



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Anteproyecto de Investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniera Agropecuaria.

Título del Proyecto de Investigación:

“APROVECHAMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL MUCÍLAGO DE TRES GRUPOS GENÉTICOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) PARA LA OBTENCIÓN DE MIEL, EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA REPRESA”.

Autora:

Fiama Pierina Orejuela Hurtado

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Agrop. Jaime Vera Chang M. Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2018



Acreditada

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

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

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

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



CASILLAS

Guayaquil

:10672

Quevedo : 73

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Fiama Pierina Orejuela Hurtado**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Fiama Pierina Orejuela Hurtado

C.I.: 0804549467



Acreditada

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

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

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

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



CASILLAS

Guayaquil

:10672

Quevedo : 73

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Jaime Fabián Vera Chang M.Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Fiana Pierina Orejuela Hurtado, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “APROVECHAMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL MUCÍLAGO DE TRES GRUPOS GENÉTICOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) PARA LA OBTENCIÓN DE MIEL, EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA REPRESA”, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Jaime Fabián Vera Chang M.Sc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito Ing. Jaime Fabián Vera Chang M.Sc., en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado **“APROVECHAMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL MUCÍLAGO DE TRES GRUPOS GENÉTICOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) PARA LA OBTENCIÓN DE MIEL, EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA REPRESA”**, de autoría de la estudiante **FIAMA PIERINA OREJUELA HURTADO**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 9%, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

URKUND	
Documento	PARA URKUND CACAO FIAMA .docx (D45071853)
Presentado	2018-12-05 08:24 (-05:00)
Presentado por	Vera Chang Jaime Fabian (jverac@uteq.edu.ec)
Recibido	jverac.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	ANALISI FIAMA Mostrar el mensaje completo
	9% de estas 10 páginas, se componen de texto presente en 9 fuentes.

Atentamente



Ing. Jaime Fabián Vera Chang M.Sc.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
INGENIERÍA AGROPECUARIA

Título:

“APROVECHAMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL MUCÍLAGO DE TRES GRUPOS GENÉTICOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) PARA LA OBTENCIÓN DE MIEL, EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA REPRESA”.

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:



PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Ing. Gerardo Segovia Freire M.Sc.



MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Rommel Ramos Remache M.Sc.



MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Dr. Gregorio Vásquez Montufar.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2018

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, porque sin Él, no podría haber culminado mi meta de ser profesional, me permitió tener presente a mi familia, a cada instante, como motivación de no abandonar la carrera, me dio la dicha de tener a mi lado a personas dignas de llamar amigos, y un tutor que me ayudo a culminar mi objetivo.

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mis padres por su apoyo incondicional, por su motivación, por sus consejos, amor y por la formación ética, cristiana y moral. A mis hermanos por su cariño y confianza. A mi hijo por ser mi mayor motivación y por la fortaleza que me dio para no abandonar mis metas, siendo él mi presente más valioso. A mis maestros y maestras por su entrega en conocimientos y valores, que ayudaron a mi formación académica universitaria.

RESUMEN

La investigación se realizó en la Finca Experimental “La Represa” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el en el recinto Faita, km 2.5 de la parroquia San Carlos, provincia de Los Ríos. Su ubicación geográfica 1°03'18" de latitud Sur y 79°25'24" de longitud Oeste, para la cosecha, la extracción del mucílago en el Cantón Quevedo cuya ubicación geográfica es 0° 13' 23" sur y 78° 30' 45" oeste a una altura de 74 msnm. Cuyo objetivo fue, obtener miel mediante el aprovechamiento y conservación del mucílago de tres grupos genéticos de cacao (*Theobroma cacao* L.). Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 3 tratamientos y 6 repeticiones, para determinar diferencias entre medias se empleó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Variables estudiadas: físico – químicos (pH, acidez, grados brix, humedad), productivas (peso de almendras, peso del cascara, peso del maguey, volumen del mucílago), descriptores sensoriales (sabor, olor, color, gusto, aceptabilidad). El resultado referente al número de mazorcas (18.14) y peso de almendras (175.09) el T₀ presento mayor valor, peso del cascara lo obtuvo el T₂ (399.58), para el peso del maguey no hubo diferencias estadísticas, volumen de mucílago T₁ (2.27). Para pH el T₁ (3.30) con el valor más bajo, para acidez, el valor más alto se presentó en el T₀ (17.21), coeficiente de variación de 10.92%, humedad el más bajo lo obtuvo el tratamiento T₀ (55.51). En los parámetros sensoriales, el CCN-51 comparte atributos: olor a miel, sabor a miel, y color café oscuro.

Palabras clave: cacao, extracción de mucílago, miel, atributos.

ABSTRACT

The research was carried out in the Experimental Farm "La Represa" owned by the State Technical University of Quevedo, located in the Faita precinct, km 2.5 of the San Carlos parish, province of Los Ríos. Its geographic location is 1 ° 03' 18" of South latitude and 79 ° 25' 24" of West longitude, for the harvest, the extraction of the mucilage in the Canton Quevedo whose geographic location is 0 ° 13 '23 "south and 78 ° 30 '45 "west at a height of 74 meters above sea level. Whose objective was to obtain honey through the use and conservation of the mucilage of three genetic groups of cocoa (*Theobroma cacao* L.). A Completely Randomized Design (DCA) was applied, with 3 treatments and 6 repetitions, to determine differences between means the Tukey test ($p \leq 0.05$) was used. Variables studied: physical - chemical (pH, acidity, brix, humidity), productive (weight of almonds, weight of the shell, weight of the maguey, volume of the mucilage), sensory descriptors (taste, smell, color, taste, acceptability). The result referring to the number of ears (18.14) and weight of almonds (175.09) the T0 presented greater value, weight of the shell was obtained by T2 (399.58), for the weight of the maguey there were no statistically differences, volume of mucilage T1 (2.27). For pH the T1 (3.30) with the lowest value, for acidity, the highest value was presented in the T0 (17.21), coefficient of variation of 10.92%, humidity the lowest was obtained by the T0 treatment (55.51). In the sensory parameters, the CCN-51 shares attributes: honey odor, honey flavor, and dark brown color.

Keywords: cocoa, mucilage extraction, honey, attributes.

Tabla de Contenido

AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CÓDIGO DUBLÍN	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1 Problema de investigación	4
1.1.1 Planteamiento del problema	4
Diagnóstico	4
Pronóstico	4
1.1.2 Formulación del problema	5
1.1.3 Sistematización del problema	5
1.2 Objetivos	5
1.2.1 Objetivo general	5
1.2.2 Objetivos específicos	5
1.3 Justificación	6
CAPÍTULO II	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1 Marco conceptual	8
Mucílago	8
Miel	8
Sabor	8
Cacao	8

2.2.	Marco referencial.....	9
2.2.1.	Historia del Cacao.	9
2.2.2.	La producción del Cacao en el Ecuador.....	10
2.2.3.	Generalidades.	10
2.2.4.	Variedades en el Ecuador.....	11
2.2.4.1.	Cacao Nacional	11
	EET-103.....	11
2.2.4.2.	Forastero.	11
	El clon IMC-67.....	12
2.2.4.3.	Trinitario.....	12
	Clon CCN-51	12
2.2.5.	Recolección.	13
2.2.6.	Quiebra.	13
2.2.7.	Fermentación.....	13
2.2.8.	Características principales de los residuos del beneficio del cacao.....	14
2.2.8.1.	Mucílago o pulpa de cacao.....	14
2.2.8.2.	Extracción del mucílago.....	15
2.2.8.3.	Efecto de la época de cosecha sobre el nivel de azúcares.....	15
2.2.9.	Filtración.....	16
2.3.	Análisis multivariados.	16
2.3.1.	Análisis de Componentes Principales (ACP).	17
2.3.2.	Análisis Factorial (AF).	18
2.3.3.	Análisis de Cluster (AC).	18
2.3.4.	Análisis exploratorio de datos	19
	CAPÍTULO III	21
	MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
3.1.	Localización.....	22

