventaja competitiva al tener suelos fértiles y condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la producción cacaotera (Borja, Vite, Garzón, & Carvajal, 2021).

En el año 2020 el 70% de la producción mundial de cacao en grano se originó en África, y el 14% se dio en América Latina; Ecuador se convirtió en el 2019 en el primer exportador de cacao en grano de América, posicionándolo en el cuarto lugar a nivel mundial, lo que ha conllevado ha ingresos económicos para el país, permitiendo que la balanza comercial tenga un menor déficit (Córdova, Campoverde, Unda, Montealegre, & Romero, 2021).

8.6. Manejo poscosecha

Díaz, Pinoargote, & Castillo (2011) indican que para tener una buena calidad del producto ecuatoriano dependerá mucho del proceso poscosecha al que es sometido el cacao. Procedimientos como la fermentación secado, tostado y conchado de los granos de cacao son de mayor importancia para obtener un chocolate de alta calidad.

8.6.1. Cosecha

Es recomendable cosechar todas las mazorcas así estén maduras, sobre maduras y afectadas por plagas y enfermedades. La manera de disminuir el número de mazorcas muy maduras y dañadas es cosechar cada quince días o menos. Solo las mazorcas bien desarrolladas y en buen estado alcanzan una buena fermentación y se utilizan para conseguir cacao de alta calidad. La cosecha de la mazorca se ejecuta cortando el pedúnculo que conecta al fruto con el árbol. Las mazorcas que se encuentran a la altura de las manos se recolectan utilizando tijeras de podar, navaja o cuchilla curva, para cosechar las que se encuentran en ramas más altas, se debe utilizar podones. Se debe mantener las herramientas con un filo apropiado. El machete no es una herramienta recomendada para realizar este trabajo, ya que puede ocasionar heridas y otros daños no deseados en la mazorca o a los cojines florales. De ninguna manera se debe cosechar a tirones o retorciendo la mazorca. Ya que esto dañaría el cojinete floral cuya función es formar las próximas mazorcas (InfoAgro, 2017).

8.6.1.1. Madurez del fruto

Hernández & Gallopp (2018) dicen que, así como con el café, la recolección del cacao es una labor muy delicada. Y el mayor de los desafíos radica en conocer cuándo se puede recolectar las mazorcas. Un cacao que no tenga buena madurez no habrá desarrollado las maravillosas características de sabores y aromas, mientras que, como explica la Organización Internacional del Cacao (ICCO), los que están muy maduros se comienzan a desarrollar. Sin embargo, desafortunadamente, las mazorcas de cacao no maduran siempre al mismo tiempo, aunque estén en el mismo árbol.

Solo se debe cosechar la fruta madura. La madurez de la mazorca se puede ver por el cambio de color, cuando madura, las verdes (inmaduras) se vuelven amarillas, y las rojas (inmaduras) se vuelven anaranjadas. Cuando el cambio en la pigmentación no es evidente, se golpea ligeramente la mazorca y está al estar madura emitirá un sonido hueco ya que los granos y la pulpa se han desprendido de la pared. Otro método es raspar la superficie de la fruta, si se vuelve amarilla, está madura (Nogales J. R., 2017).

8.6.2. Fermentación

Ha este proceso se lo define como microbiológico espontaneo, trabaja tanto al interior (cotiledón) como exterior de la semilla (pulpa, arilo o mucilago). En el beneficio del cacao la

etapa de mayor importancia es la fermentación, ya que se producen cambios bioquímicos que son motivo de un descenso del amargor y la astringencia que dan origen a los precursores del aroma y sabor a chocolate (Ortiz, Graziani, & Rovedas, 2009).

Los precursores completan su desarrollo durante las etapas de secado y tostado. Este proceso depende de los siguientes factores: el contenido y concentración de azúcares en la pulpa, la disponibilidad de oxígeno, el valor del pH, la temperatura ambiental y la acción de los diferentes microorganismos que intervienen en el proceso. El proceso de fermentación tiene diferentes etapas y cuya persistencia y velocidad están muy influenciadas por el manejo y la interacción con los factores antes mencionados. Por lo tanto, el tiempo límite no se puede definir con precisión en este proceso, pero el número de días de fermentación puede variar entre 3 y 9. A partir de esta referencia se pueden hacer ajustes y dar recomendaciones generales para los tiempos y métodos de fermentación. Para comprender la dinámica de su propia finca o lugar de almacenamiento, es conveniente realizar las primeras fermentaciones con la ayuda de un técnico (PROCOMER, 2012).

8.6.2.1. Objetivo de la fermentación

El propósito de la fermentación es, primero descomponer y quitar la pulpa, lo que más adelante ayudara a que los granos de cacao se sequen y almacenen. Provocar que el embrión muera por el calor, y la filtración el ácido acético en el embrión, impidiendo la germinación de la semilla (facilitando su conservación) (Penagos, 2020).

También se producen modificaciones bioquímicas, donde se muestran cambios de color (púrpura a marrón), el sabor (formación de los precursores del sabor y aroma a chocolate y la consistencia del grano (expansión de los cotiledones). Ayuda a separar la cubierta de las semillas (testa) de la superficie del cotiledón, separándose fácilmente durante el tostado (Penagos, 2020).

8.6.3. Fases de la fermentación

Fornero & Parra (2019) mencionan que en general, todas las fermentaciones del cacao siguen un proceso similar, incluidas las etapas anaeróbica y aeróbica. Los detalles de cada etapa están influenciados por muchos factores, como la madurez de la vaina, el clima y las condiciones ambientales, la calidad de la vaina y el tamaño del lote.

8.6.3.1. Fase anaeróbica

Las condiciones anaeróbicas son ambientes sin presencia de oxígeno. Los granos de cacao están envueltos firmemente por una pulpa, creando una barrera jugosa que evita que entre aire en el sistema. La celulosa se compone de agua, grandes cantidades de azúcar (sacarosa, glucosa, fructosa) y varios ácidos. A través de la respiración anaeróbica, los hongos utilizan rápidamente azúcares simples para producir dióxido de carbono, etanol y pequeñas cantidades de energía. Bacterias del ácido láctico, estos microbios trabajan diariamente para producir etanol y ácido láctico. En estas etapas se pueden ver pequeñas burbujas saliendo de la superficie del cacao. (Fornero & Parra, 2019).

8.6.3.2. Fase aeróbica

Las condiciones aeróbicas se refieren a ambientes que contienen oxígeno. Al procesar el cacao los productores revuelven los granos en un proceso llamado “remoción” para incorporar el oxígeno. El efecto de este oxígeno varía según el tipo de fermentación, el recipiente, el separador y el tamaño de la masa de fermentación. Pero rotar los granos hace que el proceso de fermentación sea más fluido de un lote a otro. Una gran cantidad de calor se libera durante la fase aeróbica. En esta fase predominan las bacterias productoras de ácido acético porque el etanol y los ácidos (cítrico, málico y láctico) se oxidan para formar al ácido acético. El oxígeno descompone aún más este ácido para formar agua de dióxido de carbono (Fornero & Parra, 2019).

8.7. Métodos de fermentación

Según las tendencias regionales y la disponibilidad de recursos los métodos de fermentación pueden variar. Cada productor tomara una decisión diferente sobre el tipo y el tamaño del fermentador, la cantidad de días que se fermenta el cacao, la frecuencia con la que se voltea el cacao, el pre acondicionamiento de la pulpa (preservación de la pulpa previa a la fermentación) y otros factores (Cadby, 2019).

8.7.1. Fermentación en montón

De los métodos de fermentación del cacao este es el más tradicional y económico. Radica en apilar los granos de cacao frescos sobre hojas de plátano (musáceas) u otro material que las separe del suelo (Mejía, 2011). Aumenta la eficiencia perforando orificios en las hojas y

ajustando el ángulo para eliminar la baba más rápido. Para evitar la pérdida de calor, cubrir las pilas con hojas de musáceas, sacos, lona u otro material inerte proporcionado por el fabricante (Nogales J. , 2017).

8.7.2. Fermentación en cajas de madera

Este método de fermentación es el más recomendable ya que mantiene un buen aislamiento térmico y permite que la temperatura de toda la masa suba de manera uniforme, lo cual es un factor decisivo para la fermentación (Mejía, 2011). Estas cajas están hechas de madera dulce (apámate o saqui-saqui), y son de tamaños variables relacionados con la cantidad de cacao que pueda ser cosechado y procesado. Una de las ventajas de utilizar este método es que se pueden colocar en diferentes planos, según la disposición del lugar. (Nogales J. , 2017).

8.7.3. Fermentación tipo trapezoidal

El método trapezoidal es una opción innovadora para aumentar el porcentaje de fermentación del cacao, su figura trapezoidal permite una mezcla completa y una fermentación más uniforme, reduciendo el tiempo de 18% y 20%. El tambor hexagonal giratorio permite la entrega de grandes volúmenes de cacao durante los eventos de recolección concentrada. Dispone de 2 separadores para el control de la temperatura durante el proceso de fermentación. El módulo puede controlar manualmente; si hay energía eléctrica puede funcionar de manera automatizada (Bastidas, 2022).

8.7.4. Fermentación en sacos

Para llevar a cabo este proceso, los granos frescos o la pasta se colocan en bolsas de polietileno o yute. Para una bolsa, puede preparar 35-40 kg de cacao. En este tipo de fermentación no es necesario compactar la masa. Después de llenarlos y anudarlos, colóquelos en tarimas o camillas de madera, tratando de apilarlos a no más de dos filas de altura. A continuación, la masa se cubre con hojas de plátano, sacos de yute, mantas o lonas para evitar que se enfríe (USAID, 2019).

8.7.5. Fermentación tipo Rohan

Consiste en el uso de armarios con un tamaño de 120x80x10 cm, un ancho de menos de 5 y un ancho de no más de 10 cm, y el fondo del estante está separado por 0,5 cm, lo que permite que

sea más delgado. El estante de 10 cm de altura permite que las almendras fermenten correctamente y tenga buena ventilación (Nogales J. , 2017).

8.7.6. Material para fermentadores

Los fermentadores de madera pueden realizarse con maderas finas, que sean resistentes al agua como el cedro, nogal, laurel, melina y otras de tipo blando que no tienen resina y tampoco emanan sustancias extrañas que pueden interferir con la calidad del grano (Rios & Lévano, 2022). La razón principal por el que los productores de cacao utilizan cajas de madera y no de un material distinto para la fermentación, se debe a que en este proceso se produce una elevación de la temperatura. Según indica Garcia (2019) en su investigación, al utilizar otro tipo de material como plástico o aluminio, ocurriría un enfriamiento en la noche lo que provocaría un gradiente de temperatura muy elevado que perjudicaría el proceso de fermentación del cacao.

8.8. Tiempo de fermentación

El proceso de fermentación dura de 6 a 8 días. Durante este tiempo, los microorganismos de fermentación deben mantenerse vivos durante la pérdida de calor, lo que es una señal de que los microorganismos ya están muertos. Dependiendo del tipo de semilla, el tiempo de fermentación varía. El cacao tipo criollo tarda de 3 a 4 días en fermentar, y de 6 a 8 días para el tipo forastero (World, 2013).

8.9. Factores que influyen en la fermentación

Existen distintos factores que influyen en la fermentación, entre ellos; los microorganismos, la temperatura, las remociones y el pH.

8.9.1. Microorganismo

La sucesión microbiológica en la fermentación comienza con levaduras (entre 5 y 6 especies distintas como son *Hanseniaspora guilliermondii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida silvae*, *Candida zemplinina*, *Candida Krusei* y *Pichia Kudriavzevii*), Los azúcares simples de celulosa se convierten en etanol y la pectina se descompone, lo que cambia la estructura del grano, elimina el ácido cítrico y reduce la acidez. Por otro lado, el consorcio de levaduras consume oxígeno y crea un ambiente anaeróbico favorable para el desarrollo de las bacterias del ácido láctico (Erazo, 2019).

Ótorala (2018) cita que quizás el papel más importante de los microorganismos es la creación de sabores de chocolate porque, como se mencionó anteriormente, el sabor completo del chocolate no se puede obtener sin la fermentación. Pero, por otro lado, los microorganismos son necesarios para la preparación de los granos, porque sin ellos no se quitaría el mucílago, y no se quitaría la acidez de los granos por la presencia de citrato. Aunque no está claro qué compuestos determinan el sabor del chocolate, se ha encontrado una relación entre el aroma de las mazorcas de cacao y los microorganismos presentes durante la fermentación.

8.9.2. Temperatura

Durante los primeros días de fermentación la temperatura alcanza los 45-50 °C, y una vez finalizada la fermentación desciende. El embrión dentro del grano marca el inicio de un cambio bioquímico que hace que el embrión muera y germine, además de cambios de pH debido al ácido acético difundido a través de la testa, así como la temperatura interna de la almendra llegando a los 45°C. Con esto iniciaría la formación de los precursores del sabor y aroma del chocolate (Erazo, 2019).

8.9.3. Remoción

Teneda (2016) en su ensayo índico que el procedimiento de remoción o volteo tiene efectos directos como el enfriamiento, la liberación de CO₂, el aumento de la ventilación y, por lo tanto, la actividad de las bacterias acéticas. El propósito de esta operación es asegurar un nivel uniforme de fermentación. La rotación debe comenzar a las 48 horas del inicio de la fermentación, y luego cada 24 horas, es decir, una vez al día durante los 2 o 3 días restantes, pero siempre a la misma hora, dependiendo del tipo de cacao que se esté fermentando.

8.9.4. pH

El pH es una característica de calidad importante, que indica un exceso de acidez en los granos fermentados y reduce la calidad sensorial. Un valor de pH entre 4,0 y 5,0 puede indicar demasiada acidez, y los granos de cacao tendrán mal sabor y exceso de ácido láctico. Durante la fermentación, el pH desciende hasta un valor final de 5,5. El pH óptimo para un cacao de calidad debe oscilar entre 5,0 y 5,4, con un pH por debajo de 5,0 que indica la presencia de ácidos volátiles indeseables para el desarrollo de aromas y sabores de cacao (Homem, Reís, Valle, Sodré, & Moreira, 2017).

8.10. Secado de los granos de cacao

Durante el secado, el contenido de humedad interna de los granos de cacao oscila entre el 60 % y el 7 %. En este proceso, los cambios físicos y químicos que no se completaron durante la fermentación continúan y producen las propiedades organolépticas deseadas. Se considera una de las etapas de mayor riesgo para la calidad física y sensorial del producto. Todas las reacciones y cambios biológicos, químicos y físicos que ocurren en el grano (actividad del agua -aw). La cantidad de agua se expresa en porcentaje y corresponde a la relación entre el peso de agua y el peso de cacao. Un contenido de humedad de 7-8% en los granos, equivalente a 0,67 aw, previene el deterioro y asegura que los microorganismos no dañen el cacao durante su almacenamiento (AgroBiz, 2020).

8.11. Características de un grano de cacao bien fermentado

Los granos de cacao bien fermentados deben reunir las siguientes características:

Deben presentar en los cacaos criollos un color café amarillento claro; o canela a marrón rojizo en los cacaos trinitarios y forasteros y tener una buena abertura entre los cotiledones, el llamado “arriñonado” (Figura 1).

Figura 2. Almendra de cacao bien fermentada



Fuente: (CacaoMovil, 2021)

Los granos deben tener un peso promedio ≥ 1 g, la cascara o testa debe estar algo separada de los cotiledones, es decir cutícula suelta, entera y limpia, al presionar fuertemente el grano se debe romper o crujir, deben presentar un aroma agradable y característico, que se encuentre exento de olores extraños como el humo. Su pH debe oscilar entre 6 y 7, ya que se ha encontrado

una estrecha relación entre el aroma y el pH. En cuanto a sabor será ligeramente a casi nada de astringencia, el % de humedad cuando se encuentre seco debe ser de un máximo de 8%. Las almendras bien fermentadas deben tener un contenido de sacáridos menor al 1%; la pérdida de materia seca durante el beneficio es de un 22,6%, con disminución del 60% del peso total. Los cacaos mal fermentados presentan un pH menor a 6 y los granos sobre fermentados emanan un olor agrio y los granos de color violeta a negro; los granos mal fermentados mantienen la mayor parte del sabor amargo y astringente de las semillas frescas o no contienen ningún aroma a chocolate o si lo tienen es muy tenue (Nogales J. R., 2021).

