



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
EXTENSIÓN CHONE

TESIS DE GRADO
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

MODALIDAD:
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:
EVALUACIÓN FÍSICA Y ANTIOXIDANTE DEL CACAO CRIOLLO (*Theobroma cacao*)
PRODUCIDO EN LA PARROQUIA ZAPALLO CANTÓN FLAVIO ALFARO

AUTORAS:
FALLU ALCIVAR ROSA ESTEFANÍA
ZAMBRANO GARCÍA YULITZA VERÓNICA

DIRECTOR DE TESIS:
ING. FRANK INTRIAGO FLOR, Ph.D.

CHONE - MANABÍ - ECUADOR

2022

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a Dios por ser quien me ha permitido llegar a concluir mi carrera, por enseñarme a ser perseverante día tras día y darme la capacidad y la fuerza para vencer cada uno de los obstáculos que se presentan.

A mis hijas Kenia Anahí y Kerly Anahí por ser mi motor que da fuerza a mi vida día tras día y por quienes me esforcé por lograr un nivel más de estudio.

A mis padres por enseñarme que la humildad y la sencillez son parte del éxito.

A mis hermanas y a toda la familia en general porque de una u otra manera han sido parte de mi formación, que con sus consejos he podido salir adelante.

Al Ing. Manolo Mera Carbo por ser más que un docente, un amigo incondicional por su apoyo, por sus conocimientos brindados en el transcurso de estudio, por sus consejos hacia mi persona.

Al Ing. Frank Guillermo Intriago Flor, Ph.D., porque más allá de ser mi tutor es una de las mejores y excelente persona de la Facultad.

A todos los docentes en general por ser excelentes formadores y estar para sus estudiantes en cada momento.

A la Universidad Técnica de Manabí mi gratitud profunda por formar día a día a miles profesionales.

Fallú Alcívar Rosa Estefanía

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi guía y fortaleza por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mis padres Rogger y Verónica quienes con su amor y paciencia han estado siempre a mi lado brindándome su apoyo y consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mi esposo quien estuvo a mi lado dándome confianza y optimismo día a día para alcanzar nuevas metas tanto profesionales como personales.

A mi hija quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en mis estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ella.

Zambrano García Yulitza Verónica

AGRADECIMIENTO

Agradecida infinitamente con Dios por permitirme lograr un título de tercer nivel, por enseñarme a ser perseverante, por darme la capacidad de vencer obstáculos, gracias a él por darme dos razones muy importantes para seguir preparándome.

A mis hijas por estar conmigo durante todo este proceso de formación, gracias a toda mi familia y a todas las personas que me han apoyado en cada una de mis decisiones y mis proyectos.

A la vida por enseñarme que, aunque sea entre altos y bajos se logra lo que se quiere. No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a todo lo que Dios me ha permitido se está logrando.

A la Universidad Técnica de Manabí en especial a la Facultad de Ciencias Zootécnicas por ser formadora de grandes profesionales y por todos los conocimientos compartidos a lo largo de mi carrera de manera especial al Dr. Frank Guillermo Intriago Flor, tutor de mi tesis quien me ha guiado con su paciencia y su rectitud como docente.

A las personas que dieron la materia prima para nuestra investigación, gracias Parroquia zapallo sitio Buenos Aires.

Fallú Alcívar Rosa Estefanía

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas.

Gracias a mi esposo por brindarme su apoyo incondicional durante todo el desarrollo de mi carrera universitaria y la realización de este proyecto.

A mi hija por ser la fuente más pura de mi inspiración por ello mismo quiero darle gracias por cada instante de felicidad en mi vida el cual muy indudablemente se ve reflejado en este momento.

A la Universidad Técnica de Manabí, especialmente a la Facultad de Ciencias Zootécnicas por haber aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y apoyo para seguir adelante, me dirijo también a mi tutor de tesis, Ing. Frank Guillermo Intriago Flor, Ph.D., por haberme brindado la oportunidad de recurrir a sus capacidades y conocimientos así también por tenerme la paciencia para guiarme durante el desarrollo de mi tesis

Zambrano García Yulitza Verónica

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Frank Guillermo Intriago Flor, Ph.D. Docente de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, de la Universidad Técnica de Manabí; certifico, que la presente investigación titulada: “Evaluación física y antioxidante del cacao criollo (*Theobroma cacao*) producido en la parroquia Zapallo cantón Flavio Alfaro”, con mi respectiva supervisión ha sido realizada por las autoras Fallú Alcívar Rosa Estefanía y Zambrano García Yulitza Verónica, para la obtención del título en Ingeniería en Industrias Agropecuarias, cumpliendo con los requisitos exigidos por el reglamento de Régimen Académico.

Chone, enero del 2022

Ing. Frank Guillermo Intriago Flor, Ph.D.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN

TESIS DE GRADO

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión y Evaluación designado por: el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

TEMA:

**EVALUACIÓN FÍSICA Y ANTIOXIDANTE DEL CACAO CRIOLLO (*Theobroma cacao*)
PRODUCIDO EN LA PARROQUIA ZAPALLO CANTÓN FLAVIO ALFARO**

REVISADA Y APROBADA POR:

ING. JUAN HORACIO ALCIVAR HIDROVO _____

REVISOR DE TESIS

ING. ISABEL ZAMBRANO VELEZ

PRIMER MIEMBRO DEL TRIBUNAL _____

ING. MANLO MERA CARBO

SEGUNDO MIEMBRO DEL TRIBUNAL _____

ING. WAGNER GOROZABEL MUÑOZ

TERCER MIEMBRO DEL TRIBUNAL _____

DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE LAS AUTORAS

Fallú Alcívar Rosa Estefanía y Zambrano García Yulitza Verónica, declaramos que el trabajo escrito es original, de absoluta propiedad y responsabilidad de nuestra autoría, las referencias bibliográficas que se incluyen en la investigación han sido consultadas correctamente, responsabilizándonos del contenido científico de la tesis.

En virtud de esta declaración, autorizamos el uso pertinente de la tesis a la Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Zootécnicas, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Fallú Alcívar Rosa Estefanía

Zambrano García Yulitza Verónica

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.....	vi
CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN.....	vii
DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE LAS AUTORAS.....	viii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
1.INTRODUCCIÓN.....	1
2.JUSTIFICACIÓN.....	4
3.OBJETIVOS.....	5
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
4.HIPÓTESIS.....	5
5.MARCO REFERENCIAL.....	5
5.1. BASES TEÓRICAS.....	5

5.1.1.	El cacao.....	5
5.1.2.	Beneficio del cacao.....	7
5.1.3.	Variedades de cacao en Ecuador	8
5.1.4.	El cacao criollo	11
5.1.5.	Cultivo del cacao en Ecuador	13
5.1.6.	Importancia económica del cacao en Ecuador	14
5.1.7.	Comercialización del cacao en Ecuador	16
5.1.8.	Manejo poscosecha del cacao.....	16
5.1.9.	Usos agroindustriales del cacao.....	18
5.1.10.	Normas de calidad de los granos del cacao	19
	Actividad Antioxidantes	19
5.1.11.	19
6.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
6.1.	LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
6.1.1.	Ubicación y selección de la Fincas.....	21
6.2.	DISEÑO EXPERIMENTAL	22
6.3.	EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO	23
6.4.	DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO	24
6.4.1.	Diagrama de proceso del experimento	24
6.4.2.	Descripción del proceso.....	25

6.5.	ANÁLISIS DE LABORATORIO	26
6.5.1.	Análisis físico	26
6.5.2.	Análisis de la capacidad antioxidante.....	27
6.5.3.	Análisis estadísticos.....	27
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
7.1.	ANÁLISIS FÍSICOS DEL CACAO CRIOLLO	28
7.1.1.	Índice de semilla.....	28
7.1.2.	Porcentaje de testa	30
7.1.3.	Número de almendras	31
7.1.4.	Peso de granos	33
7.1.5.	Dimensiones del grano de cacao	35
7.1.6.	Humedad.....	38
7.2.	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL CACAO CRIOLLO.....	40
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
8.1.	CONCUSIONES	42
8.2.	RECOMENDACIONES.....	42
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
10.	ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del cacao criollo seco	13
Tabla 2. Composición química de las almendras de cacao fermentadas y secas	18
Tabla 3. Detalle de los tratamientos.	23
Tabla 4. Supuesto de Normalidad y Homogeneidad de los parámetros físicos del cacao.....	28
Tabla 5. Varianza paramétrica del índice de semilla.....	29
Tabla 6. Comparaciones de medias del índice de semilla	30
Tabla 7. Varianza no paramétrica del porcentaje de testa	31
Tabla 8. Varianza paramétrica del número de almendras.....	32
Tabla 9. Comparaciones de medias del número de almendras	33
Tabla 10. Varianza paramétrica del peso de granos	33
Tabla 11. Comparaciones de medias del peso de granos.....	34
Tabla 12. Varianza paramétrica del ancho del grano de cacao.....	35
Tabla 13. Comparaciones de medias del ancho del grano de cacao.....	36
Tabla 14. Varianza no paramétrica del largo del grano del cacao.....	37
Tabla 15. Comparaciones de medias del largo del grano de cacao	38
Tabla 16. Varianza no paramétrica de la humedad del cacao.....	39

Tabla 17. Varianza paramétrica de la capacidad antioxidante del cacao40

Tabla 18. Comparaciones de medias de la capacidad antioxidante del cacao.....41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cacao criollo.8

Figura 2. Cacao Forastero Amazónico9

Figura 3. Cacao Trinitario.10

Figura 4. Cacao Nacional de Ecuador.10

Figura 5. Clones de cacao.....11

Figura 6. Diagrama de flujo del secado del cacao criollo.24

RESUMEN

La presente investigación se realizó en fincas cacaoteras de la Parroquia Zapallo del Cantón Flavio Alfaro con el objetivo de evaluar las características físicas y antioxidante del cacao criollo (*Theobroma cacao*) producido en la parroquia Zapallo cantón Flavio Alfaro. Aplicando un diseño completamente al azar con 10 tratamientos y 3 repeticiones, empleando un análisis de varianza ANOVA al cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad, caso contrario se aplicó un análisis no paramétrico de Kruskal Wallis. En los análisis físicos se evaluó el índice de semilla, porcentaje de testa, número de almendras, peso del grano ancho y largo de la almendra y humedad, además de la capacidad antioxidante. Los resultados de los análisis físicos de las muestras de las diez fincas del cacao criollo cumplen con los requisitos de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 176:2006; el índice de semilla tuvo una variación de 1,48g a 1,20g; el porcentaje de testa de 11,76g a 9,67g; el número de almendras de 84,67 a 67,67; peso en grano de 1,97g a 1,23g; el ancho del grano de 2,02cm a 1,85cm y largo del grano de 1,08cm a 0,96cm. La humedad cumple con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 176:2006 a excepción de los tratamientos T3-T6-T10 superan el porcentaje de humedad en el cacao que es 7%. En la capacidad antioxidante con relación a la capacidad de inhibir el radical libre 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolino6-ácidosulfónico) (ABTS) tuvo una variación de 2352,33 a 665,17 mmol Trolox/g.

SUMMARY

La presente investigación se realizó en fincas cacaoteras de la Parroquia Zapallo del Cantón Flavio Alfaro con el objetivo de evaluar las características físicas y antioxidante del cacao criollo (*Theobroma cacao*) producido en la parroquia Zapallo cantón Flavio Alfaro. Aplicando un diseño completamente al azar con 10 tratamientos y 3 repeticiones, empleando un análisis de varianza ANOVA al cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad, caso contrario se aplicó un análisis no paramétrico de Kruskal Wallis. En los análisis físicos se evaluó el índice de semilla, porcentaje de testa, número de almendras, peso del grano ancho y largo de la almendra y humedad, además de la capacidad antioxidante. Los resultados de los análisis físicos de las muestras de las diez fincas del cacao criollo cumplen con los requisitos de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 176:2006; el índice de semilla tuvo una variación de 1,48g a 1,20g; el porcentaje de testa de 11,76g a 9,67g; el número de almendras de 84,67 a 67,67; peso en grano de 1,97g a 1,23g; el ancho del grano de 2,02cm a 1,85cm y largo del grano de 1,08cm a 0,96cm. La humedad cumple con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 176:2006 a excepción de los tratamientos T3-T6-T10 superan el porcentaje de humedad en el cacao que es 7%. En la capacidad antioxidante con relación a la capacidad de inhibir el radical libre 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolino6-ácidosulfónico) (ABTS) tuvo una variación de 2352,33 a 665,17 mmol Trolox/g.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao tuvo su origen en América, pero aún no se ha podido identificar con exactitud el lugar puntual ni su distribución, aun hoy en día sigue siendo un tema de discusión, además algunos autores indican que el cultivo de cacao se inició en México y América Central y señalan al mismo tiempo que los españoles no lo vieron cultivado en América del Sur cuando arribaron a este continente, lo encontraron creciendo en forma natural en muchos bosques a lo largo de los ríos Amazonas y Orinoco y sus afluentes, donde aún hoy existen tipos genéticos de un alto valor (Miguel et al., 2011).

De acuerdo a Sánchez et al. (2019), “el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) tiene gran importancia socioeconómica en América Latina y el Caribe (ALC) ya que es uno de los principales productos de exportación, sea como materia prima o elaborados. En la región, el cultivo de cacao posee una histórica trayectoria vinculada a millones de personas, muchos de ellos relacionados con la agricultura familiar (AF), por lo que es fuente de ingresos económicos y favorece en la redistribución de la riqueza de los países, por otra parte este cultivo constituye una alternativa para enfrentar los efectos del cambio climático y en la actualidad es clave para concretar procesos de paz, constituyéndose en varios países en una opción viable para sustituir cultivos ilícitos y otros cultivos menos rentables”.

Entre los 17 países que la Organización Internacional del Cacao reconoce como productores de cacao fino y de aroma, están: Dominica, Granada, Jamaica, Santa Lucía, San Vicente, las Granadinas, Samoa, Surinam, Trinidad y Tobago. Ecuador está catalogado como un productor del 75% de cacao fino y de aroma del mundo (León et al., 2016).

Históricamente, el Ecuador ha basado su producción en un tipo de cacao denominado Nacional, gracias al cual es el principal proveedor de cacao fino de aroma nivel mundial, sin embargo, la diversidad y riqueza varietal se pone de manifiesto en territorio ecuatoriano, al evidenciar el fructífero desarrollo de otros tipos de cacao tanto en la Costa como en la Amazonía,

tales como CCN-51, tipo acriollados, súper árboles o los árboles de almendras blancas (Barrera et al., 2019).