3.2.	Tipo de investigación.	22
3.2.1.	Diagnóstica.	22
3.3.	Métodos de investigación.	23
3.3.1.	Analítico.	23
3.4.	Fuentes de recopilación de información.	23
3.4.1.	Fuentes primarias.	23
3.4.2.	Fuentes secundarias.	24
3.5.	Diseño de la investigación.	24
3.5.1.	Modelo matemático.	24
3.6.	Instrumentos de investigación.	24
3.7.	Variables a evaluar en la investigación.	25
3.7.1.	Variables fisicoquímicas.	25
3.7.2.	Variables agronómicas.	27
3.7.3.	Descriptores sensoriales	28
3.8.	Flujograma.	29
3.9.	Descripción del proceso	30
3.9.1.	Observación de mazorcas.	30
3.9.2.	Cosecha de mazorcas sanas y maduras.	30
3.9.3.	Quiebre de mazorcas.	30
3.9.4.	Pesaje de almendras, maguey y cascarrón.	30
3.9.5.	Extracción y filtrado de mucílago.	31
3.9.6.	Cocción.	31
3.9.7.	Envasado.	31
3.10.	Tratamiento de los datos.	32
3.11.	Recursos.	32
3.11.1.	Recursos humanos.	32
3.11.2.	Recursos materiales.	32

Materia Prima.....	32
Materiales.....	32
Equipos.....	33
Reactivos.....	33
Materiales de oficina.....	34
CAPITULO IV.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1. Variables agronómicas.....	36
4.1.1. Número de mazorcas.....	36
4.1.2. Peso de Almendras (g).....	36
4.1.3. Peso del Cascaron (g).....	36
4.1.4. Peso de del Maguey (g).....	37
4.1.5. Volumen de Mucílago (L/Kg).....	37
4.2. Variables Fisicoquímicas.....	38
4.2.1. Grados Brix.....	38
4.2.2. pH.....	38
4.2.3. Acidez titulable.....	39
4.2.4. Humedad.....	39
4.3. Descriptores sensoriales.....	40
4.4. Análisis económico.....	41
CAPITULO V.....	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1. Conclusiones.....	44
5.2. Recomendaciones.....	45
CAPÍTULO VI.....	46
BIBLIOGRAFÍA.....	46
6.1. Referencias.....	47

CAPITULO VII.....	54
ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página.
1 Condiciones meteorológicas.	22
2 Análisis de varianza (ANDEVA) para Diseño Completamente al Azar (DCA).	24
3 Tratamientos con grupos genéticos de cacao.	31
4 Valores registrados para las variables agronómicas: Número de Mazorca, Peso de Almendras, Peso del Cascaron, Peso de del Maguey, Volumen de Mucílago. FCP-UTEQ. 2018.	36
5 Valores registrados para las variables fisicoquímicas: Grados Briz, pH, Acidez titulable, Humedad, Cenizas, Energía, Viscosidad y Densidad. FCP-UTEQ. 2018.	38
6 Valores registrados del Análisis económico. FCP-UTEQ. 2018.	41

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Figura	Página.
1 Proceso de elaboración de miel de cacao	28

ÍNDICE DE GRÁFICA

1 Descriptores sensoriales de tres Grupos genéticos Experimentales de Cacao. FCP-UTEQ. 2018.	40
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página.
1	Peso de almendras, cascara y maguey.	55
2	Esterilización de botellas para almacenamiento de miel.	55
3	Materiales de extracción de miel.	55
4	Determinación de grados brix.	55
5	Determinación de acidez titulable.	55
6	Determinación de humedad.	56
7	Determinación de pH.	56
8	Análisis sensorial.	56
9	Descriptorios sensoriales (color, sabor, olor, textura).	56
10	Análisis de varianza para la variable número de mazorcas, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.	58
11	Análisis de varianza para la variable peso de almendras, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.	58
12	Análisis de varianza para la variable peso del cascara, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.	58
13	Análisis de varianza para la variable peso de maguey, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.	59
14	Análisis de varianza para la variable volumen de mucílago, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.	59
15	Análisis de varianza para la variable pH, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.	60
16	Análisis de varianza para la variable acidez titulado, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.	60

17	Análisis de varianza para la variable grados brix, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.	61
18	Análisis de varianza para la variable humedad, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.	61
19	Análisis económico, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.	62

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Aprovechamiento y conservación del mucílago de tres grupos genéticos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) para la obtención de miel, provenientes de la finca Experimental La Represa”.			
Autor:	Fiama Pierina Orejuela Hurtado			
Palabras clave:	cacao	extracción de mucílago	miel	atributos
Fecha de publicación:				
Editorial:				
Resumen:	<p>La investigación se realizó en la Finca Experimental “La Represa” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el en el recinto Faita, km 2.5 de la parroquia San Carlos, provincia de Los Ríos. Su ubicación geográfica 1°03`18``de latitud Sur y 79°25`24`` de longitud Oeste, para la cosecha, la extracción del mucílago en el Cantón Quevedo cuya ubicación geográfica es 0° 13' 23" sur y 78° 30' 45" oeste a una altura de 74 msnm. Cuyo objetivo fue, obtener miel mediante el aprovechamiento y conservación del mucílago de tres grupos genéticos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.). Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 3 tratamientos y 6 repeticiones, para determinar diferencias entre medias se empleó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Variables estudiadas: físico – químicos (pH, acidez, grados brix, humedad), productivas (peso de almendras, peso del cascara, peso del maguey, volumen del mucílago), descriptores sensoriales (sabor, olor, color, gusto, aceptabilidad). El resultado referente al número de mazorcas (18.14) y peso de almendras (175.09) el T₀ presento mayor valor, peso del cascara lo obtuvo el T₂ (399.58), para el peso del maguey no hubo diferencias estadísticas, volumen de mucílago T₁ (2.27). Para pH el T₁ (3.30) con el valor más bajo, para acidez, el valor más alto se presentó en el T₀ (17.21), coeficiente de variación de 10.92%, humedad el más bajo lo obtuvo el tratamiento T₀ (55.51). En los</p>			

	parámetros sensoriales, el CCN-51 comparte atributos: olor a miel, sabor a miel, y color café oscuro.
Descripción:	Hojas; dimensiones, 29x21 cm + CD-ROM
URI:	

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente se ha sostenido que el punto de origen de la domesticación del cacao se encontraba en Mesoamérica entre México, Guatemala y Honduras, donde su uso está atestiguado alrededor de 2.000 años antes de Cristo, no obstante, estudios recientes demuestran que por lo menos una variedad tiene su punto de origen en la Alta Amazonía y que ha sido utilizada en la región por más de 5.000 años (1). El cultivo crece bajo condiciones de piso térmico cálido, con humedad promedio de 2500 mm anuales y temperatura desde 25 hasta 28°C (2).

Se suele emplear el término “cacao” para designar la planta (*Theobroma cacao* L.) y sus semillas fermentadas y secas, que se conocen generalmente como “granos” o “almendras”. Tradicionalmente, el sector reconoce tres tipos principales: “Forastero” significa "extranjero", generalmente producen granos de color púrpura, y constituye el 95% de la producción mundial, los granos se caracterizan por tener cotiledones amargos de color marrón oscuro (3). “Trinitario”, describe varios tipos conocidos en el sector por su sabor floral/afrutado y el tipo “Nacional” de Ecuador, que procede de la población Amazónica local, se distingue por su especial aroma, con notas florales y de frutos secos frescos (4).

Es cultivado en 10 millones de hectáreas en los países tropicales con una producción superior de los 4 millones de toneladas (5). Los mayores productores de cacao en América Latina son; Brasil, Ecuador, República Dominicana y Colombia (2), siendo la principal región productora de las variedades “prime” (finos y aromáticos) a nivel mundial, con cerca del 80% de la producción global, debido a su diversidad genética. El país es el mayor productor y exportador de cacao fino de aroma, con una participación de 60% del mercado mundial, pasó a ser el principal exportador de cacao en grano del continente americano y el cuarto del mundo (6).

El cacao es un alimento que posee atributos sensoriales y organolépticos (7). Sus semillas están rodeadas por una pulpa mucilaginosa llamada arilo (8). El mucílago es una sustancia viscosa, generalmente hialina que contienen las plantas de cacao, está compuesta por células esponjosas parenquimatosas, que contienen mayoritariamente agua, azúcares

simples, ácido cítrico, proteínas, grasas, y minerales, es conocido en la industria como "exudado" (9).