8.12. Antecedentes investigativos

En investigaciones realizadas por Peñaherrera (2021) se planteo como objetivo analizar diferentes metodos de fermentación y secado en el cacao (*Theobroma cacao*) Nacional y CCN 5 junto con las propiedades tanto físicas como químicas y organolepticas que han obtenido en estudios por varios autores y publicada en revistas científicas, menciona que los mejores resultados en porcentaje de fermentación lo ofrecen el fermentador de acero inoxidable y aluminio con valores de 95% de granos fermentados, y el mas bajo fue en fermentación en sacos con un 70%. Tambien menciona que si el manejo poscosecha se realiza de manera eficiente, los granos de cacao van a adquirir sabores y aromas agradables y mejorara significativamente el índice de grano con una media de 1,26g. En cuanto a humedad indica que varios autores han obtenido una humedad con un rango entre 6,20 y 7,58%.

Quevedo, Romero, & Tuz (2018) realizaron una comparación de la eficiencia de los fermentadores más utilizados por los pequeños productores cacaoteros de El Oro, en el beneficiado de cacao. El trabajo investigativo consto de 5 tratamientos (Sacos de yute, rotor de madera, montón, caja de madera y balde plastico) los cuales fueron evaluados con un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, en el analisis de variables físicas, químicas y sensoriales revelaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos. Según los resultados el T2 que corresponde al fermentador rotor de madera obtuvo un 92% de calidad fisica del grano de grano. Tambien menciona que valores de pH menores de 7 pueden provocar aromas indeseables, asi mismo indica que valores mayores de pH son muestra de una sobrefermentación. En el ensayo realizado por Campoverde & Zambrano (2019) sobre la optimización de la fermentación y secado de cacao (*Theobroma cacao*) en la variedad CCN 51 utilizando la metodologia de enfoqu por procesos, menciona que el número de días necesario para producir todos los fenomenos que intervienen en la fermentación varian según diferentes

factores como es la genética de la planta, el método y la cantidad a fermentar, pero generalmente el tipo trinitario es de 5 a 6 días, el criollo de 3 a 4 días y el CCN 51 de 6 a 7 días, también menciona que un buen rendimiento de secado es un rasgo característico de las semillas con humedad entre 7 a 8%.

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

9.1. Hipótesis Alternativa (Ha):

Los métodos de fermentación influyen en los parámetros establecidos en la norma INEN 176, para granos de cacao (*Theobroma cacao*) fermentado.

9.2. Hipótesis Nula (H0)

Al menos uno de los métodos de fermentación influye en los parámetros establecidos en la norma INEN 176, para granos de cacao (*Theobroma cacao*) fermentado.

10. DISEÑO METODOLÓGICO

10.1. Ubicación y duración del proyecto

El ensayo se llevó a cabo en el centro de acopio de la Asociación de Producción Agrícola de Cacao Nacional La Maná (ASOPROCANAM) ubicado en el recinto El Copal, de la parroquia Guasaganda, cantón La Maná provincia de Cotopaxi, con una ubicación geográfica de latitud 0°46'18"86" S y una longitud de 79°8'50.30" W, y una altitud de 481.9 msnm. El proyecto de investigación tendrá una duración de 45 días, en el cual se determinó el mejor método de fermentación en el cacao CCN-51.

Figura 3. Ubicación en mapa de la ASOPROCANAM



Fuente: Google Maps

10.2. Condiciones meteorológicas

Con los datos que nos proporciona la estación del Instituto de Meteorología e Hidrología (INAMH) de la hacienda San Juan. Se detalla a continuación los siguientes datos climáticos.

Tabla 3. Condiciones Agro meteorológicas

Parámetros	Promedios
Altitud m.s.n.m.	562,00
Temperatura medio anual °C	19,00
Humedad relativa %	90
Heliofanía, horas/luz/año %	10,4
Precipitación, mm/año	3281
Topografía	Regular
Textura	Franco Limoso

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2022)

Fuente: (INAMHI, 2021)

10.3. Tipo de investigación

10.3.1. Investigación científica

La investigación científica es un proceso ordenado y sistemático de indagación en el cual, mediante la aplicación rigurosa de un conjunto de métodos y criterios, se persigue el estudio, análisis o indagación en torno a un asunto o tema, con el objetivo subsecuente de aumentar, ampliar o desarrollar el conocimiento que se tiene de este (Zita, 2021).

10.3.2. Investigación experimental

La investigación experimental está integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema a investigar y el problema a resolver (Peralta, 2019).

10.3.3. Investigación descriptiva

Es un tipo de investigación que se encarga de describir la población, situación o fenómeno alrededor del cual se centra su estudio. Procura brindar información acerca del que, como, cuando y donde, relativo al problema. Como dice su propio nombre, esta forma de investigar “describe” no explica (Mejia, 2020).

10.4. Técnicas

10.4.1. Observación en campo

Mediante la observación de campo se llevó un control de los granos de cacao para evitar posibles ataques de hongos o insectos que pueden afectar el proceso de fermentación.

10.4.2. Registro de datos fase de campo

Los datos tomados en campo permitieron monitorear los cambios de temperatura y pH de los granos de cacao, durante la etapa de fermentación. Para ello se registró en libreta de campo todos los datos obtenidos, como control del proceso fermentativo.

10.4.3. Registro de datos fase de laboratorio

Los datos obtenidos con los análisis físicos y químicos realizados en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) permiten identificar el tratamiento que está cumpliendo con las variables establecidas en la Norma INEN 176.

10.4.4. Tabulación de datos

Para la tabulación de datos de campo se empleó el paquete informático Microsoft Excel 2021 en su distribución LTSC

10.4.5 Análisis estadístico

La recopilación de los datos de cada variable fue analizada mediante el software desarrollado por la Universidad de Córdoba (España), programa de “INFOSTAT” versión estudiantil.

10.5. Materiales y equipos

10.5.1. Materiales

Tabla 4. Lista de materiales de oficina a utilizar en la investigación.

Materiales	Especificaciones	Cantidades
Impresora	-	1
Cámaro fotográfica o celular	-	2
Libreta de campo	-	2
Lapiceros, lápiz y borrador	2 unidades cada uno	6
Computadora	-	1

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2022)

Tabla 5. Lista de materiales de campo a utilizar en la investigación.

Materiales	Especificaciones	Cantidades
Cajas de fermentación tipo escalera	65 cm alto, 80 cm largo y 60 cm ancho	3
Cajón Trapezoidal (Madera de laurel)	60 cm de ancho x 1m de largo	3
Costales de polipropileno	-	80
Pala de madera	-	1
Carretilla plástica	-	1
Bandejas de secado	1 x 8m	18
Sacos de yute	70cm de ancho por 95 cm de alto	9
Plástico negro de polietileno 200 micras	3m x repetición	9
Piola plástica 3H	100 m	1
Navaja de injerto o bisturí	-	2
Tachos de plástico	Con una capacidad de 20 litros	2
Materia prima	500 lb x repetición	3
Mano de obra	Según el horario de remoción	9

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2022)

10.5.2. Equipos

Tabla 6. Lista de equipos a utilizar en la investigación.

Equipos	Capacidad	Cantidades
Secadora de granos circular	1000 kg	1
Tamizador de granos	450 kg	1
Balanza electrónica	200 kg	1
Medidor de humedad de grano	-	1
Termómetro digital	-40 °C A 150 °C	1
Medidor de pH digital	-	1
Balanza, gramera digital	200 g	1
Cronometro	-	1

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2022)

10.6. Diseño Experimental

Se utilizó el Diseño Completo al Azar (DCA) con arreglo factorial A x B +1, siendo los factores; tipo de fermentador (escalera, trapezoidal, sacos) y tiempo de remoción (12, 24 y 36 horas), se empleó también un testigo absoluto el cual fue planteado según el método de secado tradicional empleado por el agricultor (Secado en piso de cemento), de la unión de los factores se obtuvieron nueve tratamientos con tres repeticiones, se realizó un análisis de varianza y una separación de medias con la prueba Tukey al 5% de probabilidad.

10.7. Factores bajo estudio

La investigación está constituida por dos factores, siendo el factor A; 3 tipos de fermentación de cacao que son tipo escalera, trapezoidal rotatorio (nuevo método) y en sacos manteniendo un testigo absoluto para todos los tratamientos. El factor B; está constituido por 3 tiempos de remoción a las 12, 24 y 36 horas, correspondiente al tiempo en que se realizara cada remoción de los granos de cacao en los fermentadores durante 6 días

Tabla 7. Factores de estudio de los tratamientos

Factor A (Tipos de fermentador)	Factor B (Tiempos de remoción)
M1: Fermentador tipo escalera	12 horas
M2: Fermentador tipo trapezoidal rotatorio	24 horas
M3: Fermentador en sacos	36 horas

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2022)

10.8. Esquema del experimento

En la tabla 8 se presenta el esquema del experimento, que consta de 30 unidades experimentales. Compuestas por la interacción del factor A x B.

Tabla 8. Esquema de los tratamientos

Tratamientos	Factor A	Factor B	Rep.	U.E.	Total
T0	Secado tradicional (testigo absoluto)	0 horas	3	1	3
T1	Fermentador tipo escalera	12 horas	3	1	3
T2	Fermentador tipo trapezoidal	12 horas	3	1	3
T3	Fermentador en sacos	12 horas	3	1	3
T4	Fermentador tipo escalera	24 horas	3	1	3
T5	Fermentador tipo trapezoidal h	24 horas	3	1	3
T6	Fermentador en sacos	24 horas	3	1	3
T7	Fermentador tipo escalera	36 horas	3	1	3
T8	Fermentador tipo trapezoidal h	36 horas	3	1	3
T9	Fermentador en sacos	36 horas	3	1	3
Total					30

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2022)

10.8.1. Análisis de varianza

Tabla 9. Esquema de análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de Libertad	
Repeticiones	(r-1)	2
Tratamientos	(t-1)	9
Factor A (Tipos de fermentador)	(a-1)	2
Factor B (Tiempos de remoción)	(b-1)	2
Interacción A x B	(a-1)(b-1)	4
Testigo		1
Error experimental	(r-1)(t-1)	18
Total	(r.t-1)	29

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2022)

10.9. Manejo metodológico del ensayo

10.9.1. Preparación del área de estudio y unidades de investigación

Para la preparación del área de estudio se determinó el lugar adecuado para colocar las unidades experimentales, verificando que se tenga una humedad controlada (80% + HR), con una cubierta y cerramiento adecuado (Plástico de invernadero), el área total de la infraestructura es de 200 metros cuadrados.

Se instaló los tres métodos de fermentación: 3 fermentadores de tipo escalera (3 cajones) que fueron construidos con madera blanca, con un área útil de fermentación de 3.22 metros cuadrados cada cajón, 3 fermentadores tipo trapezoidal con un área útil de fermentación de 2.25 metros cuadrados cada uno elaborados con madera blanca y un área de 18 metros cuadrados en piso de cemento para los otros tratamientos.

Dentro de esta infraestructura contamos con 19 bandejas para el secado de cacao beneficiado, lugar destinado a realizar nuestro proyecto de investigación, para la fermentación se utilizó materia prima (cacao en baba) la cantidad de 500 libras por repetición de cada tratamiento, una vez finalizado el tiempo de fermentación de los tratamientos se separaron 2 kilos de cacao fermentados para ser secados en bandejas hasta llegar a la humedad requerida y enviar a realizar los análisis físicos-químicos en la Estación Experimental Pichilingue.

10.9.2. Norma INEN 176

Objetivo y campo de aplicación: Esta norma establece los requisitos de calidad para los granos de cacao y los criterios para su clasificación.

Clasificación y requisitos: Los granos de cacao, según sus características de calidad, se clasifican en: Granos de cacao, grado 1, Granos de cacao, grado 2 y Granos de cacao, grado 3. Los granos de cacao no deben presentar olor o sabor a humo, mostrar signos de contaminación por humo, no deben estar infestados, el tamizado no debe exceder el 1.0% (INEN, 2021). Los granos de cacao deben cumplir con los requerimientos de calidad indicados en la siguiente tabla.

Tabla 10. Requisitos de calidad para los granos de cacao

REQUISITOS	GRANOS DE CACAO			MÉTODOS DE ENSAYO
	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	
Humedad, máxima, % a	7	7	7	NTE INEN-ISO 2291
Peso de 100 granos, g	>130	>120 a 130	100 a120	B
Granos fermentados, min. %	75	65	53	NTE INEN-ISO 1114
Granos violetas, máximo, %	15	21	25	NTE INEN-ISO 1114
Granos pizarrosos, máximo, %	9	12	18	NTE INEN-ISO 1114
Granos mohosos, máximo, %	1	2	4	NTE INEN-ISO 1114
TOTALES (análisis sobre 100 granos), mínimo.	100	100	100	-
Granos defectuosos máximo, % c,d	0,5	1,0	1,0	ANEXO C
Material relacionado con los granos de cacao, máximo, %	1,0	1,0	1,0	ANEXO C
Material extraño, máximo, %	0,75	0,75	0,75	ANEXO C

a El símbolo % (por ciento) representa al número 0,01, que expresa a la fracción másica.

b Masa determinada por medio de una balanza u otro instrumento equivalente.

c Granos de cacao defectuosos (3.6) corresponden a los granos dañados por insectos, granos germinados, granos negros, granos planos-vano o granza y granos rotos.

d Los valores para los granos defectuosos no deben corresponder solo a los granos de cacao dañados por insectos.

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2022)

Fuente: (INEN, 2021)

10.10. Variables evaluadas

Las variables evaluadas son las indicadas en la norma INEN 176 en la tabla 10: Requisitos de calidad para los granos de cacao; Porcentaje de humedad máxima, porcentaje mínimo de fermentación, granos violeta y pizarra, índice de semilla y pH de testa y cotiledón.

10.10.1. Porcentaje de humedad máxima y granos fermentados, violeta y pizarra mínima

Después que el cacao cumplió el proceso de fermentación, se procede a colocar en las bandejas de secado, en esta investigación se tomó la cantidad de 2 kilos por repetición y tratamiento, para secarlo de forma natural, luego se procedió a pesar 1 kilo por repetición utilizando una balanza gramera digital, a continuación se colocó en fundas plástica de forma hermética,

ubicando su respectiva nomenclatura donde especificaba a que tratamiento y repetición correspondía, ejercicio que se lo realizó con todos los tratamientos y sus repeticiones más el testigo absoluto, estos pasos fueron los previos antes de enviar a los análisis a la Estación Experimental Pichilingue.

10.10.2. Índice de semilla

Al finalizar la fermentación de los granos de cacao se procede a realizar el secado de los mismo, este se realizó de manera natural en bandejas de secado, separando una cierta cantidad para las muestras a analizar (1 kilo), el cual se empaco y etiqueto según corresponda para identificar a que tratamiento y repetición pertenece. De esta muestra se tomaron 100 granos de cacao de los cuales se obtuvo el peso promedio de cada grano o índice de semilla, el cual se realizó el centro experimental INIAP.

10.10.3. pH de testa y cotiledón

Una vez terminado el proceso de fermentación, se realiza el secado de los granos de cacao en este caso se separó una porción de 2 kilos por repetición y tratamiento, una vez secado se pesó 1 kilo así mismo por repetición y tratamiento utilizando una gramera digital, luego se colocó los granos de cacao en fundas de plástico herméticamente y con el respectivo etiquetado especificando el tratamiento y repetición al que pertenecen. Posteriormente se envían las muestras al centro experimental INIAP para su respectivo análisis de pH en los granos de cacao.