Desde muchos siglos atrás, sus variados usos y propiedades han conformado una parte esencial de nuestra historia y nuestra cultura. Hoy, el cacao y sus productos derivados tienen un papel destacado en los mercados internacionales y la agroindustria. Sin embargo, han sufrido transformaciones y se han olvidado de sus raíces originales (Salas y Hernández, 2015).

El Ecuador posee una gran superioridad en este producto, por ser fino de aroma, lo que ha generado una fama importante y favorable para el país, este tipo de cacao, tiene características individuales distintivas, de toques florales, frutales, nueces, almendras, especias que lo hace único y especial, sobresaliendo con su ya conocido sabor arriba. Todos estos detalles de sabor y aroma están en el origen genético del grano, que se logra con el correcto tratamiento post-cosecha, sumado a condiciones naturales de suelo, clima, temperatura, luminosidad (Jimbo, 2015).

García y Mero (2019) menciona que es una planta tropical, que desde el punto de vista económico en los sectores en donde se desarrolla ha permitido dinamizar un mercado que está dado por las exportación e importación de las semillas y derivados obtenidos de los procesos de transformación de la materia prima, que por sus características organolépticas y propiedades presenta una alta demanda de consumo, dada principalmente por la industria y consecutivamente para la población.

Las variaciones del grano están influenciadas por diferentes características, entre las que se incluye las condiciones ambientales, suelos y propiedades nutricionales de los suelos (Ortiz y Álvarez, 2015), no obstante, investigaciones documentan que la temperatura y la humedad afectan el contenido del grano de cacao, encontrándose que su influencia directamente se presenta sobre el contenido de acidez, grasa, humedad y proteínas en los cacaos criollos, y los valores más altos de pH y taninos (Aldave, 2016; Andrade et al., 2019).

La naturaleza de los compuestos fenólicos en plantas es compleja. Los fenoles se asocian con procesos de maduración de plantas y tejidos, mecanismos de defensa, y características importantes de productos alimenticios derivados de plantas (Quiñones et al., 2013). El estudio de los compuestos fenólicos del cacao ha despertado un gran interés en el desarrollo de nuevas investigaciones debido a las propiedades antioxidantes y sus posibles implicaciones que benefician de manera directa a la salud, tales como para el tratamiento de cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras patologías de carácter antiinflamatorio, además de la prevención de la degeneración de las células dadas por la acción de los radicales libres que se encuentran dentro del organismo (Enciso et al., 2019).

Esto debido a que existe una nueva tendencia en el mercado del chocolate de apreciar la denominación de origen, tal como sucede con los vinos, quesos, embutidos y otros productos, siendo este un factor que permita dar la apertura a mejorar la comercialización en los nuevos mercados (Collahuazo, 2019).

A pesar del potencial agronómico que presenta el grano de cacao criollo no se han desarrollado investigaciones que describan las propiedades fenólicas del grano que se cultiva en los territorios del cantón Flavio Alfaro, lo que directamente se ha relacionado con la falta de apoyo e incentivos que permita desarrollar este tipo de investigaciones que de manera directa se considera de interés dentro de las diferentes industrias.

Por lo descrito anteriormente se plantea el siguiente problema de investigación: ¿La evaluación física y antioxidante del cacao criollo (*Theobroma cacao*) producido en la Parroquia Zapallo Cantón Flavio Alfaro cumplirá con los requisitos de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN: 176:2006?

2. JUSTIFICACIÓN

La investigación se basa en la idea de identificar si el cacao nacional sigue siendo una de las potenciales materias primas apetecida por las diferentes empresas nacionales e internacionales que debido a la presencia de diversos atributos hacen posible la obtención de una diversidad de productos de gran interés comercial, además de estudiar sus diferentes perfiles de calidad físico y su potencial antioxidante.

El cacao criolla se caracteriza por tener un rico aroma y sabor único aportando muchas propiedades como son las vitaminas, proteínas, etc., que hoy en día han sido sustituidos por una diversidad de cacao como el cacao trinitario, forastero, entre otros. En base a esto la mayor parte de las investigaciones científicas en la actualidad hacen referencia de rescatar lo poco que queda del cacao criollo en los diferentes sectores del campo, siendo así a través de estudios se determina el gran valor y calidad que aún se conserva en el cacao criollo.

Debido a la falta de estudios relacionados con el tema, resulta de gran importancia el desarrollo de la investigación debido a que aportaría con valor agregado al grano de cacao, el cual dentro de los mercados nacionales no ha sido valorizado económicamente, lo que conlleva a una disminución significativa de los recursos económicos en las familias dedicadas a esta actividad. Adicionalmente, se fomenta al desarrollo productivo de la parroquia, considerando el potencial agronómico que esta aporta para el campo de la agroindustria.

Con la investigación se busca determinar la presencia de los compuestos fenólicos del cacao criollo, los cuales se consideran son los responsables de las diferentes propiedades sensoriales del chocolate como el principal producto derivado de esta materia prima, considerando la diversidad de aplicaciones que presentan este tipo de compuestos en las diferentes áreas relacionadas con el ámbito de la agroindustria, por ello se escogió 10 fincas de la parroquia Zapallo cantón Flavio Alfaro con el fin de realizar una investigación que sirva de base para la comunidad científica ya sea para el ámbito académico como para las empresas productores de derivados de cacao.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar las características físicas y antioxidante del cacao criollo (*Theobroma cacao*) producido en la parroquia Zapallo cantón Flavio Alfaro.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las características físicas del cacao criollo recolectado de fincas de la parroquia Zapallo del cantón Flavio Alfaro
- Evaluar la capacidad antioxidante de los granos de cacao criollo proveniente de la parroquia Zapallo del cantón Flavio Alfaro.

4. HIPÓTESIS

La determinación de las características físicas y antioxidantes del cacao criollo permite obtener resultados favorables para la producción en la parroquia Zapallo del cantón Flavio Alfaro.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. BASES TEÓRICAS

5.1.1. El cacao

5.1.1.1. Generalidades

El cacao (*Theobroma cacao* L) tiene su origen en la cuenca alta del río Amazonas, en un triángulo formado entre Colombia, Ecuador y Perú, tuvo su apogeo cultural con los aztecas en Centroamérica y posteriormente fue llevado a Europa donde finalmente se masificó su consumo (INFOCAFES, 2012).

De acuerdo a su distribución geográfica, la mayor concentración de áreas de cacao está entre los 10° de latitud norte y 10° de latitud sur de la línea ecuatorial, distribuida en el oeste africano, América Latina y sureste de Asia, esta planta del cacao crece entre 5-8 metros. Sus

hojas son lanceoladas, mientras que las flores son pequeñas y se ubican en el tejido maduro, de tronco y ramas. (López y Gil, 2017).

Bermúdez y Mendoza (2016), indican que en Ecuador existe un tipo de cacao único en el mundo conocido con el nombre de “Nacional”, se caracteriza por tener una fermentación muy corta y dar un chocolate suave de buen sabor y aroma, por lo que es reconocido internacionalmente con la clasificación de “Cacao Fino y de Aroma”.

El cacao se divide en 2 grandes grupos: forastero y criollo, además de un híbrido de estos dos, llamado trinitario, es decir la mayoría de las variedades comerciales cultivadas en el mundo se derivan del grupo forastero, el cual presenta una alta diversidad genética, usualmente con semillas de color café oscuro y vainas verdes cuando están inmaduras, en cambio el tipo criollo presenta granos blancos o rosados y las vainas son rojas o verdes cuando están inmaduras y el trinitario se originó del cruce entre el criollo nativo y el forastero, y tiene diferentes grados de similitud con los dos tipos anteriores (Cardona et al., 2016).

5.1.1.2. Taxonomía

Reino: Vegetal

Clase: Dicotiledoneas

Subclase: Dialipetalas

Tipo: Espermatofita

Subtipo: Angiosperma

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Tribu: Buettneria

Género: Theobroma

Especie: cacao (Zambrano, 2017).

5.1.1.3. Descripción botánica de la planta de cacao

. Es un pequeño árbol de cuatro a ocho metros de altura, que en condiciones silvestres puede alcanzar hasta los 10 m, si crece con buena sombra. Sus frutos, denominados comúnmente mazorcas, son bayas que presentan una coloración amarillo-rojiza, son de forma alargada, con surcos de hasta 20 cm de largo, contienen de 30 a 40 semillas de color marrón-rojizo al exterior y están cubiertas de una pulpa blanca dulce comestible. Este árbol presenta muchas flores en racimos a lo largo del tronco y las ramas, las cuales tienen una tonalidad rosa, purpúrea y blanca, son de pequeña talla, con dimensiones de 0.5 a 1 cm de diámetro y 2 a 2.5 cm de largo, y tienen forma de estrella (Salas y Hernández, 2015)

“Es conocido botánicamente como una drupa; pero generalmente se le conoce como mazorca. El tamaño y la forma dependen en gran medida de las características genéticas de la planta, el medio ambiente, así como el manejo de la plantación” (Miguel et al., 2011). Los frutos son de tamaño, color y formas variables, pero generalmente tienen forma de baya, de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, siendo lisos o acostillados, de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café. La pared del fruto es gruesa, dura o suave y de consistencia como de cuero. (Asociación Nacional del Café, 2016).

5.1.2. Beneficio del cacao

Además de la vasta cantidad de propiedades ancestralmente conocidas, se han realizado investigaciones que reportan cualidades para la salud debido a los flavonoides de las semillas de cacao, tejidos de fibras vegetales con propiedades antiinflamatorias que regulan los triglicéridos, los fosfolípidos y el colesterol. Asimismo, también contribuyen a bajar la presión arterial, ralentizan el proceso de envejecimiento y mejoran el rendimiento de los procesos mentales, incluido el de la memoria (Salas y Hernández, 2015).

El cacao (*Theobroma cacao* L.), de la familia Sterculeaceae, es el material de partida para la producción de chocolates; conocido en la medicina como antiséptico, diurético y antiparasitario. Esta planta es rica en fenoles, los cuales en las plantas son de especial interés

por su potente actividad antioxidante, dada esencialmente por sus propiedades redox, que pueden desempeñar un papel importante en la absorción y neutralización de los radicales libres (Llerena y Almachi, 2020).

5.1.3. Variedades de cacao en Ecuador

Actualmente en el mundo existe una gran cantidad de variedades, la riqueza genética con la que se cuenta es muy amplia; aunque originalmente solo existían dos tipos: el criollo y el forastero, el cruce de estas dos especies ha dado origen al trinitario (Miguel et al., 2011). Aunque para INIAP (2009) debido a su origen y características genéticas el cacao está clasificado en cuatro tipos: Criollo, Forastero Amazónico, Trinitario y Nacional de Ecuador. Además, existen Clones de Cacao.

➤ Cacao Criollo

Son árboles relativamente bajos y menos robustos respecto a otras variedades. Su copa es redonda con hojas pequeñas de forma ovalada, de color verde claro y gruesas. Las almendras son de color blanco marfil. Este tipo de cacao se caracteriza por tener mazorcas alargadas de colores verde y rojizo en estado inmaduro, tornándose amarillas y anaranjadas rojizas cuando están maduras, el chocolate obtenido de este cacao es apetecido por el sabor a nuez y fruta. Comercialmente se enmarca dentro de los cacaos finos (INIAP, 2009).



Figura 1. *Cacao criollo.*

➤ **Cacao Forastero Amazónico**

Proporcionan el 80% de la producción mundial. Se llaman Amazónicos por encontrarse distribuidos en la cuenca del Río Amazonas y sus afluentes. Las mazorcas son verdes (en estado inmaduro) y amarillas (cuando están maduras), con una forma de pequeño cuello de botella en la base. Las almendras son aplanadas y pequeñas, con cotiledones de color morado. De este tipo de cacao se obtiene un chocolate con sabor básico de cacao (INIAP, 2009).



Figura 2. *Cacao Forastero Amazónico*

➤ **Cacao Trinitario**

Es el resultado del cruce entre el cacao de tipo Criollo de Trinidad y Forastero multiplicado en la cuenca del río Orinoco. Su calidad es intermedia. Fueron seleccionados en Trinidad y de ahí su nombre. Estos abastecen del 10 al 15% de la producción mundial. Es el cacao que más se cultiva en América. Presentan sabor a cacao de medio a alto, usualmente con sabor a frutas y nueces (INIAP, 2009).



Figura 3. *Cacao Trinitario.*

➤ **Cacao Nacional de Ecuador**

Posee características semejantes al tipo Forastero Amelonado. Sin embargo, existen pocas plantaciones puras de éste, predominando plantaciones producto del cruzamiento natural con materiales introducidos desde Venezuela y Trinidad, denominándose complejo de Cacao Nacional Trinitario. Las mazorcas son amelonadas, pero con estrangulaciones en la base y el ápice de la misma, con surcos y lomos poco profundos. El color interno de las almendras es violeta pálido o lila, aunque en algunas ocasiones se observan semillas blancas. De este tipo de cacao se obtiene uno de los mejores chocolates del mundo, por su sabor y aroma floral, combinado con perfiles de frutas y otros sabores (INIAP, 2009)



Figura 4. *Cacao Nacional de Ecuador.*

➤ **Clones.**

Finalmente, también se pueden encontrar Clones, es decir, variedades producidas por el hombre, que suelen identificarse con letras y números provenientes de su investigación, como es el caso del CCN-51, un material que actualmente cubre una parte de las plantaciones de la Amazonía. Sus mazorcas son rojizas-moradas cuando tiernas y de color rojizo anaranjadas cuando maduras, presentan sabor a cacao de medio a bajo. Su potencial se encuentra en la producción de manteca de cacao (INIAP, 2009).



Figura 5. *Clones de cacao.*

5.1.4. El cacao criollo

Proviene de la mezcla del Canelo del Oriente Ecuatoriano y un genotipo representa el 70% de producción en el Ecuador, entre las principales cualidades que podemos destacar de esta variedad es que tiene un alto rendimiento, gran tolerancia a plagas, posee muy poca cáscara y una pequeña cantidad de grasa. El rendimiento del cacao Criollo es de 12 quintales/ha/año, su vida útil es de 8 a 9 años (Díaz, 2021).

El cacao criollo se caracteriza porque la mazorca es de tamaño mediano y la punta es curvada, sus semillas son muy grandes y jugosas y su aroma es delicioso.