El mucílago de cacao, es una sustancia rica en nutrientes, como calcio, fosforo y hierro, además posee características organolépticas agradables, lo cual lo hace el idóneo para la obtención de miel, dándole así, valor agregado a este líquido azucarado el cual se drena y no es utilizado ni por la industria, ni por los cacaocultores, proveyendo de esta forma mayores ingresos a las familias productoras, haciendo un uso adecuado de los derivados provenientes de dicho cultivo, reduciendo así el impacto ambiental generado por el vértido.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de investigación.

1.1.1 Planteamiento del problema.

El proceso de beneficiado produce residuos (mazorcas, mucílago y cascarilla), los cuales a la larga se vuelven un problema grave para los cacaocultores, debido a la presencia de enfermedades, insectos plagas, contaminación al suelo, agua y aire los cuales influyen de forma negativa en la siguiente producción.

El cultivo de cacao genera un gran volumen de exudado, que queda acumulado en la plantación, el cual provoca efectos negativos en el suelo, como alteraciones de su capacidad de soporte y fuente de nutrientes para las plantas, erosión y pérdida de suelos, propagación de microorganismos patógenos y disminución de la biodiversidad y por lo tanto su productividad. Efectos en el aire mediante la liberación de CO₂ y elementos químicos producto del proceso de fermentación, los cuales afectan además a las fuentes de agua.

El desperdicio del mucílago por parte de los cacaocultores, no permite su aprovechamiento, ni a nivel de finca, ni comercial, para la elaboración de productos alimenticios, dando como resultado contaminación al medio ambiente, bajo nivel de vida de las familias productoras de cacao.

Diagnóstico.

En el proceso de fermentación se pierden grandes cantidades de mucílago el cual contiene contenido de azúcares que se desperdician, pudiéndose aprovechar en la elaboración de productos que generen valor agregado a la cadena del cacao.

Pronóstico.

La falta de conocimiento de las propiedades nutricionales del cacao por parte de los cacaocultores, genera que la mayor parte de dicho cultivo se desperdicie en el proceso de cosecha hasta el procesamiento, ya que lo que más produce el cacao son residuos como el mucilago, el cual tiene una creciente importancia, tanto en la industria alimenticia,

farmacéutica y cosmetológica. Por ende, la falta de aprovechamiento del mucílago genera problemas fitosanitarios debido al mal manejo que se le provee a nivel de fincas, teniendo así a la larga, producciones bajas que no justifican lo invertido.

1.1.2 Formulación del problema.

¿Cuál de las tres variedades presentará mejores características físicas-químicas y organolépticas en la elaboración de miel de cacao?

1.1.3 Sistematización del problema.

¿Permitirá la elaboración de miel darle valor agregado a la cadena del cacao?

¿Cuál es el principal riesgo en la obtención y conservación del mucílago para la elaboración de miel?

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo general.

Obtener miel mediante el aprovechamiento y conservación del mucílago en tres grupos genéticos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Finca Experimental “La Represa”.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Evaluar las características físico-químicas de la miel de cacao de los grupos genéticos Forastero, Trinitario y Nacional en la Finca Experimental “La Represa”.
- Comparar las características organolépticas de la miel de cacao de los grupos genéticos Forastero, Trinitario y Nacional en la Finca Experimental “La Represa”.

- Determinar el grupo genético de cacao (*Theobroma cacao* L.) más rentable económicamente para la elaboración de miel en la Finca Experimental “La Represa”.

1.3 Justificación.

La búsqueda de alimentos y productos naturales beneficiosos para la salud, hoy en día resulta la alternativa más viable por parte de personas que quieren disfrutar más de la vida. Del cacao se puede obtener productos agroalimentarios cuyas propiedades se mantienen en su mayoría, uno de estos es la miel de cacao, que se obtiene de la extracción de la pulpa de las almendras antes de que inicie la fermentación.

La miel de cacao, al ser un derivado del cacao, posee grandes beneficios como por ejemplo: Ayuda a alejar la depresión y sentirse bien, mejora el estado de ánimo fundamentalmente en los síntomas del período pre-menstrual. Intensifica la lívido, sobretodo el deseo sexual, dotándolo como un afrodisíaco esencial, sólo para las mujeres y es antioxidante. Refuerza el corazón, pues el cacao contiene flavonoides componente básico que ayuda a evitar el congestionamiento de las arterias, previniendo ataques al corazón y derrames cerebrales (10).

Aproximadamente 40 litros de pulpa se pueden obtener de 800 kilos de semillas frescas, este exceso tiene un delicioso sabor tropical (9), el cual es necesario para el proceso de fermentación. Debido a las grandes cantidades que genera, se puede considerar y valorar como un recurso agroindustrial para la producción de alimentos de consumo humano, mediante la elaboración de un producto que genere más ingresos económicos como la miel de cacao, ya que nuestros cacaocultores no tienen conocimiento sobre los usos del mucílago, careciendo de métodos que permitan el aprovechamiento del mismo, disminuyendo el impacto ambiental que genera este exceso.

Al mismo tiempo que evitarían la contaminación ocasionada por el líquido vertido al suelo, los olores y presencia de insectos plagas, ayudando a mejorar la condición del medio ambiente.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

Mucílago.

La pulpa fresca de cacao está compuesta por el 80 % de agua, de 10 al 15% de glucosa y fructosa, hasta el 0.5 % de ácidos no volátiles (en su mayor parte cítricos y cantidades pequeñas de almidón, ácidos volátiles y sales) y 1% de pectinas puede conferir alta viscosidad a los productos (11). 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, normalmente se desperdician más de 70 litros por tonelada de este material mucilaginoso (12).

Miel.

Se compone esencialmente de diferentes azúcares, predominantemente glucosa y fructosa, así como de otras sustancias como ácidos orgánicos, enzimas y partículas sólidas derivadas de la recolección de la miel. El color de la miel varía desde casi incoloro a pardo oscuro. Su consistencia puede ser fluida, viscosa, total o parcialmente cristalizada (13). La miel está clasificada como edulcorante natural (14)

Sabor.

El sabor es una sensación que se percibe en las papilas gustativas de la lengua y en la pared de la boca que son estimuladas por ciertas sustancias solubles y permiten encontrar en cada producto los sabores básicos como son: dulce, salado, astringente, ácido y amargo, es un criterio clave de calidad para los fabricantes de productos de cacao, este incluye la intensidad del sabor a cacao (15).

Cacao.

Aparentemente la palabra “cacao” se deriva de las palabras Mayas “kaj” y “kab” que significan “amargo” y “jugo” respectivamente”. El árbol madura a los 24 meses después de ser sembrado y produce por vez primera a los cinco años y los rendimientos máximos

se dan entre el año ocho y el diez, y puede ser productivo durante muchos decenios más. El año cacaotero de acuerdo a la ICCO empieza el 1 de octubre y culmina en septiembre 30 del año siguiente. **Fuente especificada no válida.**

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Historia del Cacao.

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 (16). El país fue el mayor exportador mundial de cacao durante el periodo de 1880 – 1915, sin embargo, la llegada de enfermedades severas como escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y monilia (*Moniliophthora roreri*) hace unos 100 años, engendró la introducción masiva de cacao extranjero, proveniente de Venezuela, perdiendo así este status (17).

Estudios recientes han revelado una contribución genética específica al sabor, no solo entre los tipos Criollo y Amazónico, sino entre y dentro de los tipos Amazónicos y Trinitarios. Las características aromáticas se heredan, por lo que, si dos tipos de cacao con características aromáticas opuestas se cruzan, la calidad del sabor de la progenie tendera hacia la media de los dos progenitores. Esta convergencia hacia una calidad organoléptica media ya se ha producido con la introducción de cacaoteros Trinitario para sustituir a otros del tipo Criollo (4).

La hipótesis de la existencia de una variedad ancestral pudo ser verificada gracias al análisis de las colecciones antiguas de los diferentes cacaos del INIAP y de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ). Estas colecciones corresponden a los Árboles cultivados en toda la zona costera del Ecuador. Mediante los métodos de análisis de ADN desarrollados por el CIRAD, algunos árboles fueron identificados como los ancestros probables de todo el Pool híbrido actualmente cultivado en Ecuador. Los estudios de paternidad confirmaron esta hipótesis (18).