10.10.4. Análisis económico

Costo total (CT)

Para determinar los costos relativos al desarrollo total del ensayo se procedió a registrar cada uno de los desembolsos realizados en el establecimiento y manejo de la fermentación de los granos de cacao.

$$CT=X + PX$$

Donde:

CT= Costo Total

X= Costo Variable

PX= Costo fijo

Ingreso Bruto (IB)

El rubro de ingresos se estimó en base al precio que manejan los compradores de cacao

$$\mathbf{IB = Y * PY}$$

Donde:

IB= Ingreso Bruto

Y= Producto

PY= Precio del producto

Utilidad Neta (UN)

La utilidad neta se obtuvo a partir de la diferencia entre costos totales e ingresos totales por tratamiento.

$$\mathbf{UT = CT - IB}$$

Un= Utilidad Neta

CT= Costos Totales

IB= Ingresos Brutos

Para determinar la rentabilidad fue necesario aplicar la siguiente ecuación:

$$Rentabilidad (\%) = \frac{Utilidad\ neta}{Costo\ total} \times 100$$

La relación beneficio/costo se obtuvo dividiendo el beneficio neto obtenido por tratamiento sobre los costos efectuados en cada uno de estos, tal y como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\frac{b}{c} = \frac{Utilidad\ neta}{Costos\ total}$$

El ingreso de libras de granos de cacao se calculó descontando el 70% de las libras en baba, obteniendo el 30% que sería el peso final una vez realizado los procedimientos de fermentación y secado.

$$It = Peso\ en\ baba \times 30\%$$

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Porcentaje de humedad

En la tabla 11 se muestra la disminución del contenido de humedad de los granos fermentados, Ortiz, Camacho, & Graziani (2004) en su investigación mencionan que el porcentaje de humedad requerido por los mercados internacionales para la comercialización es de 6-7% al igual que menciona la norma INEN (2021), la humedad máxima de los granos de cacao debe de ser de 7%. En los resultados de esta investigación se puede observar que el T5 (6,23%), T8 (6,4%) y el T9 (6,03%) están en el rango de humedad requerido, mientras que el T3 (4,87%) fue el que menos cumplió con el requisito. Mundaca (2016) en su investigación, menciona que valores de humedad menores al 7% propician que la testa sea muy quebradiza, mientras que mayores a 8% estimulan la presencia de mohos. Por ellos se puede determinar que el T8 (6,4) es el que mejor se adapta a los requerimientos establecidos.

Tabla 11. Porcentaje de humedad en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao (*Theobroma cacao*) CCN 51 con la norma INEN 176 en la parroquia Guasaganda, La Maná.

Tratamientos	Humedad (%)
T0	5,80 ab
T1	5,97 ab
T2	5,80 ab
T3	4,87 b
T4	5,73 ab
T5	6,23 ab
T6	5,93 ab
T7	5,70 ab
T8	6,40 a
T9	6,03 ab
Promedio	5,84
CV	8,19

C/V: Coeficiente de variación

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

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

Según la tabla 12 del efecto simple el mejor porcentaje de humedad se obtuvo en el M2: fermentación tipo escalera con 6,14% y en tiempos de remoción el que está en el rango recomendado (6-7%) fue con remociones cada 36 horas con 6,04%. Con esto se puede determinar que el T8 es el que mejor porcentaje de humedad presenta en comparación a los demás tratamientos.

Tabla 12. Efecto simple del porcentaje de humedad en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao (*Theobroma cacao*) CCN 51 con la norma INEN 176 en la parroquia Guasaganda, La Maná.

Factores	Humedad (%)
Factor A: Tipos de fermentador	
Testigo	5,80 a
M1: Fermentador tipo escalera	5,80 a
M2: Fermentador tipo trapezoidal	6,14 a
M3: Fermentador en sacos	5,61 a
Factor B: Tiempos de remoción	
0 horas	5,80 a
12 horas	5,54 a
24 horas	5,97 a
36 horas	6,04 a
CV %	9,58%

C/V: Coeficiente de variación

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

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

11.2. Índice de semilla

Al comparar el parámetro de índice de semilla de los nueve tratamientos se estableció que, si hay diferencias significativas, mostrando un promedio de 1,62 g. Según la Norma INEN 176 (INEN, 2021) los granos de cacao deben tener un peso $> 1,30$ g para ser de grado 1. En los resultados reflejados en la siguiente tabla se puede observar que todos los tratamientos cumplen con este requisito con un índice que va desde 1,47 a 1,71 g, esto se debe a que como mencionaron Campoverde & Zambrano (2019) la variedad de cacao CCN 51 tiene un rendimiento más alto a diferencia del cacao de tipo criollo y contiene un índice de 1,54 g. En su investigación Peñaherrera (2021) menciona que en la variable índice de grano se obtuvieron resultados en un rango de 1,21 y 1,36 g. Al respecto Martínez et al. (2009) clasificaron los granos de cacao como alto a los que poseen un índice $> 1,8$ g, medio 1,4 – 1,7 g y bajo 1,3 g. Sin embargo, basados en la norma INEN 176 todos los tratamientos se mantienen en granos de cacao de grado 1. Lo mismo se puede evidenciar en la tabla 14, donde se encuentran los promedios según el método de fermentación y el tiempo de remoción.

Tabla 13. Promedio del índice de semilla en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao (*Theobroma cacao*) CCN 51 con la norma INEN 176 en la parroquia Guasaganda, La Maná.

Tratamientos	Índice Semilla (g)
T0	1,63 abc
T1	1,71 a
T2	1,69 a
T3	1,64 abc
T4	1,47 d
T5	1,67 abc
T6	1,67 ab
T7	1,56 cd
T8	1,57 bcd
T9	1,62 abc
Promedio	1,62
CV	2,34

C/V: Coeficiente de variación

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

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

En relación a la tabla 14 sobre el índice de semilla, se puede apreciar que tanto el factor A como el factor B cumplen con el parámetro establecido en la norma INEN 176 sobre el peso de 100 granos (>130g), con porcentajes mayores a 1,58g estos resultados obtenidos en granos de cacao CCN 51.

Tabla 14. Efecto simple del promedio de índice de semilla en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao (*Theobroma cacao*) CCN 51 con la norma INEN 176 en la parroquia Guasaganda, La Maná.

Factores de estudio	Índice de semilla (g)
Factor A: Tipos de fermentador	
Testigo	1,63 a
M1: Fermentador tipo escalera	1,58 a
M2: Fermentador tipo trapezoidal	1,64 a
M3: Fermentador en sacos	1,64 a
Factor B: Tiempos de remoción	
0 horas	1,63 a
12 horas	1,68 a
24 horas	1,61 a
36 horas	1,58 a
CV %	4,66

C/V: Coeficiente de variación

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

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

11.3. Porcentaje de fermentación

De los nueve tratamientos presentados en la tabla 15 en cuanto a los porcentajes de fermentación, violeta y pizarra de los granos de cacao, siete cumplen con el parámetro mínimo de fermentación (grado 3 – 53%) establecido en la Norma INEN 176 (INEN, 2021), los

resultados más satisfactorios que superan el porcentaje mínimo para ser granos de cacao de grado 1 (75% - 15% - 9%) son en el método de fermentación tipo escalera en los tratamientos T4 Y T7 (85%) presentando el porcentaje más alto en fermentación y con el máximo (15%) en granos violeta, sin mostrar presencia de granos pizarra. El T5 (81%) y T8 (83%) correspondientes al método de fermentación tipo trapezoidal Y el T9 (78,33%) que corresponde al método en sacos, también cumplen con el requisito para ser de grado 1 en fermentación y de grado 3 en granos violeta. Peñaherrera (2021) en su investigación sobre el Estudio de métodos de fermentación y secado del cacao, obtuvo resultados a la fermentación en sacos con un 70%, sin embargo, también menciona que para un cacao ser de buena calidad, el porcentaje de granos fermentados en la muestra debe de ser mayor del 80%.

Tabla 15. Porcentaje de los granos fermentados, violetas y pizarra en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao (*Theobroma cacao*) CCN 51 con la norma INEN 176 en la parroquia Guasaganda, La Maná.

Tratamientos	Fermentación (%)	Violeta (%)	Pizarra (%)
T0	19,00 e	13,00 e	68,00 a
T1	61,00 cd	39,00 bc	0,00 b
T2	62,67 bcd	37,33 bcd	0,00 b
T3	59,33 d	40,67 b	0,00 b
T4	85,00 a	15,00 e	0,00 b
T5	81,00 ab	19,00 de	0,00 b
T6	26,00 e	74,00 a	0,00 b
T7	85,00 a	15,00 e	0,00 b
T8	83,33 a	16,67 e	0,00 b
T9	78,33 abc	21,33 cde	0,33 b
Promedio	64,06	29,1	6,83
CV	9,87	21,65	2,67

C/V: Coeficiente de variación

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

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

Según los datos reflejados en la tabla 14 en el factor A, el mejor resultado se obtuvo en el M1 que corresponde al método de fermentación tipo escalera con un promedio de 77%. En cuanto al factor B el mejor resultado fue con remociones cada 36 horas con un 82,22%. Obteniendo que aunque en la tabla 16 el T4 y T7 obtuvieron la mejor fermentación, basándose en el efecto simple de los factores el mejor tratamiento en fermentación sería el T7, Método de fermentación tipo escalera con remociones cada 36 horas.

Tabla 16. Efecto simple del porcentaje de los granos fermentados, violetas y pizarra en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao (*Theobroma cacao*) CCN 51 con la norma INEN 176 en la parroquia Guasaganda, La Maná.

Factores de estudio	Fermentación %	Violeta (%)	Pizarra (%)
Factor A: Tipos de fermentador			
Testigo	19,00 b	13,00 b	68,00 a
M1: Fermentador tipo escalera	77,00 a	23,00 ab	0,00 b
M2: Fermentador tipo trapezoidal	75,67 a	24,33 ab	0,00 b
M3: Fermentador en sacos	54,56 a	45,33 a	0,11 b
Factor B: Tiempos de remoción			
0 horas	19,00 b	13,00 a	68,00 a
12 horas	61,00 a	39,00 a	0,00 b
24 horas	64,00 a	36,00 a	0,00 b
36 horas	82,22 a	17,67 a	0,11 b
CV %	25,47	54,24	2,71

C/V: Coeficiente de variación

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

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

11.4. pH de Testa y cotiledón

En los resultados presentados en la tabla 17 se tuvieron granos de cacao con valores de pH en cotiledón que van desde 4,93 a 6,28. Según Homem, Reís, Valle, Sodré, & Moreira (2017) el pH óptimo para un cacao de calidad debe oscilar entre 5,0 y 5,4. Ya que pH menores de 5,0 indican la presencia de ácidos volátiles indeseables para el aroma y sabor del cacao. Lo que concuerda con lo mencionado en la investigación realizada por Quevedo, Romero, & Tuz (2018) sobre la Calidad físico química y sensorial de granos y licor de cacao (*Theobroma Cacaol.*) Usando cinco métodos de fermentación, donde menciona que un pH menor puede provocar aromas indeseables, también dice que los valores mayores de pH son indicativos de una sobre fermentación. Los mejores resultados se obtuvieron en el T5 (5,3), T6 (5) y T7 (5,03) los cuales cumplen con los datos anteriormente mencionados.

Tabla 17. Promedio de pH en testa y cotiledón en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao (*Theobroma cacao*) CCN 51 con la norma INEN 176 en la parroquia Guasaganda, La Maná.

Tratamientos	pH Testa	pH Cotiledón
T0	5,90 ab	6,60 a
T1	5,46 bc	5,88 bc
T2	5,44 bc	6,32 ab
T3	4,93 c	5,79 bc
T4	6,28 a	5,58 cd
T5	6,01 ab	5,30 cde
T6	5,66 abc	5,00 de
T7	5,83 ab	5,03 de
T8	5,90 ab	4,83 e
T9	5,37 bc	4,77 e
Promedio	5,67	5,51
CV	4,76	3,62

CV: Coeficiente de variación

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

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

A diferencia de los resultados de la interacción de los factores mostrados en la tabla 18, en cuanto al factor A el método de fermentación en sacos está en el nivel de pH establecido tanto en testa con 5,32 y cotiledón con 5,19, y en cuanto al factor B, tiempos de remoción el mejor resultado se obtuvo con remociones cada 24 horas con 5,29 en pH de cotiledón. y cada 12 horas en pH de testa con 5,27. Esto en base a lo establecido por diferentes autores en sus investigaciones donde indica que su pH óptimo es de 5 a 5,4.

Tabla 18. Efecto simple del promedio de pH en testa y cotiledón en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao (*Theobroma cacao*) CCN 51 con la norma INEN 176 en la parroquia Guasaganda, La Maná.

Factores de estudio	pH de testa	pH de cotiledón
Factor A: Tipos de fermentador		
Testigo	5,90 b	6,60 a
M1: Fermentador tipo escalera	5,86 a	5,50 b
M2: Fermentador tipo trapezoidal	5,78 a	5,49 b
M3: Fermentador en sacos	5,32 a	5,19 b
Factor B: Tiempos de remoción		
0 horas	5,90 b	6,60 a
12 horas	5,27 a	6,00 b
24 horas	5,98 a	5,29 c
36 horas	5,70 a	4,88 c
CV %	6,02	4,96

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

11.5. Análisis económico

En relación a los costos empleados en el ensayo se pudo determinar que el tratamiento que tuvo una mayor inversión fue el T3 con \$445,00, seguido por T6 con 435,00\$, T9 con 429,00\$, T1 con 427,00\$, T4 con 417,50\$, T7 con 411,50\$, T2 con 405,75\$ y T5 con 402,00\$, mientras que el tratamiento con menor inversión fue el T8 con 398,50\$ y a su vez fue en el que se obtuvo una mayor utilidad con 74,00\$ y una rentabilidad del 18,57%, seguido por el T5 con 70,50\$ de utilidad neta y 17,54% de rentabilidad. En cuanto al testigo absoluto en el cual se obtiene una menor inversión con 149,50\$ debido a que la materia utilizada en esta es 1/3 de la utilizada en los fermentadores, se obtuvo una pérdida en vez de ganancia de -7,00\$. Se debe tener en cuenta que el ciclo de cosecha de cacao es de 8 meses al año (2/mes), así que estos datos son los resultados de utilidad 1 de 16 fermentaciones/año.

Tabla 19. Análisis económico del mejor tratamiento en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao (*Theobroma cacao*) CCN 51 con la norma INEN 176 en la parroquia Guasaganda, La Maná.