5.1.4.1. Composición química del cacao criollo

La composición química de los granos de cacao depende de varios factores, entre los que se pueden citar: tipo de cacao, origen geográfico, grado de madurez, calidad de la fermentación y secado. Los principales constituyentes químicos del cacao son: agua, grasa, compuestos fenólicos, materia nitrogenada (proteínas y purinas), almidón y otros carbohidratos, también la calidad en el cacao se manifiesta a través de características físicas (tamaño, peso, grosor de la cáscara), químicas (contenido de grasa, polifenoles, etc.) y sensoriales vinculadas con el sabor y el aroma (Aldave, 2016)

Las semillas de cacao están rodeadas de un mucílago que contiene de 10 a 15% de azúcar, 1% de pectina y 1,5% de ácido cítrico. Parte de este mucílago o pulpa es necesaria para la producción de alcohol y ácido acético en la fermentación de las almendras, pero, entre el 5 a 7% drena como exudado (Vallejo et al., 2016).

El cacao es una de las principales fuentes de polifenoles, estos compuestos se encuentran relacionados con la actividad antioxidante del cacao y sus subproductos, las propiedades antioxidantes del cacao son afectadas por factores como el genotipo, las condiciones agroclimáticas, el proceso de beneficio (fermentación y secado) y el proceso de industrialización. Durante el beneficio y la subsecuente etapa de tostado, se registra una pérdida sustancial de los componentes polifenólicos presentes en el grano, disminuyendo por ende la capacidad antioxidante del mismo, afectando la funcionalidad del grano, como agente antioxidante y alimento funcional (Tafurt et al., 2021).

Tabla 1.

Composición química del cacao criollo seco.

Componente	Variedad Criollo (%)
Humedad	36,36
pH	6,39
Acidez titulable	0,31
Taninos	0,68
Azúcares reductores	3,02
Azúcares totales	8,05
Proteínas	13,88
Cenizas	3,67
Grasas	50,99

Fuente. (Delgado, 2016).

5.1.5. Cultivo del cacao en Ecuador

La cultura del cacao en Ecuador es antigua, se sabe que, a la llegada de los españoles en la costa del Pacífico, ya se observaron grandes árboles de cacao que demostraban el conocimiento y la utilización de esta especie en la región costera, antes de la llegada de los europeos (Claire et al., 2016). El cacao es uno de los principales productos exportables del Ecuador, de hecho, las exportaciones han crecido pese a la contracción de la economía a nivel mundial. La “pepa de oro” ecuatoriana se sitúa entre las principales del mundo, alcanzando el cuarto lugar en exportaciones. La mazorca se cultiva en 21 de las 24 provincias del territorio ecuatoriano, acaparando *casi* 601.000 hectáreas. A pesar de que la mayoría de su producción se establece a nivel familiar y campesino, existen 137 empresas que se dedican a la exportación de cacao y sus derivados, que generaron más de \$ 800 millones de divisas en 2020. (Cobos, 2021).

Históricamente, el Ecuador ha sido un país productor y exportador de cacao, siendo el más importante de América, situándose en 2019 como el cuarto principal productor mundial de granos y acaparando 6,8% del total de las exportaciones globales, con más de 270.000 toneladas,

además los principales socios comerciales del Ecuador, que compraron 69,5% del total de las exportaciones del 2019 son: Indonesia (26%), Estados Unidos (17,1%), Holanda (15,4%) y Malasia (11%). El precio por tonelada del cacao ecuatoriano que se exporta fluctúa entre los \$ 3.000 y \$ 2.400. Este *commodity* ya se cotiza en la Bolsa de Nueva York (Cobos, 2021).

En el Ecuador actual se cultivan algunos tipos de cacao, pero la variedad conocida como Nacional es la más buscada entre los fabricantes de chocolate por la calidad de sus granos y la finura de su aroma, sin embargo, la llegada de enfermedades severas como la monoliosis o la escoba de bruja, hace unos 100 años, engendró la introducción masiva de cacao extranjero, venido particularmente de Venezuela. Estos cacaos se cruzaban con la variedad local, dando híbridos vigorosos y productivos, pero cuyos frutos tenían una calidad aromática menor que la original (Claire et al., 2016).

Las dos variedades de cacao que se producen en Ecuador son Nacional Arriba (fino) y CCN-51 (corriente), principalmente en las provincias de la Costa por la naturaleza tropical del cultivo. Tanto la superficie cosechada como la producción cacaotera local han seguido una tendencia creciente, alcanzando en 2014 las 487 mil Ha y 234 mil TM, respectivamente, además se ha estimado que alrededor de 600 mil personas estaban vinculadas directamente a la cadena del cacao, representando 4% de la PEA nacional y 12.5% de la PEA agrícola (ESPAE, 2016).

5.1.6. Importancia económica del cacao en Ecuador

El Ecuador ha sido por historia uno de los principales productores de cacao arriba a escala mundial, produciendo en la actualidad aproximadamente el 60% de la producción mundial de esta variedad, es decir que este producto ha tenido además importantes contribuciones para la economía nacional: siendo uno de los principales productos de exportación (tercer producto agrícola exportado), su participación dentro del PIB total promedia el 0,40% y dentro de PIB agropecuario de aproximadamente 6,7% (Quingaísa, 2007)

La importancia de la producción de cacao en Ecuador se evidencia además en que es el cultivo permanente con mayor superficie destinada para su producción, cubriendo un poco más

de 31% de la superficie del país dedicada a cultivos permanentes (que totalizaba 1.57 millones de hectáreas en 2014). De las 487 mil Ha de cacao existentes en 2014, 82% era producción exclusiva de cacao y 18% correspondía a cacao asociado con otros cultivos. Al observar la evolución de la superficie sembrada de cacao en el país se aprecia una significativa tendencia creciente, particularmente acelerada entre 2004 y 2011 (ESPAE, 2016)

Entre los efectos del crecimiento de la población mundial, del aumento del ingreso per cápita y de cambios en los hábitos alimenticios, está el crecimiento continuo en el consumo mundial de cacao a un ritmo que la oferta ha tenido dificultades de emparejar, En este entorno, la industria cacaotera local ha mostrado una interesante evolución, con un crecimiento tanto en superficie cosechada como en producción y exportaciones de cacao en grano, especialmente. Es una industria con mucho potencial, tanto para el cacao fino o de aroma (el mito del cacao ecuatoriano para algunos), el cacao de nichos, y para la variedad CCN-51, pudiendo con esta última llegar a ubicarse como el tercer productor mundial (ocupó el quinto lugar en 2014) (ESPAE, 2016).

El cacao ha sido un producto que en los últimos años se viene posicionando en el mercado internacional por parte de los países importadores con sus nuevas tendencias de demanda y al mismo tiempo los productores como Ecuador que internamente ha mejorado su producción no sólo en hectáreas, sino que ha tecnificado la semilla haciéndola más fuerte a los cambios climáticos, las plagas y enfermedades que ocasionan retrasos negativos en su producción. A nivel internacional existen grandes competidores como algunos países de África (Nigeria y Ghana), lo mismo que México, Ecuador, Guatemala, Honduras, Colombia y Brasil (Cruz y Cañas, 2018).

Dentro del mercado cacaotero, Ecuador es el mayor proveedor de cacao fino de aroma en el mundo, del 100% de la producción mundial de cacao fino alrededor de un 70% proviene de Ecuador, esto es debido a que el grano tiene un marcado sabor y olor por el suelo y su riqueza mineral además de a la antigüedad de las plantas de cacao. Ecuador también exporta elaborados de cacao hace varios años ganando paulatinamente mercado internacional por su gran calidad.

19 de las 24 provincias del tiene cultivo de cacao en el año 2016 la provincia que estuvo a la delantera en producción fue Guayas con un 28% del porcentaje nacional seguido por Los Ríos con 23% y Manabí con 13% (López, 2019).

5.1.6.1. Factores que influyen en la producción de cacao

En el Ecuador uno de los principales factores que reducen la calidad y producción del cacao es el uso incorrecto de los fertilizantes y sus dosificaciones, causando un desbalance nutricional, obteniendo de esta manera plantas con un pésimo desarrollo, vulnerables al ataque de plagas y enfermedades, por lo cual disminuye su capacidad productiva elevando de esta forma los costos de producción (Montes, 2016).

5.1.7. Comercialización del cacao en Ecuador

Para el año 2015 Ecuador logró exportar 236,677 toneladas de cacao en grano de las cuales 165, 673 son de la calidad fino y de aroma que representa el 70% del total enviado. Los principales mercados para el grano de cacao ecuatoriano son: Estados Unidos, Holanda y Malasia con 93.3, 34.1 y 19.1 mil toneladas respectivamente, lo siguen países como México, Canadá, Alemania y otros, todos con menos del 12% de participación (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, 2015)

Las formas de comercialización del cacao en Ecuador son para el mercado interno y externo. En cuanto a la comercialización externa, el país exporta en granos en sus dos variedades Sabor Arriba y Colección Castro Naranjal CCN51; los semielaborados como licor, manteca, torta, polvo y los elaborados como barras, tabletas, bombones, coberturas, polvo, relleno, baños y un sin fin de manufacturas más obtenidos a partir de mezclas con otros productos o frutos secos (Morales et al., 2018).

5.1.8. Manejo poscosecha del cacao

La cosecha y los procesos de poscosecha son decisivos en la calidad del cacao y deben ser realizados de forma inmediata y muy controlada, además el aroma y contenido de polifenoles

de los productos del cacao no dependen únicamente del cultivar, sino también, en gran medida, de la fermentación, el secado y el posterior tostado, es decir que los procesos de poscosecha no controlados pueden llevar a granos germinados o mohosos y con ello a una alta pérdida de calidad y la forma como se llevan a cabo estos procesos puede ser muy diferente entre distintos agricultores y depende del lugar y de las condiciones climáticas, siendo así que a través de la fermentación no sólo se forman los aromas importantes, sino que también se previene la germinación de las semillas, se remueven los restos de fruto y se ablanda la testa, lo cual facilita el procesamiento posterior y durante la fermentación, la masa de los granos de cacao se dispone de tal manera que por un lado están bien aislados y el calor se conserva, mientras que, por el otro lado, es posible la ventilación (Dostert et al., 2011).

El secado detiene el proceso de fermentación y en la mayoría de los casos se lleva a cabo al sol sobre superficies de madera/bandejas de secado o sobre suelos de cemento, tanto así que el secado al sol es simple, económico y muy efectivo. Las semillas se disponen de tal manera que forman una capa lo más delgada posible y se secan lentamente hasta alcanzar un contenido de humedad residual de 6—7.5%, por otro lado el proceso de secado no debe ser demasiado lento, ya que los granos pueden pudrirse. Las superficies de secado deben protegerse contra las lluvias y la entrada de roedores o aves, para prevenir la aparición de agentes patógenos (por ejemplo, Salmonella), sobre todo el secado demora normalmente, dependiendo de las condiciones climáticas, entre 7—14 días. En parte también se utilizan secadores eléctricos o a gas propano, que secan a una temperatura máxima de 45 °C. Especialmente cuando la cosecha de los granos de cacao coincide con el periodo de lluvias, se recomienda la utilización de una instalación de secado. Temperaturas demasiado altas y secado más rápido, sin embargo, les dan a los granos de cacao un sabor ácido y amargo (Dostert et al., 2011).

Después del secado, los granos de cacao se deben almacenar en cestas o en sacos nuevos (normalmente sacos de yute), estos son muy sensibles y, debido a su alto contenido de grasas adquieren muy rápidamente los aromas del ambiente, los sacos y los cestos deben ser, por lo tanto, almacenados en ambientes limpios sin contacto con el suelo o las paredes, también se deben mantener estrictamente separados de maíz, tabaco u otros alimentos (Dostert et al., 2011).

5.1.8.1. Composición química de las almendras de cacao fermentadas y secas.

Tabla 2.

Composición química de las almendras de cacao fermentadas y secas.

Componentes	Fermentado y seco (%)
Agua	5,00
Grasa	54,00
Cafeína	0,20
Teobromina	1,20
Polihidroxifenoles	6,00
Proteína bruta	11,50
Mono-oligosácaridos	1,00
Almidón	6,00
Pentosanos	1,50
Celulosa	9,00
Ácidos carboxílicos	1,50
Otras sustancias	0,50
Cenizas	2,60

Fuente. (Delgado, 2016).

5.1.9. Usos agroindustriales del cacao

Después del beneficio pos cosecha, los granos son el principal producto comercial del cacao, los cuales son la materia prima del chocolate, alimento altamente consumido en el mundo, cuya demanda industrial aumenta cada año, por lo que las inversiones e innovaciones tecnológicas en el cultivo del cacao tienen la intención de aumentar la productividad y la calidad del cacao (Homem et al., 2017).

En la actualidad a partir de las semillas del cacao se obtiene varios productos como el licor de cacao, manteca de cacao, cacao en polvo y el chocolate, siendo así que el mercado que

consume la mayor parte de la producción de cacao a nivel mundial es la industria chocolatera, sin embargo, el polvo de cacao, la manteca de cacao y pasta de cacao también son utilizados como materia prima para elaborar galletas, bombones, dulces recubiertos, cervezas, mermeladas, entre otros (López, 2019).

5.1.10. Normas de calidad de los granos del cacao

Cubillos et al. (2008) menciona que los granos de cacao deben cumplir con ciertos criterios que satisfagan las necesidades del comprador y que el cacao debe estar adecuadamente fermentado y seco (7% de humedad), libre de olores y de cuerpos extraños, no debe superar los límites en los contenidos de granos pizarrosos (sin fermentar o subfermentados), en el contenido de granos planchos, dobles, quebrados, mohosos, infestados de insectos o germinados. El límite inferior del peso de un grano debe ser de 1 gramo.

5.1.11. Actividad Antioxidantes

Los antioxidantes se consideran compuestos bioactivos importantes debido a sus numerosos beneficios para la salud, además de su papel fundamental en el retraso del enranciamiento oxidativo de numerosos alimentos (Moharram y Youssef, 2014), siendo esta una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas, es decir que la oxidación es una reacción química de transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante, estas reacciones de oxidación pueden producir radicales libres que comienzan reacciones en cadena que dañan las células (Jamanca y Alfaro, 2017).

La determinación cuantitativa de los polifenoles totales en cacao y sus productos incluyen su medición por el método de folin ciocalteu o la cuantificación por HPLC (cromatografía líquida de alta presión) de (-)-epicatequina y (+)-catequina, esta determinación de la actividad antioxidante se basa en ensayos con dos tipos de mecanismos de reacción: El primero HAT, ensayos basados en reacciones de transferencia de átomos de hidrógeno (ecuación 1); y el segundo SET, ensayos basados en reacciones de transferencia de un solo

electrón que posee el potencial para reducir algún compuesto, incluyendo metales, carbonilos y radicales (Delgado, 2016).