2.2.2. La producción del Cacao en el Ecuador.

Del total de la exportación ecuatoriana se estima que un 75% es cacao fino de aroma mientras que el restante 25% pertenece a otras variedades como el CCN51 (6). "Ecuador se convirtió en el primer exportador de cacao en grano en América y ocupa el cuarto puesto en el mundo entre todos los tipos de ese producto, lo que representa un aumento del 168% en los últimos 10 años" (19). El país es actualmente el mayor productor de cacao (*Theobroma cacao* L.) (20).

2.2.3. Generalidades.

El cacao (*Theobroma cacao* L.) pertenece a la familia Stericuliaceae, es originario del bosque húmedo tropical de América del Sur, cultivándose comercialmente desde el nivel del mar hasta los 1200 metros de altitud. 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 (21). Fue domesticado en la América Central Olmeca hace más de 5,000 años, y su producción se ha extendido globalmente a las áreas tropicales del oeste de África y el sureste de Asia, y hoy pertenece a los cultivos más importantes. En estos días, se está cultivando cacao en 58 países con una contribución de aproximadamente US \$ 4.500 millones por año a la economía mundial. En algunos países, la importancia del cacao es primordial para la economía local (22).

Árbol de pequeña talla, perennifolio que alcanza hasta los 7 m de altura. Pertenece a la división Magnoliophyta, familia Malvaceae. El tronco tiene un hábito de crecimiento dimórfico con brotes ortotrópicos o chupones, ramas en abanico. Es una especie cauliflora” es decir, florece directamente desde el tronco principal o las viejas ramificaciones, al igual que sus hojas y frutos también se desarrollan directamente desde esta estructura (23).

Sus hojas son lanceoladas, mientras que las flores son pequeñas y se ubican en el tejido maduro, de tronco y ramas (21), son de color rosa, las cuales están siempre presentes y visibles en el árbol ya que este se encuentra en constante floración (23). El fruto es una baya grande denominada mazorca, llamado "alimento de los dioses" por los aborígenes

americanos. (21). De 15 a 25 cm de largo, con una superficie más o menos nudosa y líneas de arriba a abajo. La vaina contiene de 30 a 40 semillas, cada una de las cuales está rodeada por una pulpa blanca agridulce (24).

2.2.4. Variedades en el Ecuador

2.2.4.1. Cacao Nacional

Aunque considerado como fino y de aroma, el cacao Nacional es un forastero autóctono del bosque húmedo ecuatoriano y produce almendras de gran tamaño con cotiledones ligeramente marrones los cuales desarrollan, cuando se benefician adecuadamente, un aroma chocolate delicado acompañado por un pronunciado sabor floral, descrito como sabor Arriba (25).

El cacao ecuatoriano es reconocido mundialmente por sus marcadas características de aroma floral y color sumamente apreciadas en la preparación de chocolates finos, revestimientos y coberturas, además por su excelente calidad (26).

EET103

Liberado por INIAP y cultivado en varias regiones de Ecuador durante al menos tres décadas, pero con un rendimiento menor que CCN 51 (20)

2.2.4.2. Forastero.

Las mazorcas son estriadas y ligeramente ásperas con extremos lisos y redondeados. Las cáscaras de los granos de cacao Forastero son gruesas con un mesocarpio lignificado, y los granos se aplanan con cotiledones de color púrpura (27).

Forastero significa "extranjero" y se refiere a cualquier árbol de cacao que no sea Criollo o híbrido. Generalmente producen granos de color púrpura y constituye el 95% de la producción mundial de cacao. Las mazorcas maduras son duras, amarillas, redondeadas.

Los granos de cacao Forastero se caracterizan por tener cotiledones amargos de color marrón oscuro (3).

El clon IMC-67

El clon IMC-67 y algunos híbridos donde este clon interviene, ofrecen comportamientos aceptables y promisorios ante la "moniliasis", los genotipos E1, IMC-67 y P7 fueron calificados como tolerantes por su mediano daño interno y por presentar mayor tiempo de duración en la expresión de síntomas (28).

2.2.4.3. Trinitario.

Es un grupo complejo, constituido por una población híbrida que se originó en la isla de Trinidad, cuando la variedad original (Criollo de Trinidad) se cruzó con la variedad introducida de la cuenca del Orinoco; por esta razón las características morfológicas, genéticas y de calidad son intermedias entre criollos y forasteros, determinando diversos tipos de cacao (29).

Los cacaos trinitarios presentan mazorcas de diferentes formas y colores verdes y rojas cuando están inmaduras, tornándose amarillas y anaranjadas rojizas a la madurez; por lo general, las almendras son de tamaño mediano a grande con cotiledones violeta oscuro.

Clon CCN-51

Debido a la baja productividad reflejada en el cacao, hace más de 30 años producto de la selección y cruzamientos controlados con variedades trinitarias, el agrónomo Homero Castro desarrolló el clon CCN-51 (30). Tiene una coloración rojiza en su estado de desarrollo y madurez, contienen grandes cantidades de grasa, por lo que define sus propios nichos de mercados, es una variedad que se caracteriza por su capacidad productiva, siendo estas cuatro veces mayor a las clásicas producciones (16), se ha diseminado en las últimas dos décadas debido a su resistencia a la escoba de bruja y precocidad (20).

2.2.5. Recolección.

La cosecha consiste en retirar cuidadosamente las mazorcas de los árboles teniendo en cuenta la madurez de las mazorcas que se relaciona con su color externo. La naturaleza del cambio de color externo depende de la variedad del cacao. Sólo las mazorcas maduras (no dañadas o infectadas) se cosechan. Tampoco se cosechan frutos sobremaduros porque sus granos están pregerminados y al desprenderse la radícula, ingresan insectos u hongos. La cosecha se desarrolla utilizando herramientas adecuadas según la ubicación de la mazorca, por ejemplo si está ubicada en la parte baja de la planta, se usa un machete, y si está en la parte alta, se usa una desgarradora (3).

Al tumbarse las mazorcas del tronco o las ramas del árbol de cacao, debe tenerse mucho cuidado en no dañar las partes leñosas del mismo, puesto que el cacao es un árbol que tiene como particularidad florecer y fructificar únicamente en las partes más viejas de la planta, esta herida puede ser vía para penetración de alguna enfermedad.

2.2.6. Quiebra.

Involucra la partida de las mazorcas empleando un machete o mazo en forma perpendicular a su mayor diámetro, para luego extraer los granos de la placenta en forma manual. El tiempo de desgrane (tiempo transcurrido entre la toma de mazorca del árbol y la extracción del grano) afecta el proceso de fermentación (31).

2.2.7. Fermentación.

La fermentación del cacao es una operación que se efectúa en dos fases: una anaeróbica, donde levaduras y bacterias ácido-lácticas predominan en el medio y metabolizan los azúcares y el ácido cítrico presente en el mucílago del cacao, generando ácido acético y etanol; la otra fase es aerobia, esto es, se voltea la masa para favorecer la aireación y, en consecuencia, incrementar la proliferación de bacterias ácido-acéticas. Estas bacterias oxidan el etanol producido durante la fermentación alcohólica a ácido acético y acetato de etilo mediante una reacción exotérmica, lo cual genera un aumento en la temperatura de la masa del grano que puede llegar hasta 50 °C (32)

Con respecto a los equipos existen diferentes metodologías como fermentación en cajones sencillos de madera, cajones de madera con forma de escalera, cajones rotatorios, en sacos de fique o simplemente apilando el grano sobre el suelo. Proceso que se lleva a cabo en fermentadores, dura entre 7 y 8 días en los cuales la masa de cacao se voltea con el fin de airearla y lograr una fermentación uniforme. El objeto de este proceso es desprender los granos de la pulpa mucilaginosa que los protege, provocar la muerte del embrión para impedir la germinación de los granos y desencadenar modificaciones bioquímicas en el interior de los cotiledones que se traducen en un aumento de volumen, aparición del color pardo, disminución del sabor amargo y de la astringencia, permitiendo de esta manera el desarrollo de los precursores del aroma (31).