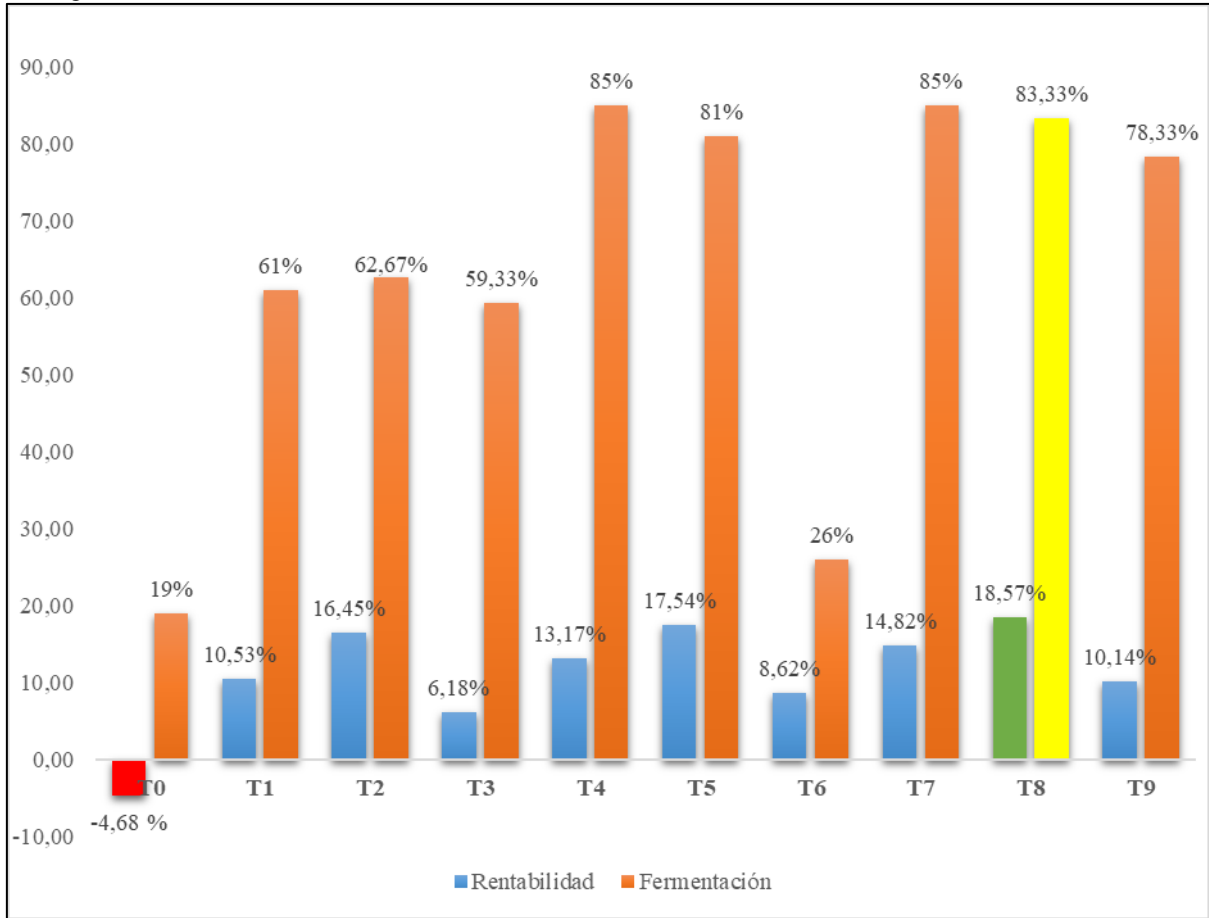
Concepto	T0	T1 (12 h)	T2 (12 h)	T3 (12 h)	T4 (24 h)	T5 (24 h)	T6 (24 h)	T7 (36 h)	T8 (36 h)	T9 (36 h)
Costo Total (\$)	149,50	427,00	405,75	445,00	417,50	402,00	435,00	411,50	398,50	429,00
Ingreso bruto (\$)	142,50	472,50	472,50	472,50	472,50	472,50	472,50	472,50	472,50	472,50
Utilidad neta (\$)	-7,00	45,00	66,75	27,50	55,00	70,50	37,50	61,00	74,00	43,50
Rentabilidad (%)	-4,68	10,53	16,45	6,18	13,17	17,54	8,62	14,82	18,57	10,14

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

11.5.1. Relación del porcentaje de rentabilidad y fermentación

Para determinar que tratamiento sería el más rentable y otorgue una buena calidad del producto, se relacionó el porcentaje de rentabilidad y fermentación de cada tratamiento, según los datos reflejados en el gráfico 1, el mejor resultado en cuanto a porcentaje de fermentación fue el T4 y T7 que corresponden al fermentador tipo escalera con remociones a las 24 y 36 horas que obtuvieron un promedio de 85% de fermentación, seguido del T8 con 83,33%. En cuanto a rentabilidad si se observa el gráfico se puede ver que el T8; el fermentador tipo trapezoidal con remociones cada 36 horas obtuvo el mayor porcentaje con 18,75% siendo el más rentable de todos los tratamientos. En cuanto al mejor tratamiento en fermentación que ya se menciona antes T7 – 36 horas obtuvo una rentabilidad de 14,82%. Ahora bien, cualquiera de estas dos opciones se puede usar ya que los dos tipos de fermentador cumplen con el requisito establecido del porcentaje mínimo de fermentación referenciado en la NORMA INEN 176.

Gráfico 1. Comparación del porcentaje de rentabilidad y fermentación de los tratamientos en la evaluación de tres métodos de fermentación en el cacao (*Theobroma cacao*) CCN 51 con la norma INEN 176 en la parroquia Guasaganda, La Maná.



Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

12. IMPACTOS

12.1. Ambiental

En el proceso de beneficiado de cacao CCN-51 podemos encontrar una serie de impactos sobre el medio ambiente. Uno de esos es el impacto sobre el suelo ya que el lixiviado de cacao (mucílago) afectara a la composición del suelo al entrar en contacto directo, para esto se debe realizar pozos de oxidación y evitar que los lixiviados entren en contacto. Impacto sobre el aire esto ocurre al momento del beneficiado de cacao, porque presenta olores característicos que persisten durante un tiempo, sin embargo, se disipan después de un tiempo sin causar afecciones. En cuanto al impacto sobre el agua y la vegetación no se presenta indicios de contaminación ya que el área destinada está alejada de las fuentes de agua y es pequeña.

12.2. Económico

Con esta investigación no solo se mejoró la calidad del cacao sino también la economía de los productores, al poder realizar el beneficiado de acuerdo a las normas INEN establecidas en nuestro país se puede colocar el producto en mercados diferenciados y obtener mejores precios, los mismos que también son trasladados a los productores en finca.

12.3. Social

Al tener mercados diferenciados para la venta del cacao beneficiado, se puede tener un precio estable durante todo el año, esto será de mucho beneficio ya que los productores podrán planificar sus finanzas de acuerdo al precio establecido, tornándoles más eficaces y eficientes en sus cultivos de cacao.

12.4. Técnico

Durante la investigación fue necesario contar con equipos con tecnología actualizada, esto para determinar de forma correcta todas las actividades que se efectuaron durante el proyecto, estas tecnologías (pH-metro, medidor de humedad de granos, termómetros digitales) nos proporcionan datos confiables para ir evaluando cada proceso; si no se contara con estos equipos los datos se tornarían bastante empíricos y de poca confiabilidad, el impacto tecnológico fue positivo durante el desarrollo de nuestra investigación.

13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

En la siguiente tabla se muestran el presupuesto empleado para la realización de la presente investigación.

Tabla 20. Presupuesto de la investigación

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cajón Trapezoidal	3	534,25	1602,75
Costales de polipropileno	80	0,30	24,00
Pala de madera	1	23,00	23,00
Carretilla plástica	1	75,00	75,00
Sacos de yute	9	3,00	27,00
Plástico negro de polietileno 200 micras	9	2,50	22,50
Piola plástica 3H	1	3,00	3,00
Navaja de injerto o bisturí	2	34,00	68,00
Tachos de plástico	2	2,50	5,00
Libreta de campo	2	1,00	2,00
Lapiceros, lápiz y borrador	6	0,50	3,00
Análisis físico/químico	28	48,18	1349,04
Materia prima (500 libras)	3	130,00	390,00
Mano de obra	9	14,50	130,50
Total			3724,79

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

Nota: El método de fermentación tipo Trapezoidal al ser un nuevo método se incluyó en el presupuesto el costo de su fabricación, en los anexos se puede visualizar la tabla de gastos de realización en caso de querer implementar este método de fermentación desde cero.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- Durante la investigación de fermentación en las instalaciones del centro de acopio de la ASOPROCANAN, se identificaron dos modalidades de fermentación (Tipo escalera y trapezoidal) que cumplen con los parámetros de calidad de grano fermentado con un tiempo de remoción cada 36 horas. Sin embargo, con los resultados obtenidos se determinó que el mejor método de fermentación es el tipo escalera que obtuvo 85% de fermentación que va acorde con el porcentaje establecido por la norma INEN 176.
- En cuanto a los tiempos de remoción según los datos de los análisis físicos/ químicos los mejores resultados se obtuvieron a las 36 horas, donde se reflejó un mejor porcentaje de granos fermentados en comparación a las remociones de 24 y 12 horas.
- Finalmente, el tratamiento más rentable fue el T8 con 18,57% y una utilidad de 74\$ que corresponde al M2: Método de fermentación tipo trapezoidal, con una remoción de 36 horas, en vista que aquí se utilizó menor mano de obra, al contar con un equipo de fácil manejo para las remociones

14.2. Recomendaciones

- Si se busca mayor utilidad y calidad se recomienda utilizar el T8 (Fermentación tipo trapezoidal), con remociones cada 36 horas.
- Se recomienda la implementación del método de fermentación tipo trapezoidal, que no ha sido implementado aun en el sector, ya que en este ensayo se obtuvieron buenos resultados y se podría mejorar con nuevas investigaciones.
- Si desea implementar los fermentadores tipo escalera o trapezoidal se recomienda utilizar madera blanca resistente al agua como laurel, melina, guayacán, entre otros, ya que estos no emanan aromas característicos y así se evita la contaminación de los granos de cacao con olores no deseados. Sin embargo, se sugiere realizar nuevas investigaciones para probar el efecto de estas maderas en las características del grano fermentado.
- La materia prima a fermentar debe ser manipulada en envase o recipientes libres de contaminantes (agroquímicos, combustibles, lubricantes, pintura, etc.) ya que afectara a los precursores del aroma y sabor del cacao.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (2019). El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. *Revista internacional de administración*, 60 - 63.
- AgroBiz. (2020). Implementación de un Sistema Participativo de Garantías (SPG) basado en la ISO 34101 de Cacao. Obtenido de https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00XDCP.pdf
- Agrocalidad. (2022). Boletín informativo; Informe técnico de exportación de cacao. Obtenido de <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/Informe-cacao.pdf>
- Aguilar, H. (2016). Manual para la Evaluación de la Calidad del Grano de Cacao. Obtenido de Evaluación de los compuestos fenólicos del cacao (*Theobroma cacao L.*) de tipo fino y ordinario de producción Nacional durante la fermentación en relación con la calidad.
- Arpide, J. L. (2017). Los Tipos de Cacao. Obtenido de <https://www.afuegolento.com/articulo/los-tipos-cacao/17/>
- Bastidas, M. (2022). Módulo de Cacao Trapezoidal Rotatorio. Obtenido de <https://nscoral.pe/cajon-fermentador-de-cacao/>
- Borja, K., Vite, H., Garzón, V., & Carvajal, H. (2021). Análisis de las exportaciones del cacao ecuatoriano en grano en el periodo 2008 al 2018. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 145-155. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/422-1530-1-PB.pdf>
- Cacaomovil. (2020). ¿Cuál es el principal uso que se le da al cacao? Obtenido de Cacaomovil: <https://www.cacaomovil.com/site/guide/cosecha-fermentacion-y-secado-del-cacao/40/cual-es-el-principal-uso-que-se-le-da-al-cacao>
- CacaoMovil. (2021). Métodos de fermentación. Obtenido de <https://cacaomovil.com/site/guide/cosecha-fermentacion-y-secado-del-cacao/41/metodos-de-fermentacion>
- Cadby, J. (2019). ¿Qué Sucede Durante la Fermentación Del Cacao? Obtenido de <https://perfectdailygrind.com/es/2019/06/28/que-sucede-durante-la-fermentacion-del-cacao/>
- Campoverde, N., & Zambrano, G. (2019). Optimización de la fermentación y secado de cacao (*Theobroma cacao L.*) variedad CCN-51 medianre la metodología de enfoque por procesos en la comunidad de Zhucay. Milagro. Obtenido de

- <https://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/4448/1/optimizaci%20de%20la%20fermentaci%20y%20secado%20de%20cacao%20%28theobroma%20cacao%20l.%29%20variedad%20ccn-51%20mediante%20l.pdf>
- CAOBISCO. (2015). Chocolate and Cocoa Industry Quality Requirements. En M. End, & R. E. Dand. Obtenido de https://cocoaquality.eu/data/Cacao%20en%20Grano%20Requisitos%20de%20Calidad%20de%20la%20Industria%20Apr%202016_es.pdf
 - Córdova, K. S., Campoverde, J. M., Unda, S., Montealegre, V. J., & Romero, H. (2021). Análisis económico de la exportación del cacao en el Ecuador durante el periodo 2014 – 2019. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7926903>
 - Corrales, J. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Obtenido de <https://docplayer.es/77014609-Gobierno-autonomo-descentralizado-parroquial-gusaganda.html>
 - Díaz, L., Pinoargote, M., & Castillo, P. (2011). Análisis de las Características Organolépticas del Chocolate a partir de Cacao CCN51 Tratado Enzimáticamente y Tostado a Diferentes Temperaturas. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24540/1/An%20de%20las%20caracter%20adsticas%20organol%20a9pticas%20del%20chocolate%20a%20partir%20del%20cacao.pdf>
 - Erazo, C. (abril de 2019). Diseño de un fermentador y secador solar piloto, para dos variedades de cacao (*Theobroma cacao L.*), en el cantón El Empalme provincia de Guayas. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3361/1/FERMENTACION%20DE%20CACAO.pdf>
 - Fornero, L., & Parra, M. J. (2019). ¿Qué Sucede Durante la Fermentación Del Cacao? Obtenido de <https://perfectdailygrind.com/es/2019/06/28/que-sucede-durante-la-fermentacion-del-cacao/>
 - Garcia, E. (2019). Estudio de la fermentación espontánea de cacao (*Theobroma cacao L.*) y evaluación de la calidad de los granos en una unidad productiva a pequeña escala. Agricultural Biotechnology. Obtenido de <https://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/1635>

- Granda, J. (2012). Evaluación de cinco métodos de fermentación y dos métodos de secado para mejorar la calidad y rentabilidad del cacao nacional (*Theobroma cacao*) en las parroquias el eno, Jambeli y General Farfán cantón Lago Agrio. Santo Domingo. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/19915/1/6382_1.pdf
- Güilcapi, M. (2020). Orígenes del cacao ecuatoriano. Obtenido de ProAmazonia: <https://www.proamazonia.org/origenes-del-cacao-ecuatoriano/>
- Hernández, A., & Gallopp, R. (2018). Explicación paso a paso: la cosecha y el procesamiento del cacao. Obtenido de <https://perfectdailygrind.com/es/2018/03/06/explicacion-paso-paso-la-cosecha-y-el-procesamiento-del-cacao/>
- Herrera, D. (2018). Postcosecha del cacao. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13912/HerreraCuencaDiegoAlejandro2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Homem, G., Reís, Q., Valle, R., Sodré, G., & Moreira, S. (2017). Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (*Theobroma cacao L.*) PH-16 en la región cacaotera de Bahia, Brasil. Ecosistemas y recur. agropecuarios vol.4 no.12 Villahermosa. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282017000300579
- INAMHI. (2021). Red de estaciones automáticas hidrometeorológicas. Obtenido de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.: <http://www.inamhi.gob.ec/>
- INEN. (2021). Granos de cacao. Requisitos. Obtenido de Corpalmesa: https://corpalmesa.com/wp-content/uploads/2021/07/CORPALMESAnte_inen_.pdf
- InfoAgro. (2017). Actividades de poscosecha. Obtenido de http://www.fhia.org.hn/descargas/proyecto_procacao/infocacao/InfoCacao_No14_Sep_t_2017.pdf
- INIAP. (2009). Manual de cultivo de cacao para la amazonía ecuatoriana. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4786/7/iniapeecam76.pdf>
- ISO 9001:2015. (2016). Desarrollo del concepto calidad. Obtenido de <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2016/09/desarrollo-concepto-calidad/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20la%20norma%2C%20la%20calidad,inherentes%20cumple%20con%20los%20requisitos.>