Los polifenoles son un grupo grande de sustancias químicas y heterogéneas de metabolitos secundarios biológicamente activos en plantas, dentro de los polifenoles se encuentran los flavonoides, en este grupo de polifenoles flavonoides se encuentran las catequinas (catequina y epicatequina), más conocidas como flavonoles monoméricos, que son los principales flavonoides en el grano de cacao y la catequina y epicatequina pueden formar polímeros, que a menudo se las denominan proantocianidinas (Bastidas, 2016).

Los ensayos tipo SET involucran reacciones redox con el oxidante mientras que los ensayos con reacciones tipo HAT, monitorean la cinética de la reacción, sobre todo en los métodos tipo HAT, generalmente emplean sustancias generadoras de radicales libres, una molécula oxidable de prueba y un antioxidante, estas reacciones son rápidas y dependientes del pH, mientras que las reacciones de transferencia de electrones son lentas; por esta razón las mediciones tipo SET se basan más en el decrecimiento de un producto que en su cinética (Delgado, 2016).

5.1.11.1. Método ABTS

El radical $ABTS^{\circ+}$ se obtiene tras la reacción de ABTS (7 mM) con persulfato potásico (2,45 mM, concentración final) incubados a temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}C$) y en la oscuridad durante 16 h. Una vez formado el radical $ABTS^{\circ+}$ se diluye con etanol hasta obtener un valor de absorbancia comprendido entre 0,70 ($\pm 0,1$) a 754 nm (longitud de onda de máxima absorción). Las muestras filtradas (antocianos) se diluyen con etanol hasta que se produce una inhibición del 20 al 80%, en comparación con la absorbancia del blanco, tras añadir 20 μL de la muestra. A 980 μL de dilución del radical $ABTS^{\circ+}$ así generado se le determina la A_{754} a $30^{\circ}C$, se añade 20 μL de la muestra (dilución de antocianos) y se mide de nuevo la A_{754} pasado 1 minuto y la absorbancia se mide de forma continua transcurridos 7 minutos, además el antioxidante sintético de referencia, trolox, se ensaya a una concentración de 0-15 μM (concentración final) en etanol, en las mismas condiciones, lo que se hace también con ácido ascórbico (0-20 mg/100 mL), estos

resultados se expresan en TEAC (actividad antioxidante equivalente a Trolox) y en VCEAC (actividad antioxidante equivalente a vitamina C), en este último caso por tratarse de alimentos (Kuskoski et al., 2005).

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en dos etapas, la primera consto en la recolección de las muestras de cacao la cual tuvo efecto en la Parroquia Zapallo Cantón Flavio Alfaro y la segunda fue la evaluación de los análisis físicos y su capacidad antioxidante de las 10 fincas escogidas que se realizó en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí extensión Chone, con las siguientes coordenadas: 0°41'18,55" latitud Sur y 0°13'26,67" longitud Oeste, ubicado a 16 m.s.n.m., con una precipitación de 665° mm, una evaporación 1407° mm, y con temperatura promedio de 34 °C máxima y 19,3 °C mínima (Google Maps).

6.1.1. Ubicación y selección de la Fincas

Para realizar la experimentación se escogieron 10 fincas productoras de cacao criollo de la Parroquia Zapallo Cantón Flavio Alfaro, que se encuentra ubicada al Norte de la Provincia de Manabí, en la vía que va de Chone a Quito donde se obtuvieron las muestras para sus respectivos análisis.

A continuación, se describe la ubicación de cada una de las fincas de donde se obtuvo las muestras del cacao para su respectivo análisis:

- La finca #1 del Sr Ramón Álvarez: ubicada en el sitió Buenos Aires con longitud de -79.958549° y latitud de -0.51508°
- La finca #2 del señor Freddy Alcívar: ubicada en el sitió Buenos Aires con longitud de -79.956462° y latitud de -0.515852°

- La finca #3 del señor Wilmington Alcívar: ubicada en el sitió Buenos Aires con longitud de -79.949446° y latitud de -0.515174°
- La finca #4 del señor Walter Alcívar: ubicada en el sitió Buenos Aires con longitud de -79.945217° y latitud de -0.512759°
- La finca #5 del señor Dilquer Valdéz: ubicada en el sitió Buenos Aires con longitud de -79.959225° y latitud de -0.510077°
- La finca #6 del señor Santiago Valdéz: ubicada en el sitió Buenos Aires con longitud de -79.95043° y latitud de -0.50982°
- La finca #7 del señor Martín Álvarez: ubicada en el sitió Buenos Aires con longitud de -79.960959° y latitud de -0.511612°
- La finca #8 del señor Arturo Ferrín: ubicada en el sitió Buenos Aires con longitud de -79.96031° y latitud de -0.511695°
- La finca #9 del señor Odilio Álvarez: ubicada en el sitió Buenos Aires con longitud de -79.957641° y latitud de -0.509451°
- La finca #10 del señor Dimas Ferrín: ubicada en el sitió El Moral con longitud de -79.963811° y latitud de -0.506293°

6.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

La parte experimental constó con un diseño completamente al azar (DCA) con 10 tratamientos (muestras de las 10 fincas) y 3 repeticiones de cada tratamiento, se realizó el diseño experimental en el programa estadístico Infostat versión estudiantil.

Como se describe en la tabla 3 los tratamientos fueron las muestras recolectadas en las diez fincas con 3 repeticiones.

Tabla 3.

Detalle de los tratamientos.

N° de tratamientos	Código	Detalle	Repeticiones
1	T1	Muestra de Finca 1	3
2	T2	Muestra de Finca 2	3
3	T3	Muestra de Finca 3	3
4	T4	Muestra de Finca 4	3
5	T5	Muestra de Finca 5	3
6	T6	Muestra de Finca 6	3
7	T7	Muestra de Finca 7	3
8	T8	Muestra de Finca 8	3
9	T9	Muestra de Finca 9	3
10	T10	Muestra de Finca 10	3

6.3. EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO

- Deshidratador
- Fundas quintaleras
- Bolsas de papel
- Envases Ambar
- Gramera
- Pie de Rey
- Envases de plásticos con tapa
- Bandejas de aluminio
- Alcohol al 98%

6.4. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

6.4.1. Diagrama de proceso del experimento

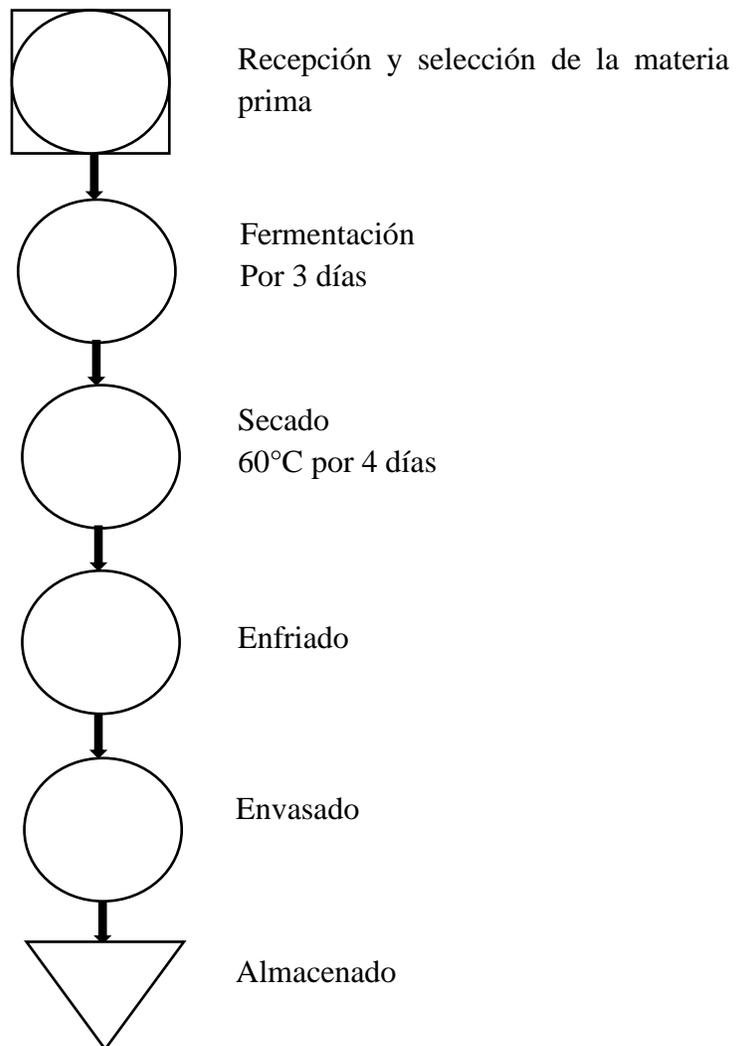


Figura 6. *Diagrama de flujo del secado del cacao criollo.*

6.4.2. Descripción del proceso

Recepción de la materia prima.

Las muestras del cacao fueron recolectadas de las diez fincas ubicadas en la Parroquia Zapallo Cantón Flavio Alfaro, se transportaron en mazorca hasta la facultad y allí se procedió a la extracción del grano en baba, seleccionando el grano de los que tuvieran en mal estado para su posterior fermentación.

Fermentación.

Cada una de las muestras de cacao en baba recolectadas fueron envasadas en fundas quintaleras sometiéndolas a fermentación por un periodo de tres días.

Secado.

Se realizó un secado artificial en una deshidratadora a una temperatura de 60°C por 4 días (de 9:30am a 7:00 pm) hasta obtener una humedad de 7%.

Enfriado.

Se dejó enfriar los granos de cacao por 30 minutos aproximadamente a temperatura ambiente en las mismas bandejas que se secaron.

Envasado.

Se envasó cada una de las muestras en bolsas de papel con sus respectivas repeticiones rotulándolos con su código de muestra.

Almacenado.

Se almaceno en laboratorio para sus respectivos análisis.

6.5. ANÁLISIS DE LABORATORIO

6.5.1. Análisis físico

Para la evaluación física de los granos de cacao se consideró los siguientes parámetros de acuerdo a los requisitos de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 176 (2018)

Índice de semilla: Para medir el índice de semilla se tomó de cada muestra 100 granos de cacao escogidos al azar, se pesó en gramos y se aplicó la siguiente formula:

$$IS = \frac{P \ 100 \ sfs \ (gr)}{100}$$

IS: Índice de semilla

P 100 sfs (gr): Peso de 100 semillas fermentadas y secas en gramos

100: Total de las semillas pesadas

Porcentaje de testa: Se peso 35 granos de cacao fermentados y secos, se descascarilla y se pesa por separado el cotiledón y las cascarillas, y para determinar el porcentaje de testa se empleó la siguiente formula:

$$Testa \ (%) = \frac{Peso \ de \ testa \ (cascarilla)}{Peso \ de \ los \ 35 \ granos} * 100$$

Número de almendras: Se tomó granos al azar de cada uno de los tratamientos, colocándolos en una gramera hasta conseguir un peso de 100 gr

Peso de granos: Se escogió 3 granos al azar de cada tratamiento y en una gramera se tomó el peso de cada uno.

Dimensiones del grano de cacao: Se tomó 25 granos de cada tratamiento escogidos al azar y se le tomó las medidas de las dimensiones (largo y ancho) a cada uno de los granos de cacao.

Humedad: Para determinar el porcentaje de humedad, se molió 30gr de cacao de cada una de las muestras y mediante el método gravimétrico se determinó el contenido de humedad presente en las muestras de cacao.

6.5.2. Análisis de la capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante de los tratamientos se realizó aplicando un ensayo mejorado de decoloración de cationes radicales ABTS*, se recolecto granos de cacao de cada uno de los tratamientos y se procedió a molerlos, luego de obtener en los tratamientos pulverizados se preparó el extracto acuoso y se homogenizó para colocarlos en baño maría a una temperatura de 65°C por una hora, consecutivamente se filtró para evitar la presencia de sólidos en sedimentación. Posteriormente se cuantificó por medio de espectrometría y los resultados se expresaron en TEAC (Trolox equivalente a capacidad antioxidante) mediante la construcción de la curva patrón, usando como antioxidante Trolox.

6.5.3. Análisis estadísticos

Los resultados de los tratamientos y sus repeticiones de cada parámetro evaluado fue tabulado en programa y mediante el programa estadístico Infostat, por medio de las pruebas de Shapiro-Wilks de normalidad y Levene de homogeneidad, se determinó si cumplen con los supuestos en los diferentes parámetros evaluados, al cumplir con los supuestos se empleó el análisis de varianza de ANOVA y las comparaciones de Tukey con un nivel de significancia de $p > 0,05$; al no cumplir con los supuestos se aplicó el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. ANÁLISIS FÍSICOS DEL CACAO CRIOLLO

Las pruebas de Shapiro-Wilks de normalidad y Levene de homogeneidad arrojaron que el índice de semilla, número de almendras, peso de granos y ancho del grano cumplieron con los supuestos de ANOVA, prosiguiendo a realizar el análisis de varianza paramétrico respectivo y para los parámetros restantes se le aplicó análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis.

Tabla 4.

Supuesto de Normalidad y Homogeneidad de los parámetros físicos del cacao.

Parámetros	Prueba de Shapiro-Wilk	Prueba de Leve
Índice de semilla	0,8322	0,1068
Porcentaje de testa	0,0287	0,6814
Número de almendras	0,8309	0,7246
Peso de granos	0,7670	0, 0480
Ancho del grano	0,1898	0,3672
Largo del grano	<0,0001	0,0029
Humedad	0,0485	0,1854

7.1.1. Índice de semilla

Al cumplir con los supuestos de Anova al parámetro índice de semilla, se realizó el análisis de varianza paramétrico como lo especifica con un valor p de <0,0001, demostrando que existe significación en los diferentes tratamientos o fincas con un coeficiente de variación de 2,38.