2.2.8. Características principales de los residuos del beneficio del cacao.

Los granos de cacao que se recuperan como producto de las mazorcas, solo representan el 10 % del peso total, lo que nos indica que el cultivo del cacao produce desde la etapa de recolección hasta la de procesamiento, una gran cantidad de desechos. Otros investigadores aseguran que 10 toneladas de desechos frescos se producen por cada tonelada de semillas secas. Estos desechos están constituidos básicamente por la cáscara del fruto y la pulpa de las semillas, los cuales son ricos en taninos, polifenoles, alcaloides, azúcares y polisacáridos. Los residuos del cacao provienen principalmente de la cáscara, mucílago y cascarilla (residuo industrial) (33).

2.2.8.1. Mucílago o pulpa de cacao.

La pulpa del cacao es un tejido parenquimático de color blanco formado por células alargadas derivadas del endocarpio que se fusiona con el tegumento de la semilla tomando consistencia mucilaginosa cuando alcanza la madurez. Dicho tejido representa 40-52% del peso fresco de la semilla madura y contiene mayoritariamente agua (78-80%), azúcares simples (10-15%), ácido cítrico (1-3%), proteínas ($\leq 1\%$), grasas ($\leq 0,5\%$), aminoácidos ($\leq 0,2\%$), entre otros (34).

Dentro del fruto sano la pulpa permanece estéril, pero es colonizada por una sucesión de microorganismos, particularmente levaduras, bacterias lácticas y acéticas después de abrir la baya. En tal sentido, la pulpa constituye el sustrato para el crecimiento microbiano durante la fermentación de la semilla, con el fin de generar las sustancias precursoras del sabor y aroma característicos a chocolate.

El mucílago es un producto orgánico de origen vegetal, de peso molecular elevado superior a 200.000 g/gmol la cual es una medida de peso para este tipo de sustancias, cuya estructura molecular completa es desconocida. Están conformados por polisacáridos celulósicos que son biopolímeros que contienen el mismo número de azúcares que las gomas y fibras naturales. El exudado es de apariencia turbia de color beige, olor medianamente alcohólico, 4,02 de acidez, 3,76 pH y 1,16 densidades; está compuesto por alcaloides, taninos, flavonoides, cumarinas y esteroides (35)

2.2.8.2. Extracción del mucílago

Se necesita de un método extractivo en la etapa de sudado, para evitar la pérdida del producto y su fermentación. Por ejemplo la aplicación de presión por medio de pesas a la masa de mucílago en fermentación y colocación de tubos de PVC verticalmente para incrementar el flujo libre del mucílago hasta el fondo, con un tanque de poliéster que recolecte el sudado (36).

La extracción del mucílago se debe realizar empleando métodos que pudieran adecuarse a las condiciones a las que trabaja el productor de cacao tanto a nivel artesanal como industrial. Por ejemplo, el empleo de lienzo.

2.2.8.3. Efecto de la época de cosecha sobre el nivel de azúcares.

El cacao presenta dos ciclos de cosecha fundamentales, los cuales están marcados por las precipitaciones, específicamente, el inicio y culminación de las lluvias, lo que a su vez está relacionado con las condiciones edafoclimáticas. Dichas condiciones tienen un efecto

(aunque poco estudiado), sobre los compuestos (tales como azúcares) que determinan la calidad del cacao (34).

2.2.9. Filtración.

Los procesos de filtración son considerados procesos de separación-concentración, utilizados frecuentemente para purificar, concentrar y separar partículas finas contenidas en disoluciones (37).

El medio filtrante de cualquier filtro debe cumplir los siguientes requerimientos:

- a) Retener los sólidos a filtrar, dando lugar a un filtrado razonablemente claro.
- b) No obstruirse o cegarse.
- c) Ser químicamente resistente y tener suficiente resistencia física para soportar las condiciones del proceso.
- d) Permitir que la torta formada se desprenda de una forma limpia y completa.
- e) No ser excesivamente caro (36).

2.3. Análisis multivariados.

Las técnicas multivariadas permiten una reducción en la dimensión del análisis con múltiples respuestas, con el objetivo de simplificar su entendimiento, visualización e interpretación y obtener suficientes detalles para una adecuada representación de los resultados (38). Se considera un conjunto de variables aleatorias relacionadas, donde cada una es considerada igualmente importante al comienzo del análisis (39).

Tiene como finalidad analizar simultáneamente conjuntos de datos multivariantes en el sentido de que hay varias variables medidas para cada individuo u objeto estudiado. Su razón de ser radica en un mejor entendimiento del fenómeno objeto de estudio obteniendo información que los métodos estadísticos univariantes y bivariantes son incapaces de conseguir (40).

2.3.1. Análisis de Componentes Principales (ACP).

Está diseñado para reducir el número de variables necesarias a considerar a un número de índice, llamados componentes principales, que son combinaciones lineales de las variables originales. Se utiliza con datos cuantitativos, aunque pueden ponerse como variables complementarias los cualitativos (40).

Las componentes principales se expresan como una combinación lineal de las variables originales. Desde el punto de vista de su aplicación, el método es considerado como un método de reducción, esto es, permite reducir la dimensión del número de variables originales que se han considerado en el análisis. La diferencia entre ambos conjuntos de variables estriba en que las componentes principales se calculan de forma que estén incorrelacionadas entre sí. Cuando las variables originales están muy correlacionadas entre sí, la mayor parte de su variabilidad se puede explicar con muy pocos componentes. (41)

En el análisis de componentes principales se dispone de una muestra de tamaño n acerca de p variables X_1, X_2, \dots, X_p (tipificadas o expresadas en desviaciones respecto a la media) inicialmente correlacionadas, para posteriormente obtener a partir de ellas un número k $p \geq k$ de variables incorrelacionadas Z_1, Z_2, \dots, Z_k que sean combinación lineal de las variables iniciales y que expliquen la mayor parte de su variabilidad. Para estudiar las relaciones que se presentan entre p variables correlacionadas (que miden información común) se puede transformar el conjunto original de variables en otro conjunto de nuevas variables incorreladas entre sí (que no tenga repetición o redundancia en la información) llamado conjunto de componentes principales. Se considera una serie de variables (x_1, x_2, \dots, x_p) sobre un grupo de objetos o individuos y se trata de calcular, a partir de ellas, un

nuevo conjunto de variables (y_1, y_2, \dots, y_p), incorreladas entre sí, cuyas varianzas vayan decreciendo progresivamente.

Cada Y_j ($j = 1, \dots, p$) es una combinación lineal de las (x_1, x_2, \dots, x_p) originales, es decir:

$$Y_j = a_{j1} x_1 + a_{j2} x_2 + \dots + a_{jp} x_p = a_j^o x$$

Siendo $a_j^o = (a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{pj})$ un vector de constantes, y $x = \begin{pmatrix} x_1 \\ \dots \\ x_p \end{pmatrix}$

Su utilización sin determinadas consideraciones conduce a inferencias sin justificación o a interpretaciones erróneas. Para su utilización es necesario analizar primeramente aspectos metodológicos a fin de verificar la eficacia y la factibilidad de empleo correcto del método para un conjunto de datos en particular (42).

2.3.2. Análisis Factorial (AF).

También intenta explicar la variación en un número original de variables, usando un menor número de éstas indexadas, llamadas factores. Se asume que cada variable original puede ser expresada como una combinación lineal de estos factores más un término residual, que refleja el grado en el cual la variable es independiente de otras variables. Algunos análisis factoriales usan el ACP para encontrar los factores a utilizar (39).

2.3.3. Análisis de Cluster (AC).

Intenta identificar grupos de individuos similares. Los grupos en este caso no son conocidos a priori sino que se trata de armarlos sobre la base de algún criterio, utilizando las variables disponibles (39). Estas técnicas pretenden encontrar grupos naturales en un conjunto de datos:

1. **Análisis no jerárquico:** inicialmente se establece el número de grupos que se desean formar y cada dato se asigna a uno de ellos tratando de conseguir la mayor homogeneidad posible.

2. **Análisis jerárquico:** pueden ser aglomerativos o divisivos. En ambos casos, el proceso finaliza cuando se consigue un nivel de homogeneidad adecuado (43).

Como puede comprenderse fácilmente el análisis cluster tiene una extraordinaria importancia en la investigación científica, en cualquier rama del saber. Téngase presente que la clasificación es uno de los objetivos fundamentales de la ciencia .Y en la medida en que el análisis cluster nos proporciona los medios técnicos para realizarla, se nos hará imprescindible en cualquier investigación (44).