- Juran, J. (2008). Joseph M. Juran, el gran 'gurú' de la calidad en la gestión empresarial. Obtenido de https://elpais.com/diario/2008/03/06/necrologicas/1204758002_850215.html
- Levice. (2019). Cacao criollo, trinitario y forastero ¿conoces la diferencia? Obtenido de <https://levicechocolat.com/article/cacao-criollo-trinitario-y-forastero-conoces-la-diferencia>
- Martínez, N., Rincón, D., Palencia, G., & Aranzazu, F. (2009). Materiales de cacao en Colombia, su compatibilidad sexual y modelos de siembra :unión temporal cacao de Colombia uno. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/2353>
- Mejía, J. C. (2011). Fermentación de cacao. Obtenido de https://www.academia.edu/39401175/Fermentaci%C3%B3n_de_cacao
- Mejía, T. (2020). Investigación descriptiva: características, técnicas, ejemplos. Obtenido de lifeder: <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>
- Mendoza, E., Boza, J., & Manjarrez, N. (2021). Impacto socioeconómico de la producción y comercialización del cacao de los pequeños productores del cantón Quevedo. Revista científica Ecociencia, 255-272. Obtenido de <https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/download/603/399/1701>
- Mundaca, G. (2016). Análisis de la calidad del grano de cacao mediante imágenes hiperespectrales usando técnicas de visión artificial (Tesis de Máster en Ingeniería Mecánico-Eléctrica con mención en Automática y Optimización). Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2756/MAS_IME_AUT_013.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Nogales, J. (2017). Beneficios del cacao, métodos de fermentación. Obtenido de <https://poscosechacacao.blogspot.com/2017/08/metodos-de-fermentacion.html#:~:text=La%20fermentaci%C3%B3n%20del%20cacao%20elimina,sabor%20y%20aroma%20del%20chocolate.>
- Nogales, J. R. (2017). Cosecha, recolección y desgrane. Inicio en la ruta hacia un cacao de excelente calidad. Obtenido de Poscosechacacao: <https://poscosechacacao.blogspot.com/2017/08/cosecha-y-desgrane-del-cacao.html>
- Nogales, J. R. (2021). Apuntando a una fermentación superior del grano de cacao. Obtenido de poscosecha cacao: <https://poscosechacacao.blogspot.com/2021/02/el-beneficio-del-cacao-es-un-proceso.html>

- Ortiz, L., Camacho, G., & Graziani, L. (2004). Efecto del secado al sol sobre la calidad del grano fermentado de cacao. *Agronomía Tropical*. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000100003
- Ortiz, L., Graziani, L., & Rovedas, G. (2009). Influencia de varios factores sobre características del grano de cacao fermentado y secado al sol. *Agronomía Tropical*. Obtenido de Scielo: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2009000200001#:~:text=En%20el%20beneficio%20del%20cacao,se%20reduce%20el%20exceso%20de
- Ótorala, Á. (2018). “Efecto de la enzima pectolítica y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en la fermentación y calidad del cacao var. criollo (*Theobroma cacao*)”. Obtenido de Repositorio: <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/unfv/2412/otarola%20gamarra%20antonio.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Penagos, L. (2020). Importancia de la fermentación en cacao para un chocolate de calidad. (O. D. Hincapie, Entrevistador) Obtenido de Mundo Cacao: <https://www.youtube.com/watch?v=9CV9GpG6nUI>
- Peñaherrera, N. (2021). Estudio de métodos de fermentación y secado del cacao. Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/24717/1/uce-fcq-cqa-pe%20c3%91aherrera%20nancy.pdf>
- Peralta, F. (2019). Investigación experimental. Obtenido de <https://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/wp-content/uploads/2019/01/Investigaci%C3%B3n-experimental.pdf>
- Pérez, M. (2021). Definición de Calidad. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/calidad/>
- Perez, R. (2009). Poscosecha – El cultivo del cacao. Obtenido de <https://camaren.org/poscosecha-el-cultivo-del-cacao-2/>
- Portilla, A. (2020). Análisis causa-raíz de los problemas que afectan a la cadena productiva de Cacao-Chocolate. Obtenido de <https://gestionparticipativa.pe.iica.int/getattachment/e727a6a4-f9d1-4de0-99f2-d0d968cacc9d/Analisis-Causa-Raiz-de-la-Cadena-Productiva-de-Cac.aspx#:~:text=La%20fermentaci%C3%B3n%20incorrecta%20puede%20dar,la%20humedad%20del%20medio%20ambiente.>

- PROCOMER. (2012). Manual técnico de poscosecha de cacao fino y de aroma. Obtenido de <https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Manual-poscosecha-de-cacao-fino-y-de-aroma.pdf>
- Quevedo, J., Romero, J., & Tuz, I. (2018). Calidad físico química y sensorial de granos y licor de cacao (*Theobroma Cacaol.*) Usando cinco métodos de fermentación. Obtenido de <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes/article/view/172>
- Quintana, L. F., & Gómez, S. (2011). Perfil del Sabor del Clon CCN51 del Cacao (*Theobroma cacao L.*) Producido en Tres Fincas del Municipio de San Vicente de Chucurí. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/317150383_Perfil_del_Sabor_del_Clon_CCN51_del_Cacao_Theobroma_cacao_L_Producido_en_Tres_Fincas_del_Municipio_de_San_Vicente_de_Chucuri
- Rios, J., & Lévano, D. (2022). Importancia de los dispositivos usados en la fermentación de Cacao (*Theobroma cacao L.*). Revista Agrotecnológica Amazónica. Obtenido de http://portal.amelica.org/ameli/journal/605/6053162013/html/#redalyc_6053162013_ref47
- Rivera, R., Mecías, F., Guzmán, Á., Peña, M., Medina, H., Casaniva, L., . . . Nivelá, P. (2013). Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao L.*) tipo nacional. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/306548315_EFECTO_DEL_TIPO_Y_TIEMPO_DE_FERMENTACION_EN_LA_CALIDAD_FISICA_Y_QUIMICA_DEL_CACAO_Theobroma_cacao_L_TIPO_NACIONAL
- Sánchez, V. A. (2007). Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao L.*), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. Quevedo - Los Rios. Obtenido de <http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Caracterizaci0n.pdf>
- Teneda, W. (2016). Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao (*Theobroma cacao L*) Variedad Nacional y Variedad CCN51. Obtenido de <https://1library.co/article/factores-influyen-fermentaci%C3%B3n-fermentaci%C3%B3n-cacao.yr3e728y>
- USAID. (2019). Manejo de cosecha y post - cosecha de cacao. Obtenido de https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00MX39.pdf

- World, L. (2013). Aprendiendo e innovando sobre la cosecha, fermentación y secado del cacao. Obtenido de http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/02/19_Guia_8_Beneficiado.pdf
- Zita, A. (2021). ¿Qué es la investigación científica? Obtenido de <https://www.significados.com/investigacion-cientifica/>

16. ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesión de derechos del autor

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte: Murillo Pilay Génesis Karelys con C.C. 1208162998; y Soria Paula Galo Tarquino, con C.C.0501887541, de estado civil soltera y casado, con domicilio en el cantón Valencia y en la parroquia Guasaganda del cantón La Maná, a quien en lo sucesivo se denominará **LOS CEDENTES**; y, de otra parte, el PhD. Cristian Tinajero Jiménez en calidad de Rectora y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LAS CEDENTES son personas naturales, estudiantes de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: **“MÉTODOS DE FERMENTACIÓN EN EL CACAO (*Theobroma cacao*) CCN 51 CON LA NORMA INEN 176 EN LA PARROQUIA GUASAGANDA, LA MANÁ”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. marzo 2019 – febrero 2023.

Aprobación HCA. -

Tutora. - Ing. Marjorie Gissela Casco Toapanta, M.Sc.

Tema: **“MÉTODOS DE FERMENTACIÓN EN EL CACAO (*Theobroma cacao*) CCN 51 CON LA NORMA INEN 176 EN LA PARROQUIA GUASAGANDA, LA MANÁ”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LOS CEDENTES** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LOS CEDENTES**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LOS CEDENTES** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LOS CEDENTES** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LAS CEDENTES** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 27 días del mes de febrero del 2023.



Murillo Pilay Génesis Karelys
LA CEDENTE








Soria Paula Galo Tarquino
EL CEDENTE

PhD. Tinajero Jiménez Cristian
EL CESIONARIO

Anexo 2. Aval de anti plagió Urkund

Document Information	
Analyzed document	MURILLO GENESIS Y SORIA GALO.pdf (D158652935)
Submitted	2023-02-15 01:45:00
Submitted by	
Submitter email	kleber.espinosa@utc.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	kleber.espinosa.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report	
SA	Manual cacao Urkund.docx Document Manual cacao Urkund.docx (D144976194)  1
SA	Tesis Jimenez Final.docx Document Tesis Jimenez Final.docx (D25808704)  2
W	URL: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LINO%20MERCH%C3%81N%20WILSON%20OSWALDO.pdf Fetched: 2023-01-08 00:25:30  4
W	URL: https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3361/6/FERMENTACION%20DE%20CACAO.pdf Fetched: 2022-08-12 03:21:52  7
SA	VITERI SANCHEZ SAMUEL.docx Document VITERI SANCHEZ SAMUEL.docx (D111751562)  2

<https://secure.orkund.com/view/151469160-237339-580323#/details/sources> 1/33

Anexo 3. Aval de traducción

AVAL DE TRADUCCIÓN

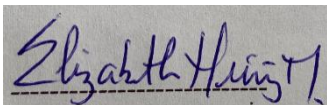
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná; en forma legal CERTIFICO que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: “MÉTODOS DE FERMENTACIÓN EN EL CACAO (*Theobroma cacao*) CCN 51 CON LA NORMA INEN 176 EN LA PARROQUIA GUASAGANDA, LA MANÁ” presentado por Murillo Pilay Génesis Karelys y Soria Paula Galo Tarquino, egresados de la Carrera de: Agronomía, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, febrero del 2023

Atentamente,



Mg. Núñez Wendy
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0925025041

Anexo 4. Hoja de vida del docente tutor Ing. Marjorie Casco

Curriculum Vitae

MARJORIE GISELA CASCO TOAPANTA

Datos Personales

Dirección: YUQUI 188 Y SOLIS ESQUINA
Teléfono (s): 032663009 - - - 0983122661
Cédula de identidad: 0502877525
Correo electrónico: marjorie.cascot@gmail.com
marjorie.casco2021@gmail.com
Ciudad / Provincia / País: LATACUNGA / COTOPAXI / ECUADOR



Instrucción Formal

MESTRÍA EN AGROINSTRIA CON MENCIÓN EN CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA CUARTO NIVEL - MAESTRIA

(2 AÑOS) UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS

INGENIERA EN AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA TERCER NIVEL

(4 AÑOS) ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA EL ZAMORANO

BACHILLER EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN QUÍMICO BIOLÓGO

Experiencia:

2021/04/22 ACTUALIDAD

DOCENTE INVESTIGADOR / UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

- Docente tiempo completo

Referencias Personales:

EMERSON ABEL FERNANDEZ

0998501710

emersonfer123@hotmail.com

RONALD OSWALDO VILLAMAR TORRES

0981384696

villamartorresronaldoswaldo@yahoo.es

MARGARITA SUSANA GARCIA GAVILANEZ

0993324228

margarita.susana@gmail.com

CURRICULUM VITAE

INFORMACIÓN PERSONAL

Nombres y Apellidos: Génesis Karelys Murillo Pilay

Cédula de Identidad: 1208162998

Lugar y fecha de nacimiento: Valencia, 11 de noviembre de 1999

Estado Civil: Soltera

Domicilio: Valencia – Los Ríos

Teléfono: 0984466408

Correo electrónico: 310716gkmp@gmail.com



FORMACIÓN ACADÉMICA

Primer Nivel:

Escuela fiscal mixta

Segundo Nivel:

Unidad Educativa Gladys Cedeño de Olivo

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachillerato General Unificado

IDIOMAS

Español (nativo)

Suficiencia en el Idioma Inglés

CURSOS O SEMINARIOS DE CAPACITACIÓN

- **Suficiencia de inglés:** Universidad Técnica de Cotopaxi
- **Seminario: “IV CONGRESO ESTUDIANTIL MULTIDISCIPLINARIO”** Universidad Agraria del Ecuador (Estudiante ponente).
- **Seminario: “VI CONGRESO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA”** Universidad Técnica de Cotopaxi

Anexo 6. Hoja de vida del estudiante investigador Galo Soria

CURRICULUM VITAE

INFORMACIÓN PERSONAL

Nombres y Apellidos: Galo Tarquino Soria Paula

Cédula de Identidad: 0501887541

Lugar y fecha de nacimiento: Sigchos, 26 de noviembre de 1971

Estado Civil: Casado

Domicilio: Guasaganda - Cotopaxi

Teléfono: 0996576981

Correo electrónico: gasuwido@gmail.com



FORMACIÓN ACADÉMICA

Primer Nivel:

Escuela Fiscal Mixta “Dr. Benjamín Terán Coronel”

Segundo Nivel:

Colegio Técnico Juan Abel Echeverría

TÍTULOS OBTENIDOS

Técnico Industrial

IDIOMAS

Español (nativo)

Suficiencia en el Idioma Inglés

CURSOS O SEMINARIOS DE CAPACITACIÓN

- **Suficiencia de inglés:** Universidad Técnica de Cotopaxi
- **Seminario:** “VI CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA” Universidad Técnica de Cotopaxi
- **Seminario:** “VII CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA” Universidad Técnica de Cotopaxi

Anexo 7. Evidencias fotográficas de la realización de la investigación

Figura 4. Fermentador tipo trapezoidal



Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

Figura 5. Mecanismo de encendido



Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

Figura 6. Secadora



Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

Figura 7. Modelo de fermentador tipo escalera



Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

Figura 8. Compra de la materia prima



Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

Figura 9. Mantenimiento de fermentadores



Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

Figura 10. Remoción de granos en fermentador tipo escalera



Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

Figura 11. Remoción de los granos de cacao en sacos



Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

Figura 12. Remoción de los granos de cacao en fermentador tipo trapezoidal



Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

Figura 13. Primer proceso de secado en bandejas



Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)

Figura 14. Secado de las muestras para análisis físico/químico



Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2023)




Anexo 8. Análisis económico

Tabla 21. Análisis económico de los tratamientos evaluados

Rubros	TRATAMIENTOS									
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Costos										
Costales de polipropileno	1,50	1,50	1,50	4,50	1,50	1,50	4,50	1,50	1,50	4,50
Sacas de yute	0,00	9,00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00
Plástico negro de polietileno	0,00	0,00	0,00	22,50	0,00	0,00	22,50	0,00	0,00	22,50
Piola Plástica 3H	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00
Tachos de plástico	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Libreta de campo	1,00	1,00	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lapiceros, lápiz y borrador	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Materia prima	130,00	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00
Mano de obra	15,00	24,00	12,00	24,00	14,00	7,50	14,00	8,00	4,00	8,00
Total costos	149,50	427,50	405,75	445,00	417,50	402,00	435,00	411,50	398,50	429,00
Ingresos libras cosechados	150,00	450,00	450,00	450,00	450,00	450,00	450,00	450,00	450,00	450,00
Precio USD/unidad	0,95	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Total de ingresos	142,50	472,50	472,50	472,50	472,50	472,50	472,50	472,50	472,50	472,50
Utilidad neta	-7,00	45,00	66,75	27,50	55,00	70,50	37,50	61,00	74,00	43,50
Relación B/C	-0,05	0,11	0,16	0,06	0,136	0,18	0,09	0,15	0,19	0,10
Rentabilidad %	-4,68	10,53	16,45	6,18	13,17	17,54	8,62	14,82	18,57	10,14