Tabla 5.*Varianza paramétrica del índice de semilla.*

F.V.	SC.	Gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,21	9	0,02	23,97	<0,0001**
Error	0,02	20	9,6E-04		
Total	0,23	29			
CV	2,38				

SC: Suma de cuadrados, **gl:** grados de libertad, **CM:** Cuadrados medios, **CV:** Coeficiente de variación, **F:** F de Fisher, **p-tab:** Tabla F, ******Altamente significativo al 0,05%

Las medias de cada tratamiento se dividieron en cinco grupos de los cuales existe diferencias significativas en los tratamientos seis y diez, al contrario de los tratamientos restantes que al estar en grupos iguales no son significativos como se indica en la tabla 6. Teniendo con una media más alta al T10 (1,48) y la media más baja el T1 (1,20), es decir que la media más alta del índice de semilla la tuvo la finca #10 y la más baja la finca #1, deduciendo que el tratamiento 10 tuvo mayor germinación en las semillas, por lo tanto obtuvo un índice más alto

A diferencia de Olarte y Rincon (2019) que tuvieron un índice mayor en los resultados obtenidos en la caracterización del clon FTA-4 para el índice de grano en un tratamiento postcosecha de 6 días de fermentación y un secado natural, obteniendo de esta forma una media de 1,96 g con una desviación estándar de 0,01473. En cambio (Palacios, 2008) no presentó diferencias significativas con valores similares de 1.36g en el cacao obtenido de Calón Eloy y Naranjal

Vera et al. (2014) observa que hay diferencias ($p < 0.05$) entre los clones de cacao estudiados para la variable índice de semilla. El mayor índice lo obtuvo el clon DIRCYT-C103 con 1.65 g, seguido por el testigo CCN-51 con 1.62 g. Se aprecia que el promedio general fue de 1.32 g con un coeficiente de variación de 15.52%.

Tabla 6.*Comparaciones de medias del índice de semilla.*

Tratamientos	Medias	n	Agrupaciones			
T10	1,48	3	A			
T6	1,38	3	B			
T5	1,36	3	B	C		
T4	1,32	3	B	C	D	
T2	1,31	3	B	C	D	
T3	1,27	3		C	D	E
T7	1,26	3			D	E
T8	1,25	3			D	E
T9	1,20	3				E
T1	1,20	3				E

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)***7.1.2. Porcentaje de testa**

Al no cumplir con los supuestos de Anova para el porcentaje de testa se le aplicó el análisis de varianza no paramétrico arrojando que no existe significancia en las medias con un p-valor de 0,2584. El T5 o la Finca #5 tuvo una media de 11,76 siendo el más alta y el T7 o la Finca 7 la media más baja. Los resultados fueron inferiores a los presentados por Álava (2016), donde el porcentaje de testa del cacao fino de aroma dio un promedio elevado, demostrando que está fuera de la NTE INEN 176: 2006 que establece que la testa no debe pasar del 12% del peso de la almendra.

Así mismo Palacios (2008) no demostró diferencias en las zonas estudiadas, siendo Naranjal con 16.93 % en testa que obtuvo el mayor porcentaje, valor que está por encima del 12 % que es un porcentaje estándar para exportación. De igual manera Vera et al. (2014) el análisis de varianza no presento diferencias ($p < 0.05$), sin embargo, el clon DIRCYT-C102 tuvo

el mayor porcentaje de testa (39.49) seguido por DIRCYT-C107 (38.21). El promedio general del porcentaje de testa fue 18.92 con un coeficiente de variación de 90.46%

Andrade et al. (2019), en una investigación realizada a cacaos de Ecuador y Perú determinó que los porcentajes de testa de los varietales de Ecuador muestran que el cacao Nacional tuvo un valor de 16.19 ± 0.49 % y CCN 51, un 12.33 ± 0.34 %. Los materiales de Perú mostraron los siguientes resultados: CCN 51 con 10.05 ± 0.54 %, y para ICS 6 con 15.38 ± 0.37 %. El grano de cacao Nacional de Ecuador e ICS 6 de Perú no muestran diferencias significativas ($p > 0.05$); sin embargo, el grano de cacao CCN 51 de ambos países muestran diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Tabla 7.

Varianza no paramétrica del porcentaje de testa.

Trat.	N	Medias	D.E.	gl	H	p-valor
T1	3	10,68	1,19	9	11,26	0,2584
T2	3	11,19	1,16			
T3	3	9,81	0,83			
T4	3	9,96	1,07			
T5	3	11,76	0,39			
T6	3	10,92	1,03			
T7	3	9,67	0,97			
T8	3	10,13	1,23			
T9	3	11,28	0,89			
T10	3	10,66	1,02			

7.1.3. Número de almendras

En la tabla 8 se muestra el resultado del análisis de varianza paramétrica del número de almendras del cacao, dando un p-valor de 0,0051 equivalente a diferencias significativas en las medias con un coeficiente de variación de 6,32.

Tabla 8.*Varianza paramétrica del número de almendras.*

F.V.	SC.	Gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	853,63	9	94,85	3,94	0,0051
Error	4,81,3	20	94,85		
Total	1334,97	29			
CV	6,32				

SC: Suma de cuadrados, **gl:** grados de libertad, **CM:** Cuadrados medios, **CV:** Coeficiente de variación, **F:** F de Fisher, **p-tab:** Tabla F, ******Altamente significativo al 0,05%

Como se muestra en la tabla 9 de comparaciones de medias del número de almendras, se dividen en 2 agrupaciones A-B indicando que T10 con una media de 67,67 difiere significativamente de resto y es la media de menor valor y la media de mayor valor fue el T1 con 84,67; en cambio Palacios (2008) no presentó significación estadística en ninguna de las zonas estudiadas obteniendo el mayor número de almendras la zona de Colón Eloy con una media de 76,55 que nos demuestra que el peso promedio de una almendra está por encima de 1 gramo.

Vera et al. (2014) en un estudio a clones de cacao Nacional de Ecuador con respecto al número de almendras, el análisis de varianza presentó diferencias ($p < 0.05$), el clon DIRCYT-C255 con 46.4, seguido por el testigo CCN-51 con 45.00. El promedio general del número de almendras fue 40.4 con un coeficiente de variación de 7.47%.

Tabla 9.*Comparaciones de medias del número de almendras.*

Tratamientos	Medias	n	Agrupaciones	
T1	84,67	3	A	
T9	84,00	3	A	
T3	83,33	3	A	
T8	79,67	3	A	B
T2	78,67	3	A	B
T7	78,33	3	A	B
T6	74,33	3	A	B
T4	73,00	3	A	B
T5	72,67	3	A	B
T10	67,67	3		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)***7.1.4. Peso de granos**

La tabla 10 especifica que no existe diferencias significativas entre los tratamientos con un p-valor de 0,1304 y un coeficiente de variación de 16,59 en el parámetro de peso de granos.

Tabla 10.*Varianza paramétrica del peso de granos.*

F.V.	SC.	Gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1,11	9	0,12	1,80	0,1304
Error	1,37	20	0,07		
Total	2,49	29			
CV	16,59				

SC: Suma de cuadrados, **gl:** grados de libertad, **CM:** Cuadrados medios, **CV:** Coeficiente de variación, **F:** F de Fisher, **p-tab:** Tabla F, ******Altamente significativo al 0,05%

La tabla 11 de comparaciones de medias de peso de granos solo tiene una agrupación (A), por lo tanto, no existe diferencias entre las medias. Para este parámetro la media más baja fue el T3 de 1,23 y el T10 con 1,97 la más alta. De forma similar Vera et al. (2014) respecto al peso de 100 almendras, el análisis de varianza no presento diferencias estadísticas, con un promedio general fue 136.42 g con un coeficiente de variación de 21.55%.

Mediante dos tipos de fermentadores Álvarez et al. (2010) evaluó la calidad del cacao, dando como resultado que la prueba de medias de Tukey mostró variaciones significativas ($P \leq 0,05$) con respecto al peso, los granos fermentados y secos en los CM mostraron un mayor valor (157,45 g) para este índice y con un menor Pt (13,95 %), mientras que las CP mostraron un menor valor del peso (148,89 g) con un alto valor en el Pt (14,04%).

Tabla 11.

Comparaciones de medias del peso de granos.

Tratamientos	Medias	n	Agrupaciones
T10	1,97	3	A
T6	1,80	3	A
T2	1,63	3	A
T5	1,60	3	A
T4	1,60	3	A
T7	1,60	3	A
T8	1,50	3	A
T9	1,43	3	A
T1	1,43	3	A
T3	1,23	3	A

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

7.1.5. Dimensiones del grano de cacao

7.1.5.1. Ancho

Con un p-valor de 0,3237 en la tabla 12 se detalla el parámetro ancho del grano, indicando que no existe diferencias estadísticas significativas en los tratamientos, con un coeficiente de variación de 12,69.

Tabla 12.

Varianza paramétrica del ancho del grano de cacao.

F.V.	SC.	Gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0.62	9	0,07	1,16	0,3237
Error	14,33	20	0,06		
Total	14,95	29			
CV	12,69				

SC: Suma de cuadrados, **gl:** grados de libertad, **CM:** Cuadrados medios, **CV:** Coeficiente de variación, **F:** F de Fisher, **p-tab:** Tabla F, ******Altamente significativo al 0,05%

En la tabla 13 se muestra mediante una sola agrupación (A) que las medias no tienen nivel de significancia, siendo el T1 el promedio más alto de 2,02 y el T9 el más bajo de 1,85. Siendo así que la Finca #1 que tiene la mayor anchura en sus granos y la de menor anchura fue la Finca #9. Resultados similares tuvo Ayestas, (2009) donde el ancho de la semilla mostró un promedio de 1.4 cm (± 0.2), con máximo de 2.1 cm en el árbol ID-265 y un mínimo de 0.9 cm para el árbol ID-357.

Tabla 13.*Comparaciones de medias del ancho del grano de cacao.*

Tratamientos	Medias	n	Agrupaciones
T1	2,02	25	A
T7	1,99	25	A
T2	1,95	25	A
T8	1,93	25	A
T10	1,93	25	A
T5	1,93	25	A
T3	1,90	25	A
T4	1,88	25	A
T6	1,88	25	A
T9	1,85	25	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)***7.1.5.2. Largo**

El parámetro largo del grano de los granos de cacao indica mediante análisis de varianza que no paramétrico que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Tabla 14.*Varianza no paramétrica del largo del grano del cacao.*

Trat.	N	Medias	D.E.	Gl	H	p-valor
T1	25	0,97	0,22	9	21,48	0,0066
T2	25	1,02	0,09			
T3	25	1,07	0,14			
T4	25	1,07	0,20			
T5	25	1,06	0,24			
T6	25	0,99	0,10			
T7	25	1,05	0,12			
T8	25	1,06	0,12			
T9	25	0,96	0,10			
T10	25	1,08	0,12			

De acuerdo a la tabla 15 de comparaciones de medias del largo del grano del cacao, muestran que se dividen en cuatro agrupaciones A-B-C-D, siendo los tratamientos T9 con la media más baja de 0,96 y el T10 la más alta de 1,08 que tienen diferencias significativas, respecto a los demás tratamientos, es decir que la finca que tuvo en sus granos un mayor largor fue la finca #10 y la de menor fue la finca #9. Los resultados de Ayestas, (2009) fueron superiores con una variación de 2 cm para el árbol ID-337 a 4 cm en el árbol ID-298, con un promedio de 2.7 cm.

Tabla 15.*Comparaciones de medias del largo del grano de cacao.*

Tratamientos	Medias	n	Agrupaciones			
T9	0,96	25	A			
T6	0,99	25	A	B		
T1	0,97	25	A	B	C	
T2	1,02	25	A	B	C	D
T5	1,06	25	A	B	C	D
T4	1,07	25		B	C	D
T7	1,05	25		B	C	D
T8	1,06	25			C	D
T3	1,07	25			C	D
T10	1,08	25				D

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

Andrade et al. (2019), arrojó los siguientes resultados; el cacao Nacional de Ecuador tuvo los siguientes valores: largo 21.96 ± 0.13 mm, ancho 12.32 ± 0.17 mm y espesor 8.19 ± 0.09 mm, que mostró una diferencia de medidas en el largo con el ICS 6 ($p \leq 0.05$) de Perú; estas medidas fueron largo 23.39 ± 1.24 mm, ancho 12.82 ± 0.34 mm y espesor 9.32 ± 1.38 mm. El material CCN 51 de Ecuador mostró valores de largo 22.45 ± 0.32 mm, ancho 12.79 ± 0.16 mm, y espesor 8.24 ± 0.36 mm; frente al CCN 51 de Perú con valores de largo 24.97 ± 0.40 mm, ancho 13.80 ± 0.89 mm y espesor 9.78 ± 0.94 mm, con diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en el largo y ancho, siendo el cacao CCN 51 de Perú el más largo y ancho de los granos de cacao estudiados para ambos países. Álvarez et al. (2010) no mostro diferencias significativas entre los dos fermentadores en las dimensiones promedio del grano.

7.1.6. Humedad

El análisis de varianza no paramétrica realizado a los resultados de los tratamientos de la humedad del cacao no mostró diferencias significativas entre las medias, indicando variación

de 7,60 a 6,20 en la tabla 16, estos resultados cumplen con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 176:2006 a excepción de los tratamientos T3-T6-T10 superan el porcentaje de humedad en el cacao que es 7%.

De acuerdo a 3el análisis estadístico de Álvarez et al. (2010) realizado a los valores promedios correspondientes a las características químicas de calidad de los granos de cacao, determinó que no variaron significativamente ($P \leq 0,05$) entre los dos fermentadores y en la frecuencia de remoción de la masa. Los valores del contenido de humedad fueron similares en todos los factores estudiados.

Vera et al. (2014) en el contenido de humedad del grano, según el análisis de varianza, no hubo diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$), donde todas las muestras estaban dentro del rango de 6 a 7% de humedad. En cambio, para (Álava, 2016) en sus resultados de humedad que se tomó a los granos finos de aroma obtuvo un promedio de 7.3%. Esto indica que este porcentaje superaron la norma.

Tabla 16.

Varianza no paramétrica de la humedad del cacao.

Trat.	N	Medias	D.E.	gl	H	p-valor
T1	3	6,89	0,10	9	12,59	0,1822
T2	3	6,87	0,80			
T3	3	7,03	0,10			
T4	3	6,76	1,00			
T5	3	6,37	0,80			
T6	3	7,31	0,10			
T7	3	6,38	0,48			
T8	3	6,20	0,51			
T9	3	6,68	0,04			
T10	3	7,60	0,54			

7.2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL CACAO CRIOLLO

Al cumplir con los supuestos de Anova y con un p-valor de <0,0001 del análisis de varianza de la capacidad antioxidante (ABTS) equivalente a Trolox (TEAC), se observaron diferencias significativas de acuerdo a la tabla 17 con un coeficiente de variación de 0,21.

Tabla 17.

Varianza paramétrica de la capacidad antioxidante del cacao.