2.3.4. Análisis exploratorio de datos

El Análisis Exploratorio de Datos, conocido por sus siglas en inglés EDA (Exploratory Data Analysis), es considerado actualmente como un conjunto de procedimientos cuyo objetivo general es proporcionar una visión más detallada y precisa de las variables cuyo nivel de medición es el interval. Se apoya en un planteamiento descriptivo y se realiza sin aceptar ideas preconcebidas sobre el contenido informativo de los datos, o lo que es lo mismo, con una mentalidad “exploratoria” (45).

2.4. La evaluación sensorial

La evaluación sensorial es una disciplina de la ciencia de los alimentos que permite establecer el grado de aceptación o rechazo de un alimento por parte de los consumidores (46). Abarca un conjunto de técnicas que, aplicadas de una manera científica, permiten obtener unos resultados fiables sobre las respuestas que nos dan nuestros sentidos a los alimentos. Para ello, se acude a la experiencia de catadores o panelistas entrenados, quienes trabajan como si se tratara de instrumentos, al ser capaces de establecer diferencias objetivamente (47).

Es importante para la industria de alimentos, para los profesionales encargados de la estandarización de procesos y los productos, para los encargados de la producción y promoción de los productos alimenticios, ya que deben conocer la metodología apropiada que les permita evaluar los alimentos haciéndolos de esta manera competitivos en el

mercado. La aceptación de un producto alimenticio es el resultado de la reacción del consumidor ante las características organolépticas (48).

CAPÍTULO III
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La investigación se realizó en la Finca Experimental “La Represa” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el en el recinto Faita, km 2,5 de la parroquia San Carlos, provincia de Los Ríos. Su ubicación geográfica corresponde a 1°03'18" de latitud Sur y 79°25'24" de longitud Oeste, localizada en la zona ecológica bosque húmedo tropical a una altura de 90 msnm, para la cosecha de cacao y la extracción del mucílago se lo realizó en el Cantón Quevedo cuya ubicación geográfica es 0° 13' 23" sur y 78° 30' 45" oeste a una altura de 74 msnm. Los análisis fisicoquímicos se realizaron en el Laboratorio de bromatología en la finca experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7 de la Vía Quevedo–El Empalme. Recinto San Felipe, cantón Mocache, provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas de 01° 06' de latitud Sur y 79° 29' de longitud Oeste, a una altitud de 120 msnm con una temperatura media de 25,8 °C.

Tabla 1. *Condiciones meteorológicas de la Finca Experimental “La Represa”.*

Detalle	
Altitud:	90 msnm
Precipitación Promedio	2510 mm
Temperatura Media Anual:	24,10 °C
Longitud Occidental:	79° 25' 24''
Latitud Sur:	1° 03' 18
Humedad Relativa:	87,7 %

Fuente: INAMHI (49)

3.2. Tipo de investigación.

3.2.1. Diagnóstica.

El entorno cacaotero a nivel de pequeños y medianos productores, hoy en día se encuentra en condiciones desfavorables, debido a la baja de precios del producto, por esta situación la economía de nuestros agricultores va decayendo. Tanto la industria como los

investigadores le están dando valor agregado a cada uno de los subproductos obtenidos en el proceso de fabricación del chocolate, nuevas tecnologías que nuestros cacaoteros pueden adoptar e implementar en sus fincas, debido a que tienen la materia prima y los materiales adecuados para la obtención de nuevos productos.

Mediante el aprovechamiento y conservación del mucílago de cacao para la obtención de miel, se busca alargar la cadena agroalimentaria del cultivo, para que nuestros agricultores tengan una alternativa más, para mejorar su calidad de vida, sacándole el mayor provecho a su producción y que no dependan solo de las almendras para su comercialización, sino que opten por la fabricación de productos que les permita obtener más beneficios económicos y evitar desperdiciar los residuos.

3.3. Métodos de investigación.

3.3.1. Analítico.

Mediante el método analítico se logró dividir el planteamiento del problema en diversas preguntas, con la finalidad de analizarlas a profundidad, para poder establecer el problema central de la investigación.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

3.4.1. Fuentes primarias.

Los métodos empíricos que se utilizaron para la recolección de información de nivel primario fueron la observación y encuesta. La principal técnica aplicada fue el estudio documental que consistió en un análisis a fondo de la producción de cacao en el Ecuador y en la provincia de Los Ríos, así como de la posibilidad de reutilizar los subproductos de cacao, específicamente el mucílago.

3.4.2. Fuentes secundarias.

Se obtuvo información a partir de documentos, tesis, artículos científicos, libros y sitios web, el cual permitirá realizar un análisis de la realidad existente del poco manejo que se le da al mucílago en nuestro entorno.

3.5. Diseño de la investigación.

La investigación se realizó con un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 3 tratamientos y 6 repeticiones. Para determinar diferencias entre medias se empleó la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabla 2. *Análisis de varianza (ANDEVA) para Diseño Completamente al Azar (DCA).*

Fuente de Variación		Grados de Libertad
Tratamientos	t-1	2
Error experimental.	(t) (r-1)	15
Total	(t x r)-1	17

Elaborado por: Fiana Pierina Orejuela Hurtado

3.5.1. Modelo matemático.

$$y_{ijk} = \mu + t_i + E_{ij}$$

y_{ij} = Variable de respuesta variable dependiente

μ = Media o promedio

t_i = Efecto del tratamiento

E_{ij} = Efecto del error experimental

3.6. Instrumentos de investigación.

El proceso de elaboración de miel de cacao se llevó a cabo mediante un sin número de procedimientos para su obtención, empezando por la observación de las mazorcas aptas para la cosecha, seguido el quiebre de mazorcas sanas y maduras, la extracción de los granos con el respectivo peso, el peso del maguey y cascarones, estos procesos se lo realizaron en la Finca Experimental “La Represa” propiedad de la Universidad Técnica

Estatad de Quevedo. La extracción del mucílago, se lo obtuvo con la ayuda de lienzo y un cedazo, para impedir el paso de sustancias extrañas o restos de almendras, clarificar la pulpa, y obtener el volumen del mucílago. Una vez extraído el mucílago se procede a ponerlo en fundas con etiquetas, que llevan el nombre del material genético, la fecha y la cantidad en litros, para guardarlos en el congelador, evitando que se inicie el proceso de fermentación y que los microorganismos ataquen el líquido que será objeto de transformación. Al proceder con la elaboración de la miel, se lo realizó por cosecha, hubo variación tanto de los tiempos de duración, cantidad de litros al final de la cocción, teniendo como producto final coloraciones diferentes por grupo genético. Los envases se lavaron y esterilizaron para el almacenamiento del producto. La elaboración de miel es una alternativa viable para mejorar la economía de nuestros cacaocultores.

3.7. Variables a evaluar en la investigación.

3.7.1. Variables fisicoquímicas.

✓ pH

Se determinó introduciendo el electrodo del potenciómetro directamente en la muestra (40ml de miel), usando un pH-metro Orion 410A. Primero se calibrará el instrumento con los buffers, y luego se colocará la muestra líquida en un vaso de precipitación para ser analizada por el equipo.

✓ Acidez titulable

La Acidez Titulable es el porcentaje de peso de los ácidos concentrados en el producto, se determina por análisis conocido como titulación que es la neutralización de IONES de hidrogeno del ácido con una solución de NaOH de concentración conocida. Este se adiciona con una bureta puesta verticalmente en un soporte universal.

Para el desarrollo de éste análisis se colocó 10 ml de la miel en un vaso de precipitación. Se llenó una bureta con una solución de hidróxido de sodio 0,1 N y se tomó la lectura de la cantidad de solución en la bureta ubicada en un soporte universal. En el vaso de

precipitación que contiene la muestra, se le agregaron 3 gotas de fenolftaleína al 1% como indicador.

Preparación de la muestra.

La preparación de soluciones para la titulación de la acidez de algunos productos se efectúa como sigue:

1. Se toma 10 g de muestra
2. Se coloca en un matraz volumétrico de 250 ml
3. Se añade 50 ml de agua destilada
4. La mezcla se agita vigorosamente

Titulación.