Elaborado por: Murillo G. & Soria G

Anexo 9. Análisis físico/químico de los tratamientos

	<p>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ Km. 5 Vía Quevedo – El Empalme; Apartado 24 Quevedo – Ecuador; Telf. 593 052 783044.</p>					
Reporte de Calidad: Física – Química de almendras de cacao						
DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS COMPLEMENTARIOS	DATOS LABORATORIO				
Nombre: Galo Tarquino Soria Dirección: La Mana/Cotopaxi Ciudad: La Mana N° Telf: 0996576981 E-mail: gasuwido@gmail.com	Lote: Finca: Protocolo: Tratamiento: Repetición:	Tipo de Análisis: Físico Químico Método: Prueba de Corte y Potenciómetro N° Reporte: 11 N° Proforma: PNCC 5195 N° Factura: 10336				
Fecha de ingreso: 21/11/2022	Fecha de entrega: 01/12/2022					
Interpretación de los resultados: Parámetros Físico-Químicos del cacao						
Identificación	Humedad (%)	Testa (%)	Fermentación (%)		pH Testa	pH Cotiledón
			Total	Violetas		
F.MONTON T01-01	4,3	11,87	46	54	5,12	6,22
F. MONTON T01-02	5,4	11,95	64	36	4,73	5,39
F. MONTON T01-03	4,9	11,23	68	32	4,93	5,76
F. ESCALERA T01-01	6,5	13,09	65	35	5,64	6,03
F.ESCALERA T01-02	6,1	12,15	65	35	5,28	5,64
F.ESCALERA T01-03	5,3	12,50	53	47	5,46	5,97
F.TRAPEZOIDAL T01-01	5,9	11,91	59	41	5,67	6,52
F. TRAPEZOIDAL T01-02	5,5	11,46	65	35	5,44	6,24
F.TRAPEZOIDAL T01-03	6,0	10,67	64	36	5,2	6,21
Referencia: NTE INEN 176; Sexta Revisión. 2021-02	5 – 7	10 – 15	53 – 75	15 – 25		
Referencia: NTE INEN 620; Segunda Revisión. 2017 – 01; (Suspensión Natural al 10 %)					6,0 - 7,0	5,2 - 6,5
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016)						
 Juan Carlos Jiménez Investigador Agropecuario	 Gladys Rodríguez Analista de Laboratorio					



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo – El Empalme; Apartado 24
Quevedo – Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Reporte de Calidad: Física – Química de almendras de cacao

DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS COMPLEMENTARIOS	DATOS LABORATORIO
Nombre: Galo Tarquino Soria Dirección: La Mana/Cotopaxi Ciudad: La Mana N° Telf: 0996576981 E-mail: gasuwido@gmail.com	Lote: Finca: Protocolo: Tratamiento: Repetición:	Tipo de Análisis: Físico Químico Método: Prueba de Corte y Potenciómetro N° Reporte: 14 N° Proforma: PNCC 5250 N° Factura: 10386
Fecha de ingreso: 06/12/2022	Fecha de entrega: 13/12/2022	

Interpretación de los resultados: Parámetros Físico-Químicos del cacao

Identificación	Humedad (%)	Testa (%)	Fermentación (%)		pH Testa	pH Cacao
			Total	Violetas		
F. Montón T02-01	5,5	12,31	34	66	5,47	5,06
F. Montón T02-02	6,6	13,24	23	77	5,82	4,97
F. Montón T02-03	5,7	13,11	21	79	5,68	4,97
F. Escalera T02-01	6,2	11,41	90	10	6,57	5,93
F. Escalera T02-02	6,0	12,83	86	14	6,20	5,50
F. Escalera T02-03	5,0	12,94	79	21	6,08	5,31
F. Trapezoidal T02-01	6,2	12,85	86	14	5,62	5,22
F. Trapezoidal T02-02	6,6	12,68	76	24	5,72	5,24
F. Trapezoidal T02-03	5,9	12,28	81	19	6,70	5,44
Referencia: NTE INEN 176; Sexta Revisión. 2021-02	5 – 7	10 – 15	53 – 75	15 – 25		
Referencia: NTE INEN 620; Segunda Revisión. 2017 – 01; (Suspensión Natural al 10 %)					6,0 - 7,0	5,2 - 6,5
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016)						



firmado digitalmente por
JUAN CARLOS
JIMENEZ
BARRAGAN

Juan Carlos Jiménez
Investigador Agropecuario



firmado digitalmente por
GLADYS ANGELICA
RODRIGUEZ ZAMORA

Gladys Rodríguez
Analista de Laboratorio



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Reporte de Calidad: Física – Química de almendras de cacao

DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS COMPLEMENTARIOS	DATOS LABORATORIO
Nombre: Galo Tarquino Soria Dirección: La Mana/Cotopaxi Ciudad: La Mana N° Telf: 0996576981 E-mail: gasuwido@gmail.com	Lote: Finca: Protocolo: Tratamiento: Repetición:	Tipo de Análisis: Físico Químico Método: Prueba de Corte y Potenciómetro N° Reporte: 2 N° Proforma: PNCC 5343 N° Factura: 10476
Fecha de ingreso: 06/12/2022	Fecha de entrega: 16/12/2022	

Interpretación de los resultados: Parámetros Físico-Químicos del cacao

Identificación	Humedad (%)	Testa (%)	Fermentación (%)			Valor del pH	
			Total	Violetas	Pizarra	Testa	Cacao
F. Montón T03 – 01	6,2	12,32	75	24	1	5,4	4,7
F. Montón T03 – 02	6,1	12,48	84	16	0	5,2	4,8
F. Montón T03 – 03	5,8	13,07	76	24	0	5,5	4,8
F. Escalera T03 – 01	5,8	13,3	80	20	0	6,0	5,0
F. Escalera T03 – 02	5,4	12,62	94	6	0	5,8	5,1
F. Escalera T03 – 03	5,9	13,71	81	19	0	5,7	5,0
F. Trapezoidal T03 – 01	5,5	12,84	80	20	0	6,0	4,6
F. Trapezoidal T03 – 02	7,2	12,5	86	14	0	6,1	4,9
F. Trapezoidal T03 – 03	6,5	11,64	84	16	0	5,6	5,0
Secado Tradicional TE – AB	5,8	8,99	19	13	68	5,9	6,6
Referencia: NTE INEN 176; Sexta Revisión. 2021-02	5 – 7	10 – 15	53 – 75	15 – 25	9 – 18		
Referencia: NTE INEN 620; Segunda Revisión. 2017 – 01; (Suspensión Natural al 10 %)						6,0 - 7,0	5,2 - 6,5
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016)							



Escaneado electrónicamente por:
**JUAN CARLOS
JIMENEZ
BARRAGAN**

Juan Carlos Jiménez
Investigador Agropecuario



Escaneado electrónicamente por:
**GLADYS ANGELICA
RODRIGUEZ ZAMORA**

Gladys Rodríguez
Analista de Laboratorio



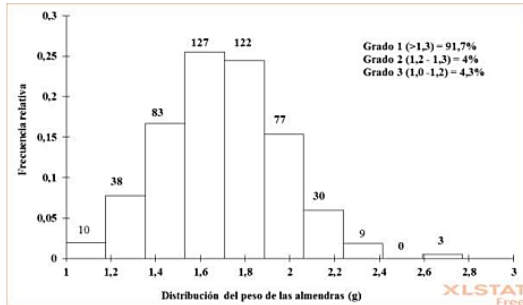
ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Reporte de Calidad Física – Química de almendras de cacao

DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS COMPLEMENTARIOS	DATOS LABORATORIO
Nombre: Galo Tarquino Soria	Lote:	Tipo de Análisis: Físico
Dirección: La Mana/ Cotopaxi	Finca:	Método: Pesaje y Descriptores E
Ciudad: La Mana	Protocolo:	Nº Reporte: 12
Nº Telf: 0996576981	Tratamiento:	Nº Proforma: PNCC 5195
E-mail: gasuwido@gmail.com	Repetición:	Nº Factura: 10336
Fecha de ingreso: 21/11/2022	Fecha de entrega: 01/12/2022	

Interpretación de resultados: F. Montón T01-01

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Dev. típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	1,01	2,67	1,66	0,26	15,85
Referencian Comercial							>1,20	

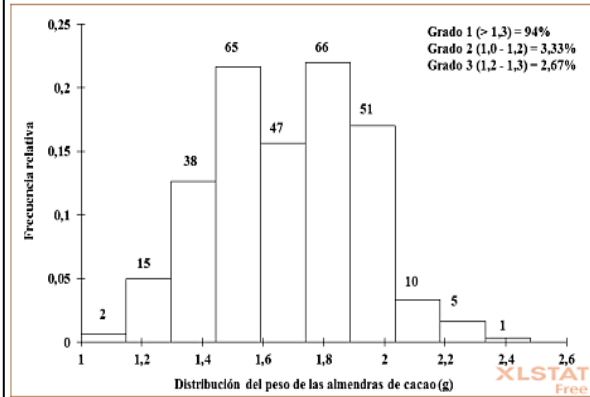
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 – 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Motón T01-02

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Dev. típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	1,11	2,38	1,68	0,25	14,71
Referencian Comercial							>1,20	

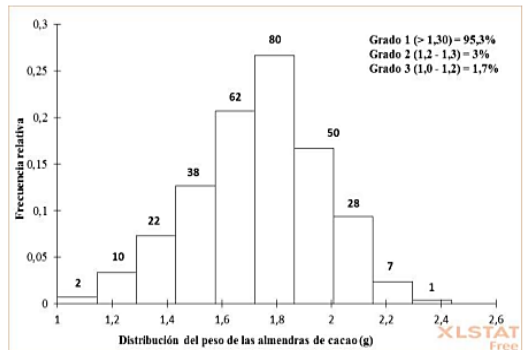
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 – 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Montón T01-03

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Dev. típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	1,01	2,34	1,73	0,23	13,54
Referencian Comercial							>1,20	

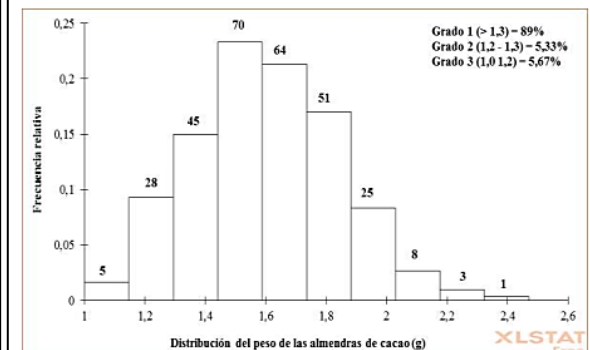
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 – 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Trapezoidal T01-01

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

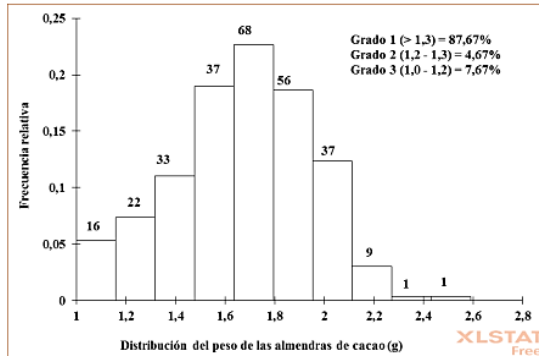
Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Dev. típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	1,11	2,37	1,60	0,24	14,97
Referencian Comercial							>1,20	

Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 – 02)



Interpretación de resultados: F. Trapezoidal T01-02

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

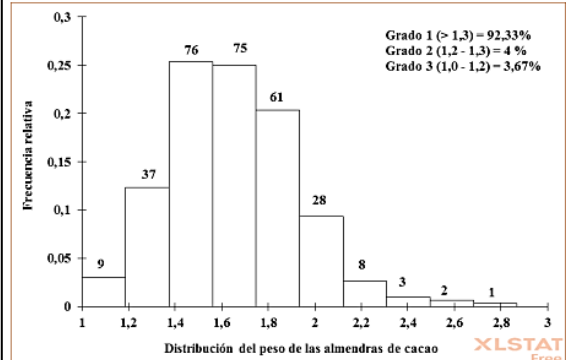
Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Dev. típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	1,05	2,49	1,67	0,28	16,69
Referencian Comercial						>1,20		

Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



Interpretación de resultados: F. Trapezoidal T01-03

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

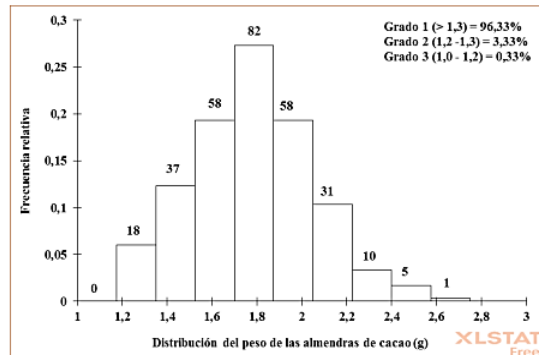
Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Dev. típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	1,03	2,77	1,65	0,28	16,88
Referencian Comercial						>1,20		

Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



Interpretación de resultados: F. Escalera T01-02

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

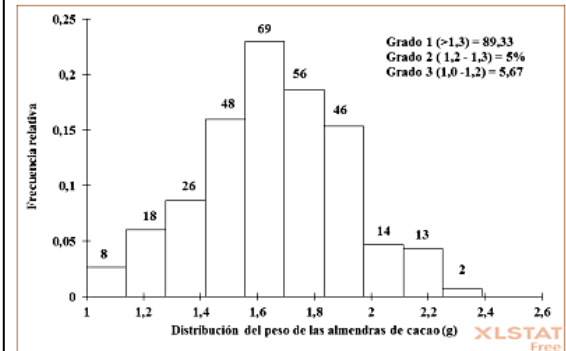
Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Dev. típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	1,20	2,65	1,78	0,27	15,40
Referencian Comercial						>1,20		

Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



Interpretación de resultados: F. Escalera T01-01

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Dev. típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	1,08	2,29	1,66	0,26	15,70
Referencian Comercial						>1,20		

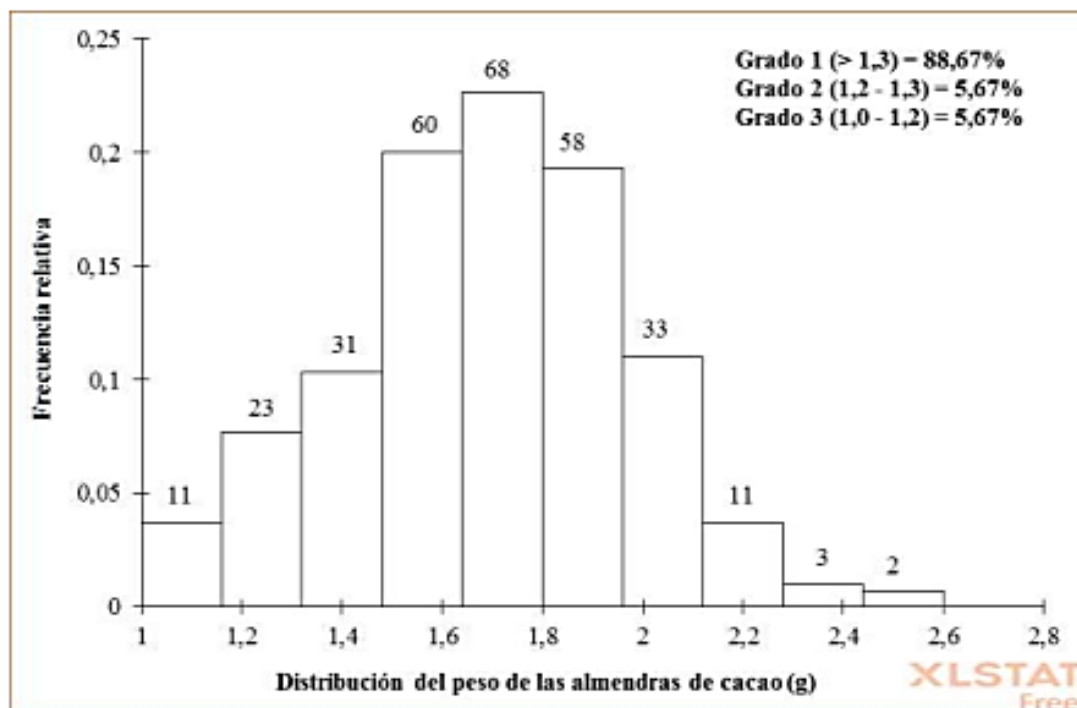
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo – El Empalme; Apartado 24
Quevedo – Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Escalera T01- 03