F.V.	SC.	Gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	8967778,71	9	996419,86	90054,21	<0,0001**
Error	221,29	20	11,06		
Total	8968000,01	29			
CV	0,21				

SC: Suma de cuadrados, **gl:** grados de libertad, **CM:** Cuadrados medios, **CV:** Coeficiente de variación, **F:** F de Fisher, **p-tab:** Tabla F, **Altamente significativo al 0,05%

Con 9 agrupaciones A-B-C-D-E-F-G-H-I la capacidad antioxidante (ABTS) equivalente a Trolox (TEAC), muestras que las medias T1-T2-T4-T6-T7-T8-T9-T10 existe diferencias estadísticas significativas a excepción del T3 Y T5 que tienen letras similares. Las medias indicaron variación de 2352,33 a 665,17. En cambio en la investigación de Avendaño et al. (2021), con relación a la capacidad de inhibir el radical libre 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolino6-ácidosulfónico) (ABTS); no se observaron diferencias estadísticas entre especies, excepto en T. bicolor quien registró el menor valor. Los genotipos derivados de T. cacao mostraron variación de 17.3 a 86.1.

Los resultados de Perea et al. (2009) sobre la capacidad antioxidante obtenidos para los productos derivados del cacao, medida en sustancias patrón como el ácido gálico y el ácido ascórbico por el método ABTS donde se obtuvo una media para el cacao seco y molido de $283,51 \pm 42,64$.

Tabla 18.*Comparaciones de medias de la capacidad antioxidante del cacao.*

Tratamientos	Medias	n	Agrupaciones		
T4	2352,33	3	A		
T2	2307,93	3	B		
T9	2033,67	3	C		
T7	1881,13	3	D		
T8	1743,30	3	E		
T10	1552,67	3	F		
T3	1248,37	3	G		
T5	1243,63	3	G		
T1	887,00	3	H		
T6	665,17	3	I		

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

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- Los análisis físicos de las muestras de las diez fincas del cacao criollo cumplen con los requisitos de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 176:2006, obteniendo diferencias significativas en los parámetros evaluados; el índice de semilla tuvo una variación de 1,48 a 1,20; el porcentaje de testa de 11,76 a 9,67; el número de almendras de 84,67 a 67,67; peso en grano de 1,97 a 1,23; el ancho del grano de 2,02 a 1,85 y largo del grano de 1,08 a 0,96. La humedad cumple con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 176:2006 a excepción de los tratamientos T3-T6-T10 superan el porcentaje de humedad en el cacao que es 7%.
- Existe diferencias significativas en la capacidad antioxidante, aunque las fincas estén en una misma zona y es la misma variedad de cacao con una variación de 2352,33 a 665,17 mmol Trolox/g.

8.2. RECOMENDACIONES

- Una vez obtenido información de estas fincas se puede realizar otro estudio para evaluar el contenido fenólico de los granos de cacao.
- Que se evalúe la capacidad antioxidante y contenido fenólico en productos elaborados como el chocolate.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álava, L. (2016). *Efecto tiempo- temperatura de tostado del cacao fino de aroma, en sus características fisicoquímicas y organolépticas*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López"]. <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/556/TAI113.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aldave, G. (2016). *Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en los caracteres sensoriales y en las propiedades químicas de granos de cacao (Theobroma cacao L.) procedente de Uchiza, San Martín-Perú para la obtención de NIBS*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/5009/Aldave_pj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Álvarez, C., Tovar, L., García, H., Morillo, F., Sánchez, P., Girón, C., y De Farias, A. (2010). Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando dos tipos de fermentadores. *Revista Científica UDO Agrícola*, 10(1), 76-87. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3909942>
- Andrade, J., Rivera, J., Chiere, G., y Ureña, M. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, 10(4), 1-12. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422019000400001
- Arvelo, M., González, D., Maroto, S., Delgado, T., y Montoya, P. (2017). *Manual Técnico del Cultivo de Cacao Prácticas Latinoamericanas*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura: <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6181/1/BVE17089191e.pdf>
- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. (2015). *Exportación ecuatoriana de cacao 2015*. Anecacao: <http://www.anecacao.com/index.php/es/estadisticas/>

- Asociación Nacional del Café. (2016). *Cultivo de cacao*. Infocafés: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/05/Cultivo-de-Cacao.pdf>
- Avendaño, C., Campos, E., López, C., Martínez, M., Caballero, J., Báez, M., . . . Cadena, J. (2021). Actividad antioxidante en genotipos de *Theobroma* spp. (*Malvaceae*) en México. *Revista de Biología Tropical*, 69(2), 507-523. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v69n2/0034-7744-rbt-69-02-507.pdf>
- Ayestas, E. (2009). *Caracterización morfológica de cien árboles promisorios de Theobroma cacao L. en Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. https://www.worldcocoafoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/ayestasvillega2009.pdf
- Barrera, V., Escudero, L., Racines, M., García, C., Arévalo, J., Casanova, T., . . . Domínguez, J. (2019). *La cadena de valor del cacao y el bienestar de los productores en la provincia de Manabí-Ecuador*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5377>
- Bastidas, E. (2016). *Análisis proximal, compuestos fenólicos, alcaloides, ácidos grasos y actividad antioxidante de dos lotes de Chocolate Piura Milk, Cacaosuyo*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/559>
- Bermúdez, K., y Mendoza, C. (2016). *Post-cosecha y secado del grano del cacao nacional fino y de aroma para la determinación de perfiles físicos, bromatológicos y organolépticos*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López"]. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/562/2/TAI116.pdf>
- Cardona, L., Rodríguez, E., y Cadena, E. (2016). Diagnóstico de las prácticas de beneficio del cacao en el departamento de Arauca. *Revista Lasallista de Investigación*, 13(1), 94-104. <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v13n1/v13n1a09.pdf>

- Carrillo, J., y Pilligua, C. (2019). *Evaluación del efecto inhibitorio de fracciones de compuestos fenólicos de la cáscara de Theobroma cacao de la variedad CCN51, en Salmonella Y E. Coli*. [Tesis de grado, Universidad Layca Eloy Alfaro de Manabí]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/1948>
- Claire, R., Loor, R., Zarrillo, S., y Valdez, F. (2016). Origen de la domesticación del cacao y su uso temprano en Ecuador. *Instituto Francés para el Desarrollo (IRD)*, 12-14. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers19-08/010076407.pdf
- Cobos, E. (2021). *Ecuador tiene en el cacao una oportunidad de oro*. Revista Gestión Digital: <https://www.revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/ecuador-tiene-en-el-cacao-una-oportunidad-de-oro>
- Collahuazo, L. (2019). *La producción del cacao y su incidencia en la economía del Ecuador, período 2013-2017*. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45672>
- Cruz, R., y Cañas, P. (2018). La importancia de la exportación del cacao en Colombia y los países en América Latina. *Revista Investigación y Gestión*, 1(1), 18-27. <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ID/article/view/1514/1419>
- Cubillos, G., Merizalde, G., y Correa, E. (2008). *Manual de beneficio del cacao 2008: para técnicos, profesionales del sector agropecuario y productores*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13260>
- Delgado, J. (2016). *Evaluación de polifenoles totales, antocianinas, capacidad antioxidante y sensorial en chocolate "BITTER" con "NIBS" fermentados y no fermentados*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1264/DVJD_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Díaz, D. (2021). *Evaluación de los parámetros de calidad mediante la identificación de las características organolépticas del Cacao de Exportación en el Ecuador*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16312>
- Dostert, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M., y Weigend, M. (2011). *Hoja botánica: Cacao*. botconsult GmbH: http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf
- Enciso, E., Aguilar, E., y Común, P. (2019). Actividad antioxidante y efecto genotóxico de las semillas de *Theobroma cacao* L. "cacao". Ayacucho-2018. *Revista Investigación UNSCH*, 27(2), 159-167. <http://revistas.unsch.edu.pe/revistasunsch/index.php/investigacion/article/view/133/129>
- ESPAE. (2016). *Industria del Cacao*. [Proyecto Estudios Industriales, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2016/12/industriacacao.pdf>
- García, J., y Mero, J. (2019). *Influencia de las condiciones agroclimáticas y suelo sobre la composición bromatológica del pericarpio de cacao fino de aroma (Theobroma cacao) en la provincia de Manabí*. [Tesis de pregrado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/1953>
- García, M. (2011). *Estudio Agromorfológico y fisicoquímico de ecotipos de cacao cultivados en los municipios de Usulután y California del Departamento de Usulután en El Salvador*. [Tesis de grado, Universidad Dr. José Matías Delgado]. <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/AGI/ADTESGE0001266.pdf>
- Homem De Abreu, G., Reis, Q., René, R., Andrade, G., y Moreira, S. (2017). Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) PH-

- 16 en la región cacaotera de Bahía, Brasil. *Revistas Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(12), 579-587. <https://doi.org/10.19136/era.a4n12.1274>
- INIAP. (2009). *Manual de cultivo de cacao para la Amazonía ecuatoriana*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4786/7/iniapeecam76.pdf>
- Jamanca, N., y Alfaro, S. (2017). *Antioxidantes ne los alimentos*. UNAB. https://repositorio.unab.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12935/17/NC_Antiox_Nicode mo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jimbo, R. (2015). *Análisis de la comercialización de la producción de cacao (Theobroma cacao L.) en los cantones Pasaje y Santa Rosa de la provincia de El Oro - Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/3044>
- Kuskoski, M., Asuero, A., Troncoso, A., Mancini-Filho, J., y Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science & Technology*, 25(4), 726-732. <https://www.scielo.br/j/cta/a/B58T9S5zLLxjBL5PVzZXHCF/?format=pdf&lang=es>
- La Rosa, S. (2016). *Obtención de extractos fenólicos de Theobroma cacao L. con actividad antifúngica y antioxidante*. [Tesis de grado, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas]. <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/6363/TESIS%20pregrado%20Susett.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- León, F., Calderón, J., y Mayorga, E. (2016). Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao fino de aroma en Ecuador. *Revista Ciencia Unemi*, 9(18), 45-55. <https://www.redalyc.org/pdf/5826/582663825007.pdf>

- Llerena, W., y Almachi, D. (2020). *Incorporación de compuestos bioactivos de cascarilla de cacao (theobroma cacao l) y pulpa de arazá (eugenia stipitata mc vaugh) para el desarrollo de un chocolate blanco con propiedades funcionales*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5959>
- López, A. (2019). *Propuesta para la creación de un consorcio orientado a la exportación de pasta de cacao a la República de Argentina*. [Tesis de Maestría, Universidad Internacional del Ecuador]. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3084/1/T-UIDE-1126.pdf>
- López, S., y Gil, A. (2017). Características germinativas de semillas de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) "cacao". *Revista Arnaldoa*, 24(2), 609-618. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992017000200012
- Mejía, D., De La Cruz, J., Vargas, M., y Del Angel, O. (2012). *Cacao operaciones poscosecha*. FAO: <https://www.fao.org/documents/card/es/c/1fa1c733-4ed9-41e7-a9b0-6d5585ad262e/>
- Mesa, L., López, O., Ramírez, S., Espinosa, S., Hernández, A., y Rosales, M. (2017). Características químicas y actividad antioxidante de pasta de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Agroproductividad*, 10(8), 72-77. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/download/1078/924/1997>
- Miguel, W., Romero, X., y Moreno, J. (2011). *Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas*. Infocafes: http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2015/12/Estrada_et_al_Guia_Tecnica_Cacao.pdf
- Moharram, H., y Youssef, M. (2014). Methods for Determining the Antioxidant Activity: A Review. *Food Science and Technology*, 11(1), 31-42. https://journals.ekb.eg/article_20251_46bd1a0433e6dc694aa7953b19fd1868.pdf

- Montes, M. (2016). *Efecto del fósforo y azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao (Theobroma cacao L.) CCN-51, en la zona de Babahoyo*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000009.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Taxonom%C3%ADa%20del%20cacao%3A,%3A%20Theobroma%20Especie%3A%20cacao%20L.>
- Morales, F., Carrillo, M., Ferrerira, J., Peña, M., Briones, W., y Albán, M. (2018). Cadena de comercialización del cacao nacional en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 11(1), 63-69. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6550318>
- Olarte, D., y Rincon, J. (2019). *Evaluación fisicoquímica y sensorial de cacao en grano variedad clonal FTA-4 producido en el Departamento de Arauca. Beneficiado mediante dos métodos de fermentación y secado*. [Tesis de grado, Universidad de los Llanos]. <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/1614/EVALUACION%20FISICOQUIMICA%20Y%20SENSORIAL%20DE%20CACAO%20EN%20GRANO%20VARIEDAD%20CLONAL%20FTA-4%20PRODUCIDO%20EN%20EL%20DEPARTAMENTO%20DE%20ARAUCA,%20MEDIANTE%20DOS%20M%20C9TODOS%20DE%20FERMENT>
- Ortiz-Valbuena, K., y Álvarez-León, R. (2015). Efecto del vertimiento de subproductos del beneficio de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre algunas propiedades químicas y biológicas en los suelos de una finca cacaotera, Municipio de Yaguara (Huila, Colombia). *Boletín Científico Centro De Museos De Historia Natural*, 19(1), 65-84. <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v19n1/v19n1a05.pdf>
- Palacios, A. (2008). *Establecimientos de parámetros (físicos, químicos y organolépticos) para diferenciar y valorar el cacao (Theobroma cacao L.) producido en dos zonas identificadas al norte y sur del Litoral Ecuatoriano*. [Tesis de grado, Universidad

Técnica de Manabí]. http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/ESTABLECIMIENTOS_PARAMETROS_para_diferenciar_y_valorizar_el_cacao.pdf

Pallares, A., Estupiñán, M., Perea, J., y López, L. (2016). Impacto de la fermentación y secado sobre el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante del clon de cacao CCN-51. *Revista ION*, 29(2), 7-21. scielo.org.co/pdf/rion/v29n2/0120-100X-rion-29-02-00007.pdf

Perea, J., Cadena, T., y Herrera, J. (2009). El cacao y sus productos como fuente de antioxidantes: Efecto del procesamiento. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 41(2), 128-134. <https://www.redalyc.org/pdf/3438/343835695003.pdf>

Quingaísa, E. (2007). *Estudio de caso: Denominación de origen "Cacao Arriba"*. FAO: https://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/Santiago/Documentos/Estudios%20de%20caso/Cacao_Ecuador.pdf

Quiñones, J., Trujillo, R., Capdesuñer, Y., Quirós, Y., y Hernández, M. (2013). Potencial de actividad antioxidante de extractos fenólicos de *Theobroma cacao* L. (cacao). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(2), 201-215. <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v18n2/pla04213.pdf>