- ✓ Llenar la bureta con NaOH 0.1N
- ✓ Se adiciona 3 gotas de fenolftaleína al 1% como indicador
- ✓ Se adiciona gota a gota la solución NaOH
- ✓ Titular hasta que aparezca el color rosa y permanezca 15seg.
- ✓ Se toma la lectura en la bureta de la cantidad de NaOH usada para neutralizar la acidez de la muestra.

Cálculo.

La acidez del producto se expresa como el porcentaje de peso del ácido que se encuentra en la muestra.

$$\% \text{Ac} = \frac{D \cdot 100 \cdot B}{A \cdot D \cdot C}$$

A= Cantidad en mililitros de la solución consumida

B= Normalidad de la solución usada 0.1 N

C= Peso expresado en gr del Ac predominante del producto

D= Peso de la muestra en miligramos

✓ **Grados Brix**

La medición de Grados Briz se realizó por medio de un frixómetro a 28 °C, °Brix = porcentaje de Azúcar presente en una solución. También representa la relación entre masa del azúcar y el volumen de la solución (g/ml) (Kg/L).

✓ **Humedad**

Para medir el porcentaje de humedad de las almendras de las variedades (EET-103, CCN-51, IMC-67), se pesaron 10 g de muestra de miel de cacao, los crisoles previamente esterilizado, las muestras se colocaron en una estufa “MEMMERT” y se incubaron a 165° C por 48 horas. El porcentaje de humedad contenido en miel se determinó en función del peso fresco, por diferencia, empleando la siguiente fórmula:

$$W_o = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100$$

Dónde: W0 = Peso de la Muestra (g)

W1 = Peso del crisol vacío.

W2 = Peso del crisol más la muestra calcinada

3.7.2. Variables agronómicas.

- ✓ Número de frutos.
- ✓ Peso de almendras.
- ✓ Peso del cascaron.
- ✓ Peso del maguey.
- ✓ Volumen del mucílago.

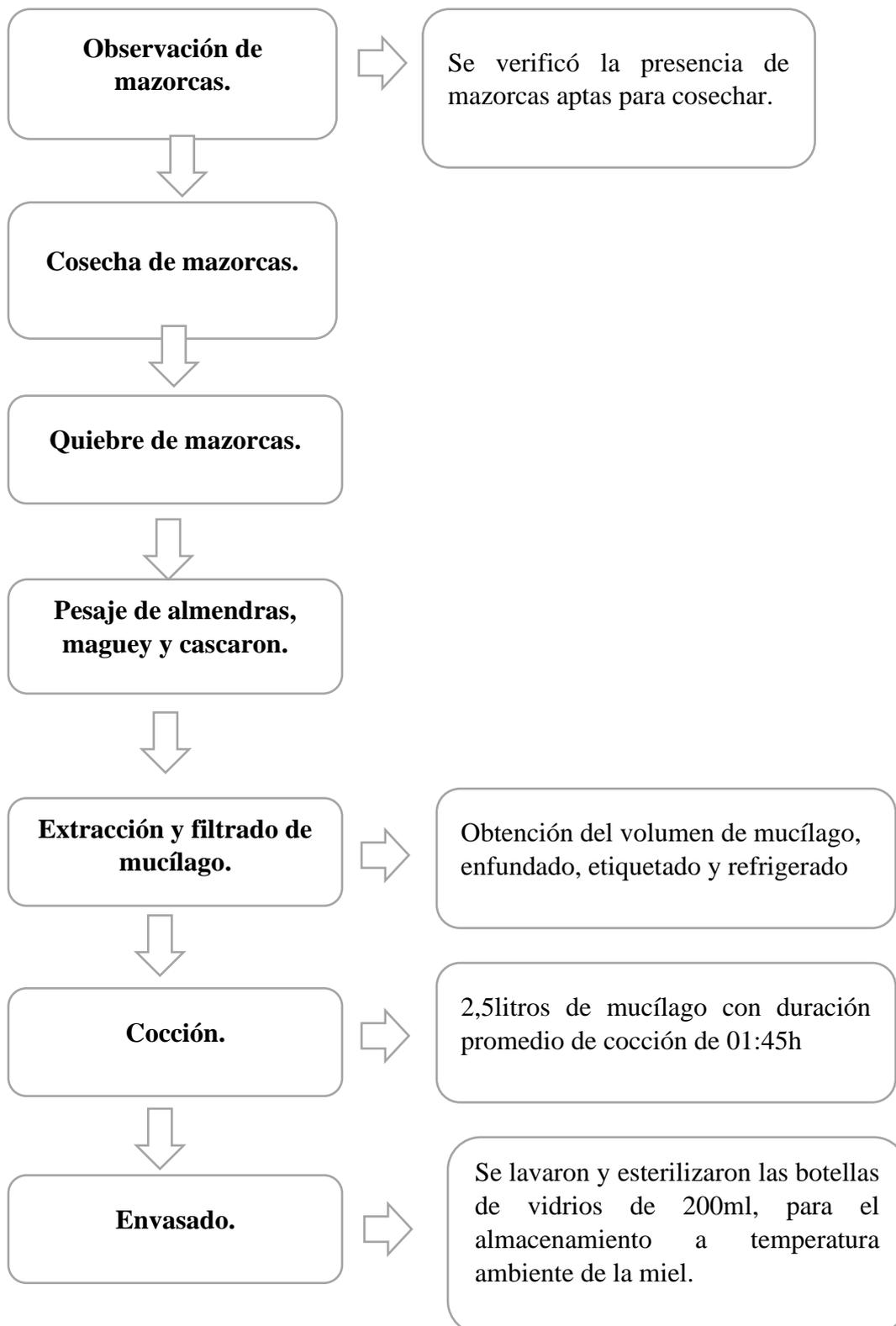
3.7.3. Descriptores sensoriales

La miel fue degustada por un panel de catación. A cada evaluador se le dio una cantidad de miel, la cual degustó describiendo mentalmente la similitud o no con la miel de abeja.

Para los descriptores sensoriales se realizó un análisis de Componentes Principales.

- ✓ Sabor.
- ✓ Olor.
- ✓ Color.
- ✓ Gusto.
- ✓ Aceptabilidad.

3.8. Flujograma.



3.9. Descripción del proceso

3.9.1. Observación de mazorcas.

Para la elaboración de la miel, se trabajó con frutos de los tres grupos genéticos de cacao, provenientes de la Finca Experimental “La Represa” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, se utilizaron en promedio 2.5 litros de mucílago por repetición, provenientes de mazorcas maduras y sanas, las cuales mediante observación previa se constató de frutos aptos para la cosecha.

3.9.2. Cosecha de mazorcas sanas y maduras.

Con ayuda de los trabajadores de la Finca Experimental “La Represa” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo se procedió a la cosecha de frutos sanos y maduros.

3.9.3. Quiebre de mazorcas.

Una vez cosechadas las mazorcas se procedió al quiebre de la mismas para la extracción de almendras y maguey por planta.

3.9.4. Pesaje de almendras, maguey y cascara.

Se utilizaron dos baldes, uno para el pesaje de las almendras y otro para el del maguey y cascara, para evitar el contacto de la pulpa con sustancias extrañas.

3.9.5. Extracción y filtrado de mucílago.

La extracción del mucílago se la realizó en Quevedo, con la ayuda de lienzo, guantes para examinación, mascarilla, cernidor, jarra de plástico de 2,5litros, fundas, papel, lapiceros y cinta adhesiva. Una vez extraído el mucílago de forma manual con el lienzo, se cernió el líquido para evitar el paso de sustancias extrañas, se midió el volumen, se guardó en fundas plásticas con su respectiva etiqueta (nombre de la variedad, fecha de cosecha y volumen del mucílago) y se almaceno en refrigeración.