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Dev. típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	1,10	2,50	1,69	0,28	16,43
Referencian Comercial						>1,20		

Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 – 02)



Formado digitalmente por:
JUAN CARLOS
JIMENEZ
BARRAGAN

Juan Carlos Jiménez
Investigador Agropecuario



Formado digitalmente por:
GLADYS ANGELICA
RODRIGUEZ SAMORA

Gladys Rodríguez
Analista de Laboratorio



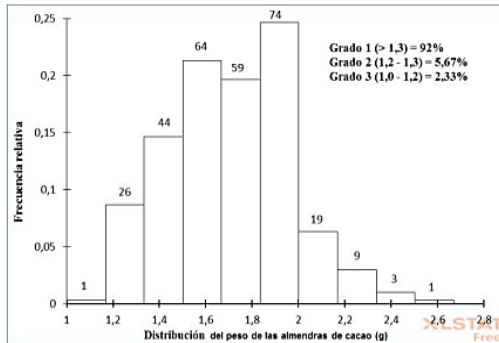
ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Reporte de Calidad Física – Química de almendras de cacao

DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS COMPLEMENTARIOS	DATOS LABORATORIO
Nombre: Galo Tarquino Soria Dirección: La Mana/ Cotopaxi Ciudad: La Mana N° Telf: 0996576981 E-mail: gasuwido@gmail.com Fecha de ingreso: 06/11/2022	Lote: Finca: Protocolo: Tratamiento: Repetición:	Tipo de Análisis: Físico Método: Pesaje y Descriptores E N° Reporte: 15 N° Proforma: PNCC 5250 N° Factura: 10381 Fecha de entrega: 13/12/2022

Interpretación de resultados: F. Montón T02-01

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra típica	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	1,15	2,57	1,71	0,27	15,69
Referencial Comercial						>1,20		

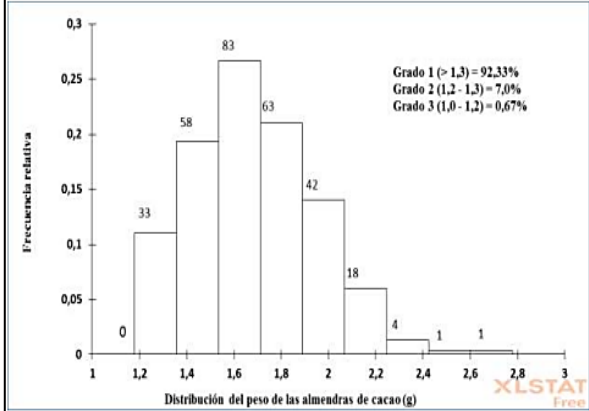
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Motón T02-02

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra típica	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	1,19	2,68	1,68	0,27	15,71
Referencial Comercial						>1,20		

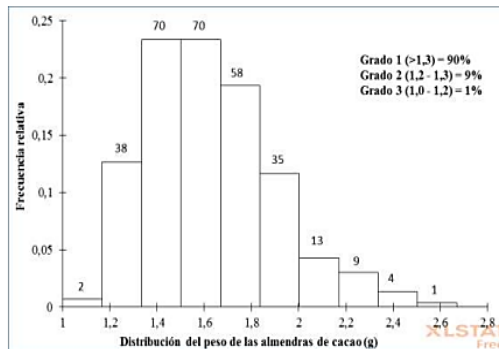
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Montón T02-03

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra típica	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	1,08	2,57	1,63	0,27	16,58
Referencial Comercial						>1,20		

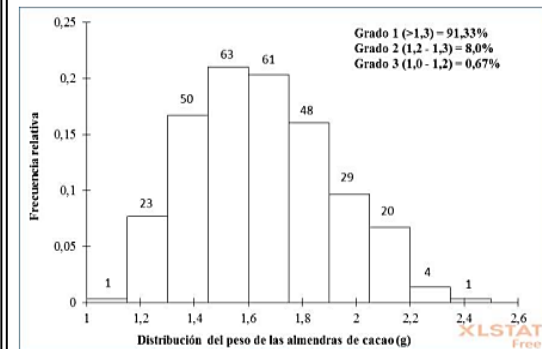
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Trapezoidal T02-01

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

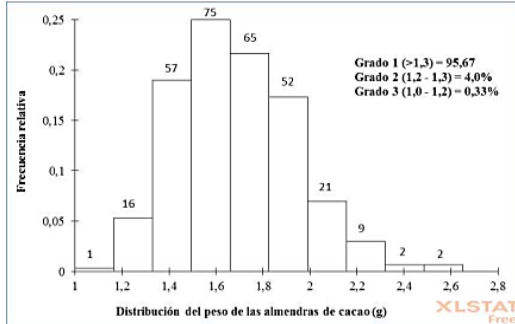
Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra típica	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	1,14	2,40	1,64	0,26	15,60
Referencial Comercial						>1,20		

Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



Interpretación de resultados: F. Trapezoidal T02-02

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

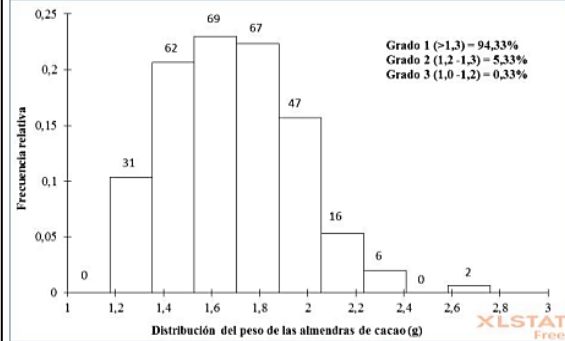
Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	1,16	2,55	1,69	0,25	14,92

Referencian Comercial >1,20
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



Interpretación de resultados: F. Trapezoidal T02-03

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

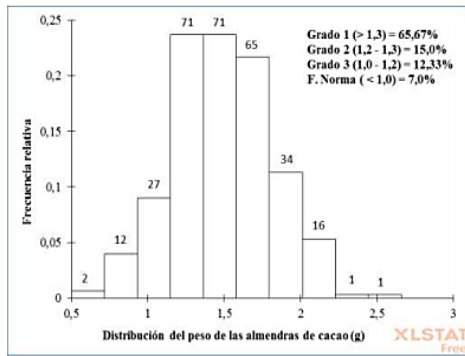
Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	1,20	2,66	1,68	0,27	15,80

Referencian Comercial >1,20
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



Interpretación de resultados: F. Escalera T02-01

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

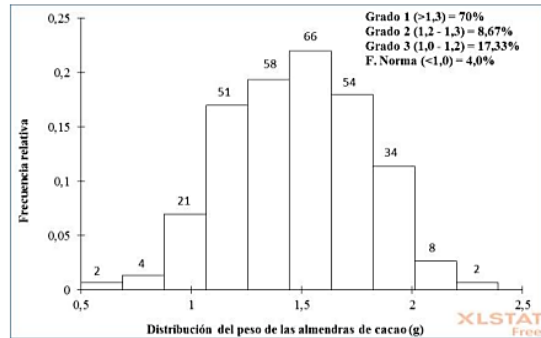
Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	0,65	2,56	1,48	0,33	22,20

Referencian Comercial >1,20
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



Interpretación de resultados: F. Escalera T02-02

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	0,67	2,29	1,48	0,31	20,84

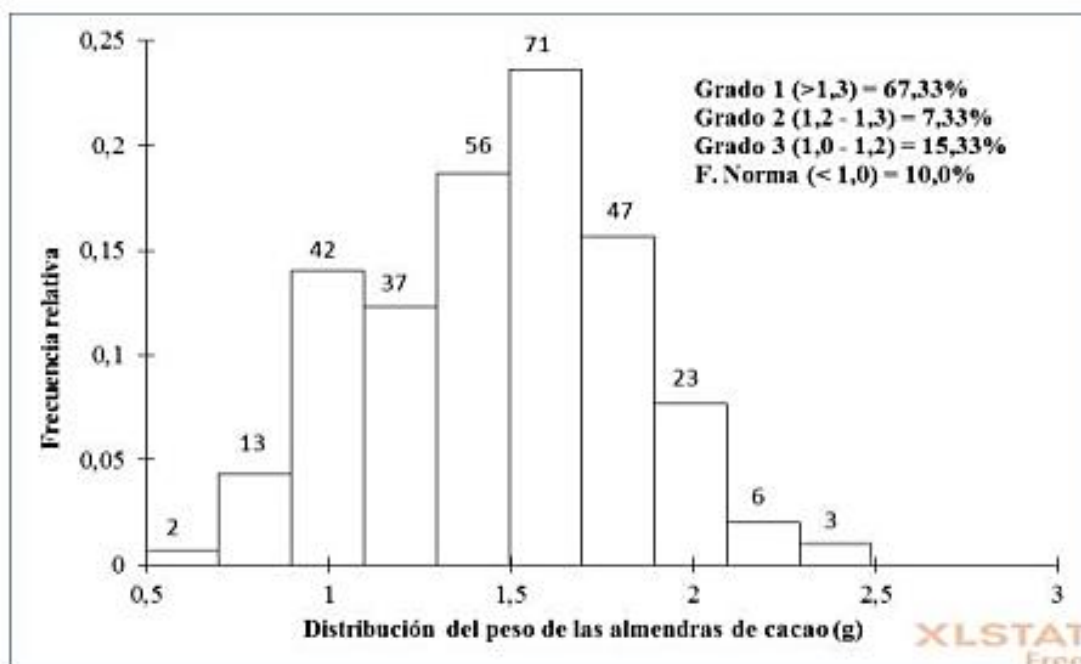
Referencian Comercial >1,20
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Escalera T02- 03

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	0,64	2,39	1,46	0,35	23,76
Referencian Comercial						>1,20		

Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



JUAN CARLOS
JIMENEZ
BARRAGAN

Juan Carlos Jiménez
Investigador Agropecuario



GLADYS ANGELICA
RODRIGUEZ ZANORA

Gladys Rodríguez
Analista de Laboratorio



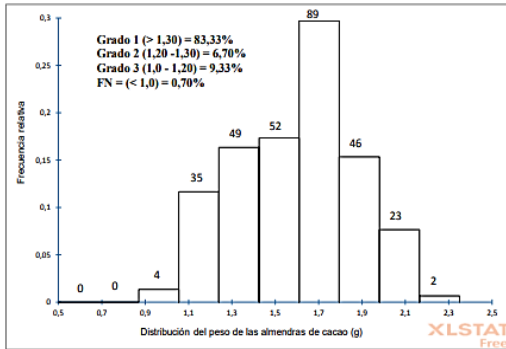
ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Reporte de Calidad Física – Química de almendras de cacao

DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS COMPLEMENTARIOS	DATOS LABORATORIO
Nombre: Galo Tarquino Soria Dirección: La Mana/ Cotopaxi Ciudad: La Mana N° Telf: 0996576981 E-mail: gasuwido@gmail.com Fecha de ingreso: 05/11/2022	Lote: Finca: Protocolo: Tratamiento: Repetición:	Tipo de Análisis: Físico Método: Pesaje y Descriptores E N° Reporte: 1 N° Proforma: PNCC 5343 N° Factura: 10474 Fecha de entrega: 16/01/2022

Interpretación de resultados: F. Montón T03-01

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	0,89	2,25	1,60	0,27	17,31
Referencian Comercial						>1,20		

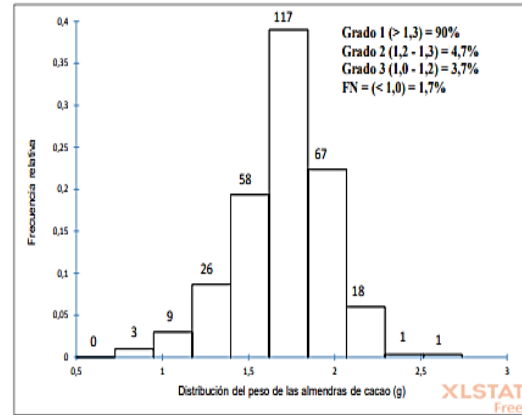
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 – 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Motón T03-02

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	0,84	2,64	1,70	0,28	16,32
Referencian Comercial						>1,20		

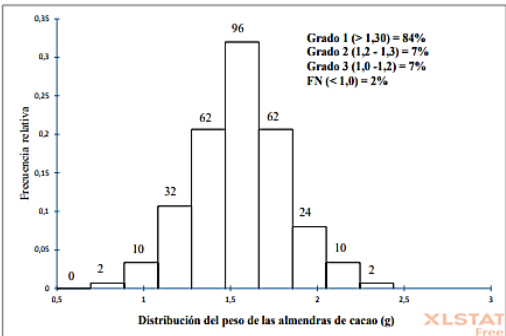
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 – 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Montón T03-03

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	0,76	2,34	1,55	0,27	17,14
Referencian Comercial						>1,20		

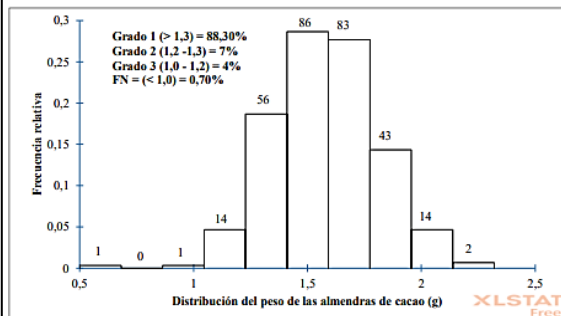
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 – 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Trapezoidal T03-01

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	0,67	2,22	1,58	0,23	14,64
Referencian Comercial						>1,20		

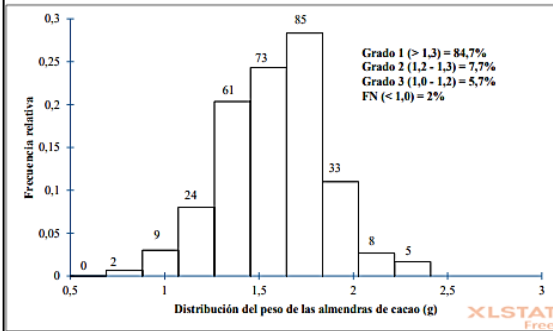
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 – 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Trapezoidal T03- 02

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	0,83	2,31	1,58	0,27	17,21
Referencian Comercial						>1,20		

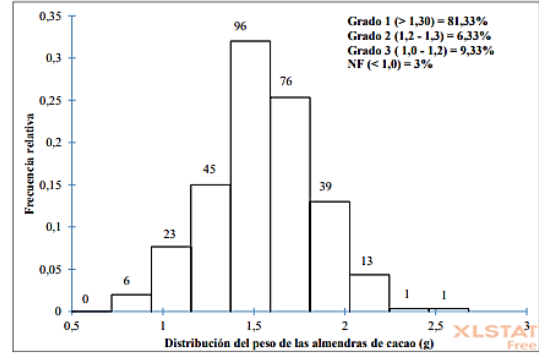
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Trapezoidal T03- 03

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	0,74	2,58	1,55	0,29	18,61
Referencian Comercial						>1,20		

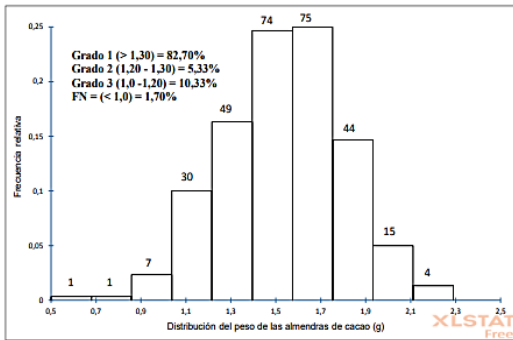
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Escalera T 03 - 01