Ramírez, M., Cely, V., y Ramírez, S. (2013). Actividad antioxidante de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) finos y aromáticos cultivados en el estado de Chiapas-México. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 15(1), 27-40. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082013000100002

Romero, E., Fernández, M., Macías, J., y Zúñiga, K. (2016). Producción y comercialización del cacao y su incidencia en el desarrollo socioeconómico del cantón Milagro. *Revista*

- Ciencia* *UNEMI*, 9(17), 54-64.
<http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/251>
- SAGARPA. (2016). *Cacao Mexicano*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256425/B_sico-Cacao.pdf
- Salas, J., y Hernández, L. (2015). Cacao, una aportación de México al mundo. *Revista Ciencia*, 66(3), 32-39.
https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Cacao.pdf
- Samaniego, I. (2020). *Estudio de los principales componentes químicos no volátiles asociados a la calidad del cacao “Nacional” de Ecuador, como herramienta en la certificación de origen*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cartagena].
<https://repositorio.upct.es/handle/10317/9130>
- Samaniego, I., Hidalgo, A., y Yépez, J. (2017). *Caracterización del contenido de polifenoles: catequina, epicatequina y procianidinas B1, B2 y C1; en cacao CCN-51 de las principales zonas productoras del Ecuador*. [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14905>
- Sánchez, V., Zambrano, J., y Iglesias, C. (2019). *La cadena de valor del cacao en América Latina y el Caribe*. INIAP.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5382/1/Informe%20CACAO.pdf>
- Tafurt, G., Suarez, O., Lares, M., Álvarez, C., y Liconte, N. (2021). Capacidad antioxidante de un chocolate oscuro de granos cacao orgánico sin fermentar. *Revista Digital de Postgrado* *UCV*, 10(1), 1-10.
<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/101/1011565001/1011565001.pdf>
- Vallejo, C., Díaz, R., Morales, W., Soria, R., Vera, J., y Baren, C. (2016). Utilización del mucílago de cacao, tipo nacional y trinitario, en la obtención de jalea. *Revista*

ESPAMCIENCIA, 7(1), 51-58.
http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/116

Vallejo, C., Loayza, G., Morales, W., y Vera, J. (2018). Perfil sensorial de genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la parroquia Valle Hermoso-Ecuador. *Revista ESPAMCIENCIA*, 9(2), 103-113.
http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/160

Vera, J., Vallejo, C., Párraga, D., Macías, J., Ramos, R., y Morales, W. (2014). Atributos físico-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Revista Ciencia y tecnología*, 7(2), 21-34.
<https://doi.org/10.18779/cyt.v7i2.139>

Zambrano, J. (2017). *Relaciones filogenéticas entre tipos de cacao (theobroma cacao l.): forastero, trinitario y nacional, basadas en marcadores morfológicos y secuencias nucleotídicas de la región ITS; y su posible uso en la identificación de clones*. [Proyecto de Investigación, Universidad Técnica Estatal de Quevedo].
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2722/1/T-UTEQ-0088.pdf>

10.ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de las fincas

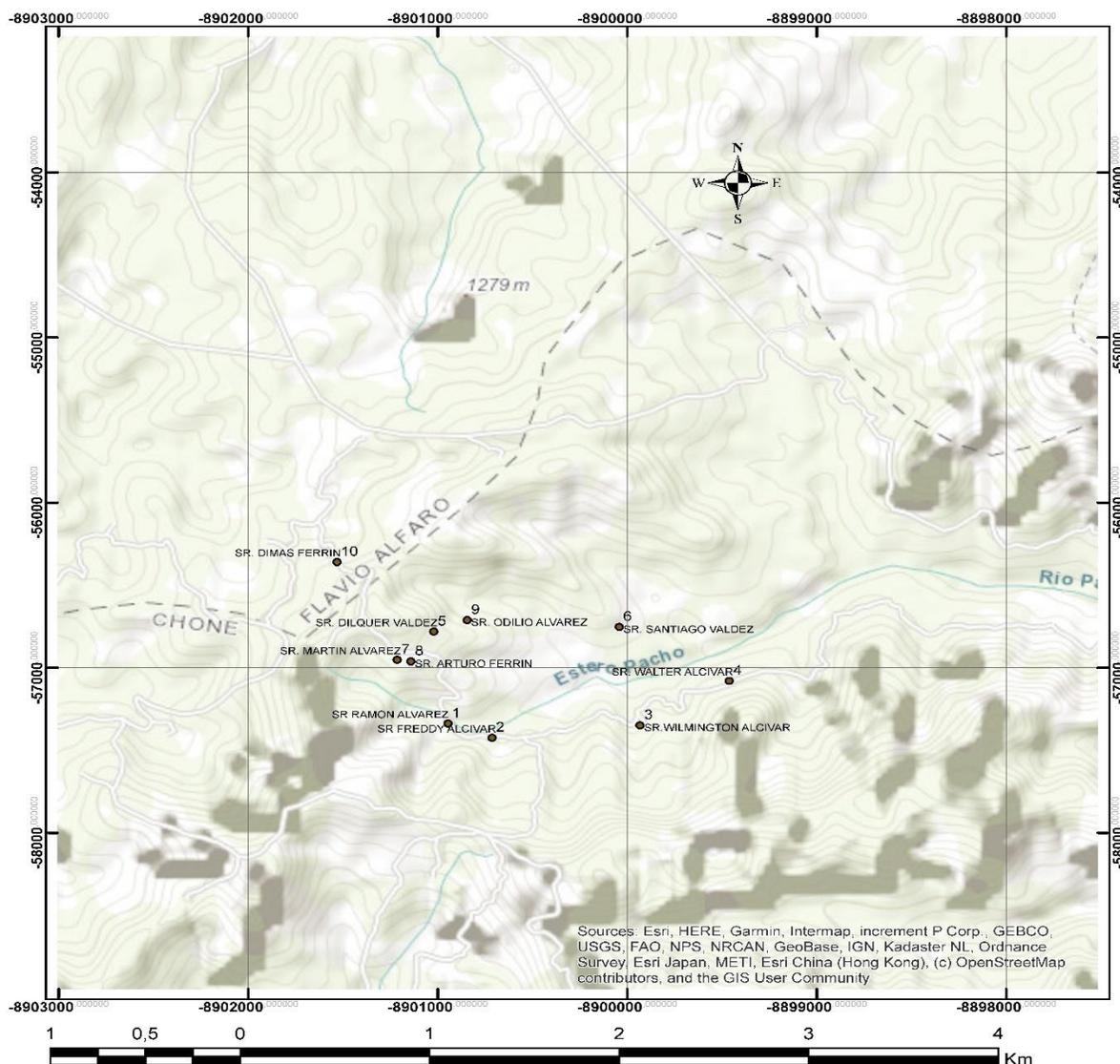




Latitud -0.509451°	Longitud -79.957641°
Satélites 14	Dirección verdadera 0°
Altitud 1345 ft	Velocidad 0 mi/hr
Finca #9 Odilio Alvarez Buenos Aires Zapallo.	
Distancia 2.65 mi	Δ Tiempo 00:11:23
Get the world's best GPS for any phone.	
Mapas	Menú

Latitud -0.506293°	Longitud -79.963811°
Satélites 27	Dirección verdadera 0°
Altitud 1372 ft	Velocidad 0 mi/hr
Finca #10 Dimas Ferrin El moral Zapallo.	
Distancia 3.438 mi	Δ Tiempo 00:14:06
Get the world's best GPS for any phone.	
Mapas	Menú

Anexo 2. Mapa de las fincas



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS

INVESTIGACION
BROMATOLÓGICO DE GRANO DE CACAO, Y ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE DE LAS MISMAS MUESTRAS.

ELABORADO POR:
YULITZA VERONICA ZAMBRANO GARCIA
ROSA ESTEFANIA FALLU ALCÍVAR

UBICACION ZONAS DE ESTUDIOS



Anexo 3. Proceso del fermentado y secado del cacao



Recepción del cacao



Fermentación del cacao



Pesado del cacao en húmedo



Secado del cacao



Envasado y almacenado



Pesado en seco

Anexo 4. Análisis físico y capacidad antioxidante.



Descascarillado para porcentaje de testa



Pesado de muestra para análisis de humedad



Análisis de humedad



Capacidad Antioxidante

Anexo 5. Resultados del análisis de humedad y capacidad antioxidante.



FCZ-LAB

Investigamos para cambiar el sector Agropecuario
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
 EXTENSION CHONE

Cliente	Yulitza Veronica Zambrano Garcia Rosa Estefania Falla Alcivar	N° de análisis: 10
Dirección	LA SEGUA-CHONE	Fecha de recibido
Teléfono	0998130629	19/01/2022
Muestra	GRANO DE CACAO	Fecha del análisis
Cantidad recibida	200 GRANOS DE CACAO	01/02/2022
Objetivo del análisis	Realizar un análisis - Bromatológico de grano de cacao, y actividad antioxidante de las mismas muestras.	Fecha de reporte 26/03/2022

RESULTADO DE ANALISIS

BROMATOLOGICO.-

GRANO DE CACAO MOLIDO	VALOR	MÉTODO
HUMEDAD		
FINCA # 1	6.89 %	NTE INEN 173
FINCA # 2	6.87 %	
FINCA # 3	7.032 %	
FINCA # 4	6.76 %	
FINCA # 5	6.37 %	
FINCA # 6	7.305 %	
FINCA # 7	6.375 %	
FINCA # 8	6.202 %	
FINCA # 9	6.68 %	
FINCA # 10	7.6 %	



© 2022 Mario Bonilla Lloor
MARIO JAVIER
BONILLA LOOR

Dr. Mario Bonilla Lloor
 Jefe de los Laboratorios de la FCZ - LAB



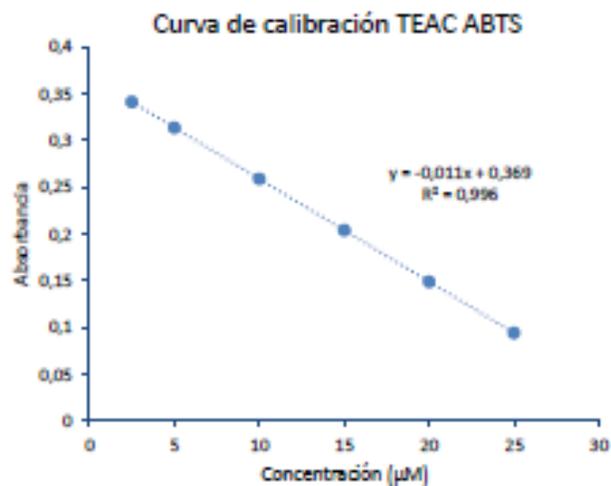
FCZ-LAB

Investigamos para cambiar el sector Agropecuario
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
EXTENSION CHONE

Ciente	Yulitza Verónica Zambrano García Rosa Estefanía Falhu Alcívar	N° de análisis: 10
Dirección	LA SEGUA-CHONE	Fecha de recibido
Teléfono	0998130629	19/01/2022
Muestra	GRANO DE CACAO	Fecha del análisis
Cantidad recibida	200 GRANOS DE CACAO	01/02/2022
Objetivo del análisis	Realizar un análisis - Bromatológico de grano de cacao, y actividad antioxidante de las mismas muestras.	Fecha de reporte 26/03/2022

Curva de calibración TROLOX-Método ABTS

Concentración (µM)	Aborbancia
2,5	0,339
5	0,311
10	0,267
15	0,206
20	0,159
25	0,089



El presente documento es propiedad de:
**MARIO JAVIER
BONILLA LOOR**

Dr. Mario Bonilla Loor
Jefe de los Laboratorios de la FCZ - LAB



FCZ-LAB

Investigamos para cambiar el sector Agropecuario
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
EXTENSIÓN CHONE

Cliente	Yulitza Veronica Zambrano Garcia Rosa Estefania Falta Alcivar	Nº de análisis: 10
Dirección	LA SEGUA-CHONE	Fecha de recibido
Teléfono	0998130629	19/01/2022
Muestra	GRANO DE CACAO	Fecha del análisis
Cantidad recibida	200 GRANOS DE CACAO	01/02/2022
Objetivo del análisis	Realizar un análisis - Bromatológico de grano de cacao, y actividad antioxidante de las mismas muestras.	Fecha de reporte 26/03/2022

Actividad antioxidante equivalente a trolox (TEAC)

Muestra	µmol Equivalente a Trolox / g de muestra seca			Promedio	D. standard
	1	2	3		
Finca 1	887,1	886,9	887	887,000	0,100
Finca 2	2302,8	2309,9	2311,1	2307,933	4,486
Finca 3	1245,4	1254,5	1245,2	1248,367	5,313
Finca 4	2355,5	2345,4	2356,1	2352,333	6,012
Finca 5	1241,4	1248,1	1241,4	1243,633	3,868



firmado y autenticado por:
**MARIO JAVIER
BONILLA LOOR**

Dr. Mario Bonilla Loor
Jefe de los Laboratorios de la FCZ - LAB



FCZ-LAB

Investigamos para cambiar el sector Agropecuario
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
EXTENSION CHONE

Cliente	Yulitza Veronica Zambrano Garcia Rosa Estefania Fallu Alcivar	N° de análisis: 10
Dirección	LA SEGUA-CHONE	Fecha de recibido
Teléfono	0998130629	19/01/2022
Muestra	GRANO DE CACAO	Fecha del análisis
Cantidad recibida	200 GRANOS DE CACAO	01/02/2022
Objetivo del análisis	Realizar un análisis - Bromatológico de grano de cacao, y actividad antioxidante de las mismas muestras.	Fecha de reporte 26/03/2022