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	0,59	2,19	1,53	0,27	17,49
Referencian Comercial						>1,20		

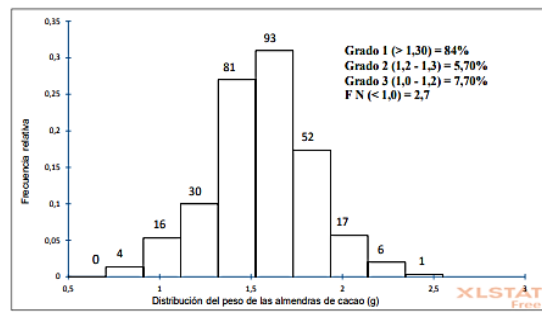
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Escalera T03 - 02

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	0,79	2,45	1,55	0,27	17,63
Referencian Comercial						>1,20		

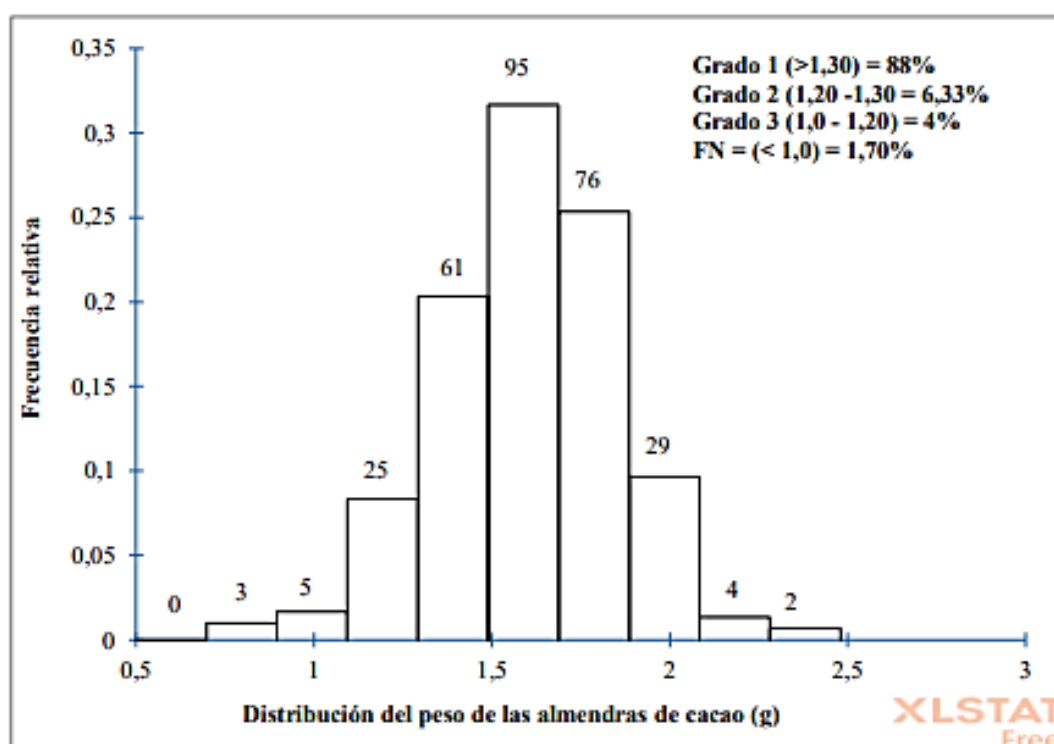
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
 LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
 Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: F. Escalera T03 - 03

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	0,76	2,38	1,60	0,26	15,93
Referencian Comercial						>1,20		

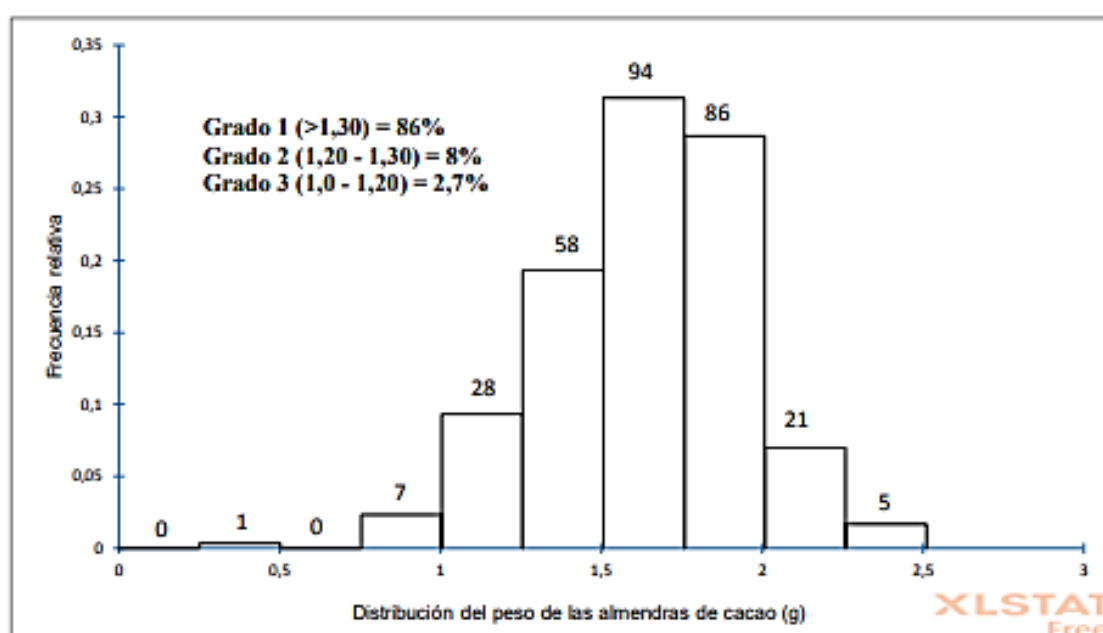
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO Y CAFÉ
Km. 5 Vía Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador; Telf. 593 052 783044.

Interpretación de resultados: Secado tradicional TE - AB

Distribución de Frecuencia del Peso de las Almendras de cacao



Resultados de Estadísticos Descriptivos

Variable	Observaciones	Frecuencia	Intervalos	Peso (g) Mínimo	Peso (g) Máximo	Índice de Almendra	Desviación típica	C.V (%)
Distribución	300	Continua	10	0,47	2,41	1,63	0,32	19,39
Referencian Comercial						>1,20		
Homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios en cacao del INIAP (2016); NTE INEN 176 (2021 - 02)								

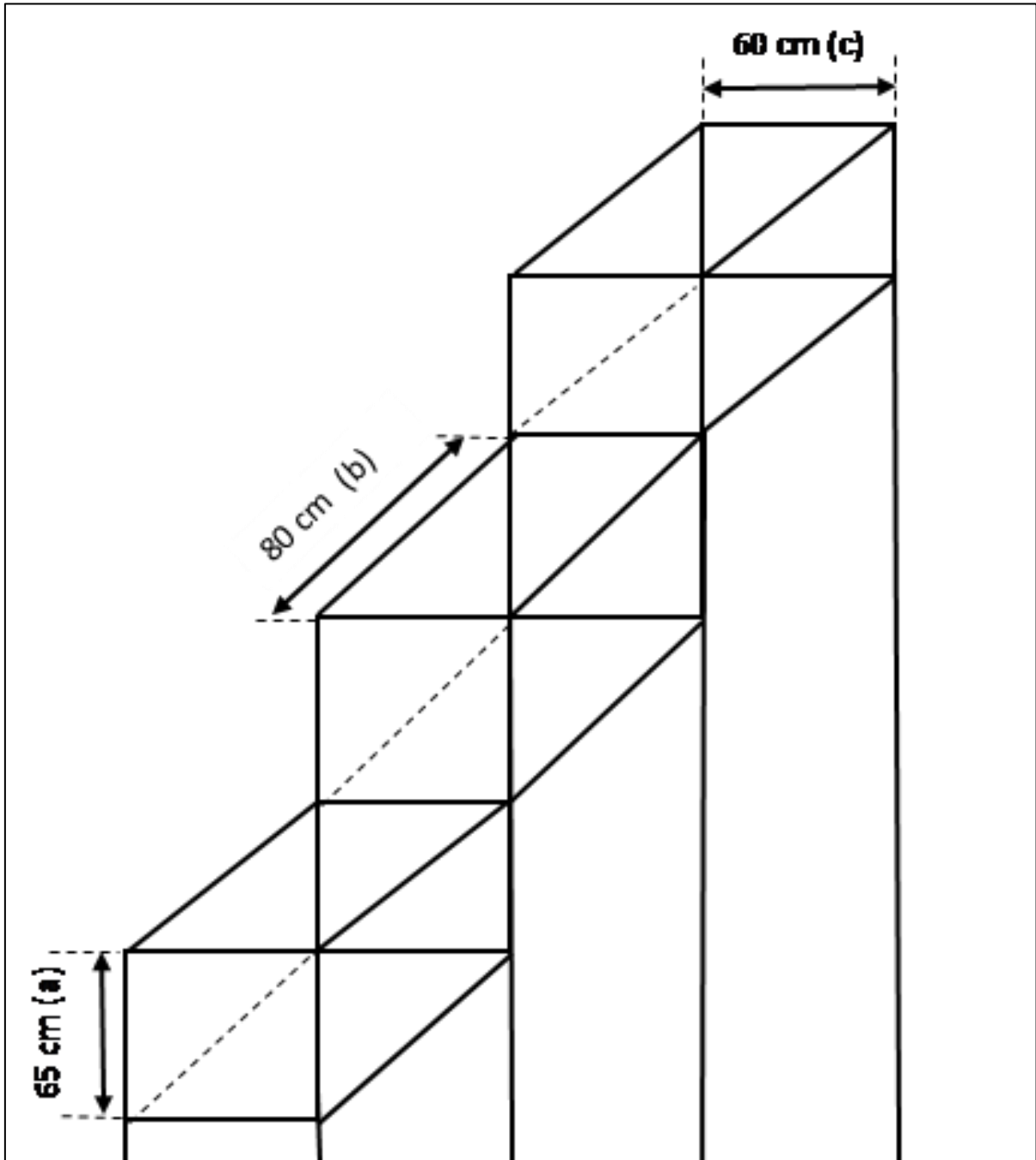


Juan Carlos Jiménez
Investigador Agropecuario



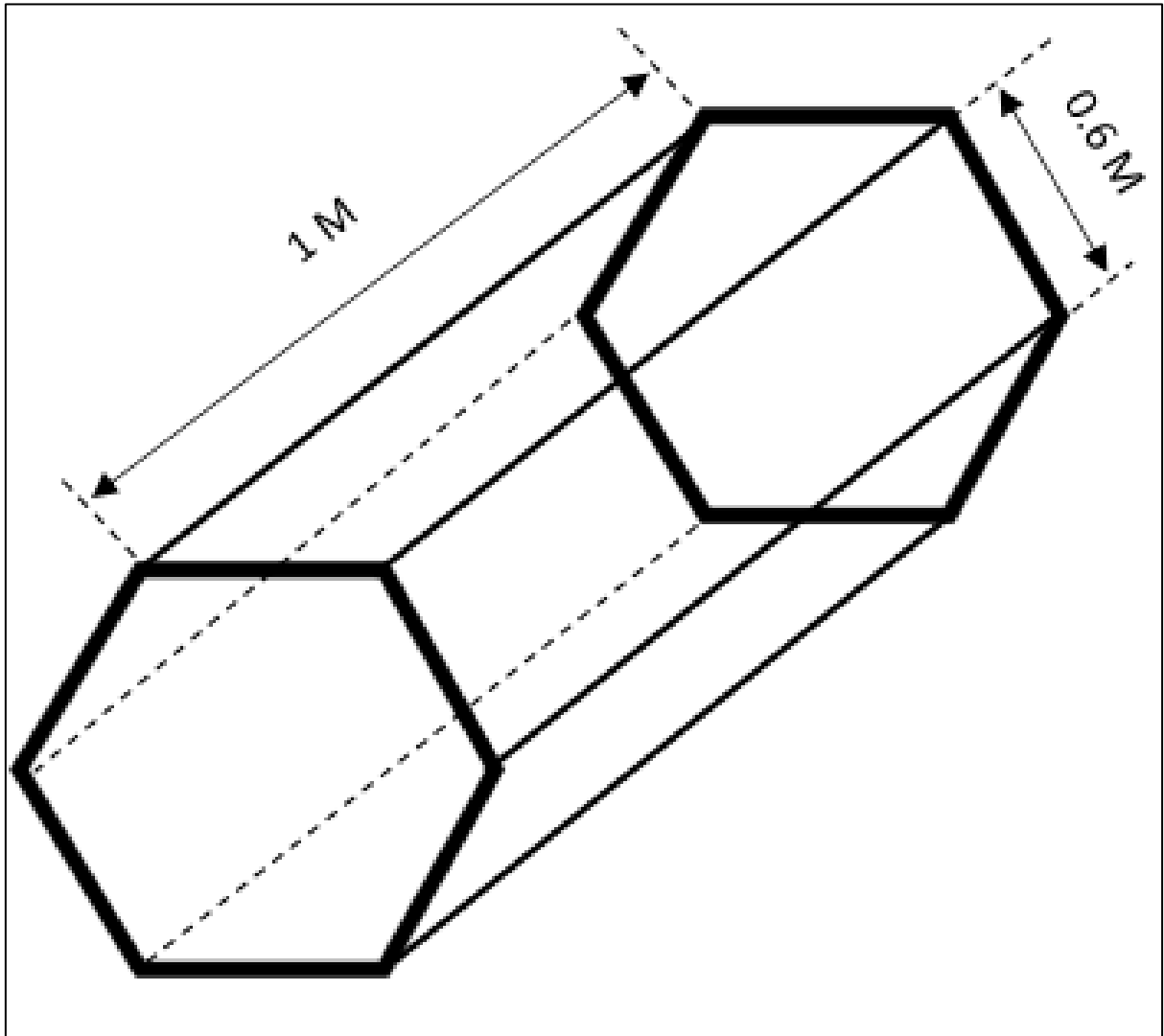
Gladys Rodríguez
Analista de Laboratorio

Anexo 10. Esquema del fermentador tipo escalera



Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2022)

Anexo 11. Esquema del fermentador tipo trapezoidal



Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2022)

Anexo 12. Presupuesto de fabricación del fermentador tipo trapezoidal

Tabla 22. Costos de realización del fermentador tipo trapezoidal

VIDA UTIL		3 AÑOS		CAPACIDAD				500 lb en baba		
COSTOS DIRECTOS (C.D)										
FASE Y LABORES	MANO DE OBRA			INSUMOS Y MATERIALES						
	N° de jornales	Precio unitario USD	SUB Total 1 USD	Nombre	Unidad	Cantidad	Precio unitario USD	SUB Total 2 USD	Sub total USD	Porcentaje (%)
Compra de madera				Tablones de laurel	3 m	7	12	84	84	18,9
				Tablas de laurel	3 m	4	7	28	28	6,3
				Discos de corte de 7"		2	2,5	5	5	1,12
				Electrodos 60/11	Libras	3	2,75	8,25	8,25	1,85
Compra utensilios – ferretería				Tubo cuadrado galvanizado 2X2"	6 m	4	17	68	68	15,3
				Goma blanca	Litro	1	3	3	3	0,67
				Tubo galvanizado 2x1	6 m	2	14	28	28	6,3
				Chumaceras de 2"		2	5	10	10	2,28
Preparación de la madera	2	30	60							52,72
Elaboración del fermentador	5	30	150							
TOTAL C.D.	7		210						234,25	
Porcentajes totales de C.D.			47,28						52,72	100
COSTOS INDIRECTOS (C.I.)										
Equipos y herramientas								60	60	
Imprevistos								30	30	
Total C.I.										90
COSTO TOTAL DEL FERMENTADOR TIPOESCALERA (CT=CD+CI)									534,25	

Elaborado por: Murillo G. & Soria G. (2022)