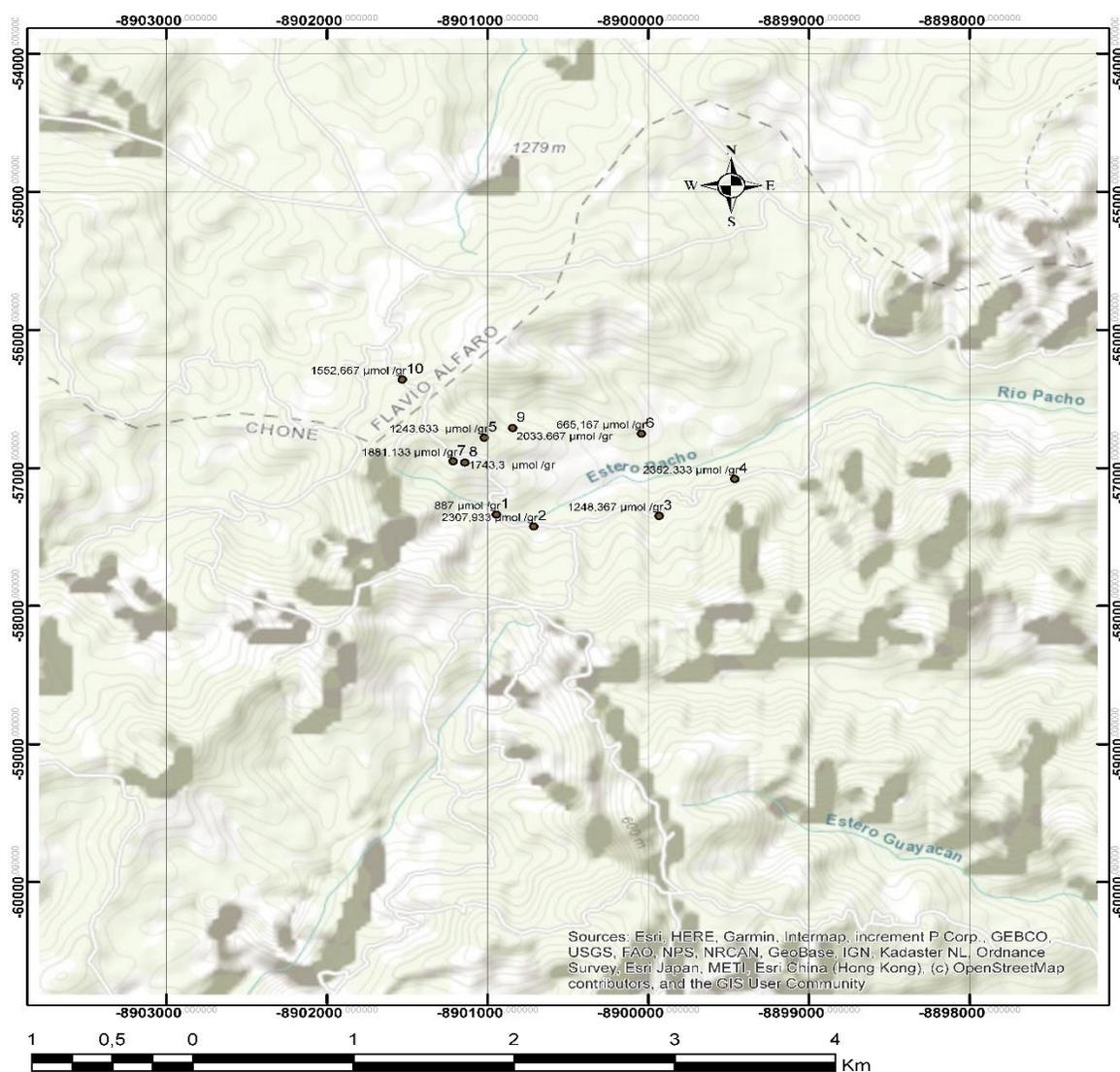
Muestra	μmol Equivalente a Trolox / g de muestra seca			Promedio	D. standard
	1	2	3		
Finca 6	665,8	664,2	665,5	665,167	0,850
Finca 7	1882,2	1881,1	1880,1	1881,133	1,050
Finca 8	1744,8	1739,9	1745,2	1743,300	2,951
Finca 9	2034,3	2033,3	2033,4	2033,667	0,551
Finca 10	1552	1552,9	1553,1	1552,667	0,586



Escaneo a través del código QR.
MARIO JAVIER
BONILLA LOOR

Dr. Mario Bonilla Loor
Jefe de los Laboratorios de la FCZ - LAB

Anexo 5. Mapa de los resultados de la actividad antioxidante de cada finca.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS

INVESTIGACION
BROMATOLÓGICO DE GRANO DE CACAO, Y ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE DE LAS MISMAS MUESTRAS.

ELABORADO POR:
YULITZA VERONICA ZAMBRANO GARCIA
ROSA ESTEFANIA FALLU ALCÍVAR

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EQUIVALENTE A TROLOX (TEAC)



Anexo 6. Requisitos de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 176:2006



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 176:2006
Cuarta revisión

FECHA DE CONFIRMACIÓN: 2012-09-28

CACAO EN GRANO. REQUISITOS.

Primera Edición

COCOA BEANS . SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Productos agrícolas, cacao en grano, requisitos.
AL 02.05-401
CDU: 633
CIIU: 1110
ICS: 67.140.30

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	CACAO EN GRANO. REQUISITOS.	NTE INEN 176:2006 Cuarta Revisión 2006-10
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos de calidad que debe cumplir el cacao en grano beneficiado y los criterios que deben aplicarse para su clasificación.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica al cacao beneficiado, destinado para fines de comercialización interna y externa.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Cacao en grano. Es la semilla proveniente del fruto del árbol <i>Theobroma cacao</i> L.</p> <p>3.2 Cacao beneficiado. Grano entero, fermentado, seco y limpio.</p> <p>3.3 Grano defectuoso. Se considera como grano defectuoso a los que a continuación se describen:</p> <p>3.3.1 Grano dañado por insectos. Grano que ha sufrido deterioro en su estructura (perforaciones) debido a la acción de insectos.</p> <p>3.3.2 Grano vulnerable. Grano que ha sufrido deterioro evidente en su estructura por el proceso de germinación, o por la acción mecánica durante el beneficiado.</p> <p>3.3.3 Grano múltiple o pelota. Es la unión de dos o más granos por restos de mucilago.</p> <p>3.3.4 Grano negro. Es el grano que se produce por enfermedades o por mal manejo postcosecha.</p> <p>3.3.5 Grano ahumado. Grano con olor o sabor a humo o que muestra signos de contaminación por humo.</p> <p>3.3.6 Grano plano - vano o granza. Es un grano cuyos cotiledones se han atrofiado hasta tal punto que cortando la semilla no es posible obtener una superficie de cotiledón.</p> <p>3.3.7 Grano partido (quebrado). Fragmento de grano entero que tiene menos del 50% del grano entero.</p> <p>3.4 Grano mohoso. Grano que ha sufrido deterioro parcial o total en su estructura interna debido a la acción de hongos, determinado mediante prueba de corte.</p> <p>3.5 Grano pizarroso (pastoso). Es un grano sin fermentar, que al ser cortado longitudinalmente, presenta en su interior un color gris negruzco o verdoso y de aspecto compacto.</p> <p>3.6 Grano violeta. Grano cuyos cotiledones presentan un color violeta intenso, debido al mal manejo durante el beneficiado.</p> <p>3.7 Grano ligeramente fermentado. Grano cuyos cotiledones ligeramente estrados presentan un color ligeramente violeta, debido al mal manejo durante el beneficiado.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <p>DESCRIPTORES: Productos agrícolas, cacao en grano, requisitos.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno ES-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

3.8 Grano de buena fermentación. Grano fermentado cuyos cotiledones presentan en su totalidad una coloración marrón o marrón rojiza y estrias de fermentación profunda. Para el tipo CCN51 la coloración varará de marrón a marrón violeta.

3.9 Grano infestado. Grano que contiene insectos vivos en cualquiera de sus estados biológicos.

3.10 Grano seco. Grano cuyo contenido de humedad no es mayor de 7,0% (cero relativo).

3.11 Impureza. Es cualquier material distinto a la almendra de cacao (maguey, vena y corteza de la mazorca de cacao).

3.12 Cacao en baba. Almendras de la mazorca del cacao recubiertas por una capa de pulpa mucilaginosas.

3.13 Fermentación del cacao. Proceso a que se somete el cacao en baba, que consiste en causar la muerte del embrión, eliminar la pulpa que rodea a los granos y lograr el proceso bioquímico que le confiere el aroma, sabor y color característicos.

4. CLASIFICACION

4.1 Los cacaos del Ecuador por la calidad se clasifican, de acuerdo a lo establecido en la tabla 1, en ARRIBA y CCN51.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos.

5.1.1 El cacao beneficiado debe cumplir con los requisitos que a continuación se describen y los que se establecen en la tabla 1.

5.1.2 El porcentaje máximo de humedad del cacao beneficiado será de 7,0% (cero relativo), el que será determinado o ensayado de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 173.

5.1.3 El cacao beneficiado no debe estar infestado.

5.1.4 Dentro del porcentaje de defectuosos el cacao beneficiado no debe exceder del 1% de granos partidos.

5.1.5 El cacao beneficiado debe estar libre de: olores a moho, humo, ácido butírico (podrido), agroquímicos, o cualquier otro que pueda considerarse objetable.

5.1.6 El cacao beneficiado, hasta tanto se elaboren las regulaciones ecuatorianas correspondientes debe sujetarse a las normas establecidas por la FAO/OMS, en cuanto tiene que ver con los límites recomendados de aflatoxinas, plaguicidas y metales pesados.

5.1.7 El cacao beneficiado debe estar libre de impurezas y materias extrañas.

(Continúa)

TABLA 1. Requisitos de calidad del cacao en grano beneficiado

REQUISITOS	UNIDAD	ARRIBA					CCN51
		A.S.S.P.S	A.S.S.S	A.S.S	A.S.N.	A.S.E.	
Cien granos pesan	g	136-140	130-136	120-126	110-116	106-110	136-140
Buena fermentación (mín.)	%	75	65	60	44	26	***65
Ligera fermentación* (mín.)	%	10	10	5	10	27	11
Violeta (máx.)	%	10	15	21	25	25	18
Pizarroso (pastoso) (máx.)	%	4	9	12	18	18	5
Moho (máx.)	%	1	1	2	3	4	1
TOTALES (análisis sobre 100 pepas)	%	100	100	100	100	100	100
Defectuosos (análisis sobre 500 gramos) (máx.)	%	0	0	1	3	**4	1
TOTAL FERMENTADO (mín.)	%	85	75	65	54	53	76
A.S.S.P.S	Arriba Superior Summer Plantación selecta						
A.S.S.S	Arriba Superior Summer Selecto						
A.S.S.	Arriba Superior Selecto						
A.S.N.	Arriba Superior Navidad						
A.S.E.	Arriba superior Época						
* Coloración marrón violeta							
** Se permite la presencia de granza solamente para el tipo A.S.E.							
*** La coloración varía de marrón a violeta							

5.2 Requisitos complementarios.

5.2.1 La bodega de almacenamiento debe presentarse limpia, desinfectada, tanto interna como externamente y protegida contra el ataque de roedores.

5.2.2 Cuando se aplique plaguicidas, se deben utilizar los permitidos por la Ley para formulación, importación, comercialización y empleo de plaguicidas y productos afines de uso agrícola (Ley N° 739).

5.2.3 No se debe almacenar junto al cacao beneficiado otros productos que puedan transmitir olores o sabores extraños.

5.2.4 Los envases conteniendo el cacao beneficiado deben estar almacenados sobre paletas (estibas).

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo se efectuará de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 177.

6.1.2 Aceptación o rechazo. Si la muestra ensayada no cumple con los requisitos establecidos en esta norma, se considera no clasificada. En caso de discrepancia se repetirán los ensayos sobre una muestra reservada para tales efectos.

Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso será motivo para reclasificar el lote.

(Continúa)

7. ENVASADO

7.1 El cacao beneficiado debe comercializarse en envases que aseguren la protección del producto contra la acción de agentes externos que puedan alterar sus características químicas o físicas y resistir las condiciones de manejo, transporte y almacenamiento.

8. ETIQUETADO

8.1 El etiquetado de los envases destinados a contener cacao beneficiado, debe contener al menos la siguiente información:

8.1.1 Nombre del producto y tipo.

8.1.2 Identificación del lote.

8.1.3 Razón social de la empresa y logotipo.

8.1.4 Contenido neto y contenido bruto en unidades del Sistema Internacional de Unidades, SI.

8.1.5 País de origen.

8.1.6 Puerto de destino.

[

APÉNDICE Z**Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 173:1987 Cacao en grano. *Determinación de la humedad.*
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 177:1987 Cacao en grano. *Muestreo.*
Ley No. 739 Publicada en el Registro Oficial No. 442 del 22 de mayo de 1990 expedida por el Honorable Congreso Nacional.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Española UNE 34 002:1994. Cacaos. Asociación Española de Normalización y Certificación. AENOR. Madrid, 1994.

Norma Técnica Colombiana NTC 1 252:2003. Cacao en grano. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. Bogotá, 2003.

Norma Cubana NC 87-08:1984. Cacao. *Términos y definiciones.* Comité Estatal de Normalización. La Habana, 1984.

Norma Cubana NC 87-05:1982. Cacao beneficiado. *Especificaciones de calidad.* Comité Estatal de Normalización. La Habana, 1982.

International Standard ISO 2451:1973. Cocoa beans - *Specification.* International Organization for Standardization. Geneva 1973.

Manual del cultivo del cacao. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito, 1993.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 176 Cuarta Revisión	TÍTULO: CACAO EN GRANO. REQUISITOS.	Código: AL.02.06-401
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 2002-10-22 Oficialización con el Caracter de Obligatoria por Acuerdo No. 02-503 del 2002-12-26 publicado en el Registro Oficial No. 745 de 2003-01-15 Fecha de iniciación del estudio: 2005-10-14	
Fechas de consulta pública: de _____ a _____		
Subcomité Técnico: CACAO EN GRANO		
Fecha de iniciación: 2006-03-27		Fecha de aprobación: 2006-03-27
Integrantes del Subcomité Técnico:		
NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:	
Sr. Edgar Vera	MAG	
Lorena Andrade	ONUFI - MICIP	
Gonzalo Romero	REPEC - GUAYAQUIL	
Tania Romero	REPEC - GUAYAQUIL	
Inés Hidalgo	MICIP	
Patricio Espinoza Bonilla	ANECACAO	
Gonzalo Arteaga (Secretario Técnico)	INEN	
<hr/>		
Otros trámites: Esta NTE INEN 176:2006 (Cuarta revisión), ha sido confirmada en 2012-09-28		
<hr/>		
El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión del 2006-07-26		
<hr/>		
Oficializada como: Obligatoria	Por Acuerdo Ministerial No. 06 399 de 2006-09-18	
Registro Oficial No. 384 de 2006-10-25		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E5-29 y Av. 6 de Diciembre
Calle 17-01-3999 - Telfs: (593 2) 2 501555 al 2 501591 - Fax: (593 2) 2 557515
Dirección General: E-Mail: furraeta@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inencati@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail: inencuenca@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gov.ec
URL: www.inen.gov.ec