3.9.6. Cocción.

Para la cocción se utilizaron materiales como: cucharon, olla de acero inoxidable, cocineta y cilindro de gas. Se descongeló el mucílago que fue materia de transformación, se colocó el líquido en la olla y se procedió con la cocción. Una vez iniciado el proceso de transformación del mucílago, mediante la cocción, desde los 18 a 30 minutos comenzó a hervir, teniendo en cuenta algo muy importante durante el hervor, la formación de espuma tiende con frecuencia a subir, la cual se debe sacar con ayuda del cucharon y remover con frecuencia. El cambio de color se dio en promedio a los 50 minutos, de beige a un café claro (para los tres grupos genéticos) y a medida que pasa el tiempo mientras sigue en ebullición se va tornando su coloración final (diferente según el grupo genético). Desde los 40 minutos a 1 hora comenzó la emisión del olor, una vez que ha transcurrido 1 hora 10 minutos, tiende a subirse, con espuma de burbujas pequeñas, a la 1 hora 29 minutos, se ha espesado lo correcto para tener apariencia, textura y espesor de la miel. La pérdida por evaporación durante la cocción fue de una relación 2.50 litros a 0.50 litros con una duración aproximada de 1 hora 30 minutos.

3.9.7. Envasado.

Terminado el proceso de elaboración de la miel, se procedió a enfriar el producto, se sumergió la olla dentro de una bañera, con agua y hielo para bajar la temperatura. Enfriada

la miel se trasvasa a los envases previamente esterilizadas y secos (esto es importante para evitar la contaminación con bacterias) y se los mantiene a temperatura ambiente.

3.10. Tratamiento de los datos.

Tabla 3. *Tratamientos de grupos genéticos de cacao.*

Tratamientos	T0	T1	T2
Grupos genéticos	Nacional (EET-103) testigo	Trinitario(CCN-51)	Forastero (IMC-67)

Elaborado por: Fiana Pierina Orejuela Hurtado

3.11. Recursos.

3.11.1. Recursos humanos.

Contribución de talentos humanos como el Director del proyecto de investigación Ing. Jaime Vera Chang, Economista Ing. Ximena Cervantes, Coordinadora del Laboratorio de Bromatología FCP – UTEQ Ing. Lourdes Ramos Mackliff, Laboratorista Ing. Antonio Francisco Mendoza León y la Autora del proyecto de investigación Fiana Pierina Orejuela Hurtado.

3.11.2. Recursos materiales.

Materia Prima.

- Mucílago de Cacao.

Materiales.

- Fundas plásticas.
- Ollas.

- Cucharones.
- Jarra.
- Lienzo.
- Recipientes herméticos.
- Cedazo.
- Varilla de vidrio.
- Toalla de cocina.
- Matraz.
- Vasos de precipitación.
- Crisol.
- Desecador.
- Alambre para determinar Energía.

Equipos.

- Estufa
- Balanza analítica.
- Termómetro digital.
- pHmetro.
- Frixómetro.
- Cocina.
- Refrigeradora.

Reactivos.

- Agua destilada.
- Fenolftaleína 2%.
- NaOH 0.1N.
- NaCO₃.

Materiales de oficina.

- Computadora.
- Impresora.
- Lapiceros
- Hojas A4

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables agronómicas.

4.1.1. Número de mazorcas.

Los resultados que se muestran en la tabla 4, referente a la variable Número de mazorcas para T₀ (EET-103), está por encima de los 2 tratamientos restantes, el cual expresó los mayores valores registrados, existiendo diferencias estadísticas significativas, con un valor de 18.14, seguido del T₂ 14.01 (IMC-67), mientras que el T₁ (CCN-51) presentó el valor más bajo 9.69. Con una media general de 5.22 y un Coeficiente de variación de 25.70%. Sánchez Mora *et al* (50) obtuvieron un valor para el clon comercial CCN-51 de (14.5) por planta. Este resultado se asemejó con los obtenidos por Chévez Vera (51) con un promedio global de 4.95 y un coeficiente de variación de 23.63 %, por otro lado Ortiz Valbuena & Álvarez León (31) obtuvieron una cantidad de 5464 frutos.

4.1.2. Peso de Almendras (g).

En la tabla 4 observamos que hubo diferencias estadísticas significativas entre medias de la variable peso de almendras, con una media general de 154.98g y un Coeficiente de variación de 17.33%. El mayor valor entre las muestras lo obtuvo el T₀ (175.09), T₂ (163.59) y el T₁ (9126.27) presentó el valor más bajo. Chévez Vera (51) consto con un promedio general de 688.33g, superior al obtenido en la investigación, y el coeficiente de variación registrado fue de 26.94%.

4.1.3. Peso del Cascaron (g).

Esta variable presentó diferencias estadísticas significativas entre medias, el mayor valor entre las muestras lo obtuvo el T₂ (399.58g), T₀ (373.89g) y el más bajo T₁ (195.33g). Con una media general de 322.93g y un Coeficiente de variación de 38.68% como demuestra la tabla 4. Ortiz Valbuena & Álvarez León (52) determinaron que por cada kilogramo de semilla seca se producen 10kg de cáscara de cacao fresca. Para producir

una tonelada de granos de cacao, se generan 10 toneladas de vaina de cacao húmedo y cáscaras, lo que representa un gran excedente Peralta Ruiz *et al* (52).

4.1.4. Peso de del Maguey (g).

En la tabla 4, de la variable Peso del Maguey, los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas entre medias, con una media general de 45.22g y un Coeficiente de variación de 21.80%. con un orden de T₂ (47.57g), T₀ (45.48g) y T₁ (42.62g).

4.1.5. Volumen de Mucílago (L/Kg).

La variable Volumen de mucílago, mostró diferencias estadísticas significativas entre medias, el valor más alto, se presentó en el T1 (2.27L), mientras que los más bajos se dieron en los tratamientos T₀ y T₂ con valor semejante de (2.08L). Con una media general de 2.14L y un Coeficiente de variación de 5.13% como demuestra la tabla 4. Ortiz Valbuena & Álvarez León (31) determinaron que por cada kg de semilla fresca se producen 0,05 L de exudado.

Tabla 4 Valores registrados para las variables agronómicas: Número de Mazorca, Peso de Almendras (g), Peso del Cascaron (g), Peso de del Maguey (g), Volumen de Mucílago (L/Kg). FCP-UTEQ. 2018.

Tratamientos	N de Mazorcas	Peso de Almendras (g)	Peso del Cascaron (g)	Peso del Maguey (g)	Volumen Mucílago (L/Kg)
EET-103	18.14 a	175.09 a	373.89 ab	45.48 a	2.08 b
CCN-51	9.69 b	126.27 b	195.33 b	42.62 a	2.27 a
IMC-67	14.01 ab	163.59 ab	399.58 a	47.57 a	2.08 b
Promedio	13.94	154.98	322.93	45.22	2.14
CV (%)	21.16	17.33	18.68	21.80	5.13

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

4.2. Variables Fisicoquímicas.

4.2.1. Grados Brix.

Para la variable grados brix, hubo diferencias estadísticas significativas entre medias, el valor más alto se presentó en el T₁ (63.28), seguido del T₂ (54.65) y T₀ (2.08) con el valor más bajo. Con una media general de 55.93 y un Coeficiente de variación de 3.08%. La Tabla 5 muestra los resultados de la caracterización fisicoquímica de la "miel de cacao". Presentó alto contenido de sólidos solubles totales, con valor promedio de 55.93 °Brix. Homem de Abreu Loureiro *et al* (5) en su investigación obtuvieron valores de alrededor de 18 °brix. Mientras que Insuasty Santacruz *et al*, (53) en Miel de abejas tiene un valor de grados Brix 77.85, cuyos actores mencionan, entre más alto el valor de grados °Brix en la miel, mayor es la posibilidad de cristalización.

4.2.2. pH

Los valores encontrados para la variable pH, presentaron diferencias estadísticas significativas, con un promedio de 3.54 y un Coeficiente de variación de 1.20%. El T₂ (3.69) obtuvo el valor más alto, al igual que el T₀ (3.64) y T₁ (3.30) con el valor más bajo de los tratamientos. La miel analizada se ubicó dentro de los parámetros normales de la National Honey Board, de 3.90. Los valores encontrados por Córdova Córdova *et al* (54), estuvieron entre 3.5 y 3.9. Cauch Kumul *et al* (55), obtuvieron un pH de 3.37. Insuasty Santacruz *et al*, (53), en su investigación encontraron un valor de 3.76, la importancia de este parámetro reside en que mientras más bajo, se inhibe la presencia y crecimiento de microorganismos y permite la compatibilidad de la miel con muchos productos alimenticios. El mucílago del grano de cacao es ácido (3.0 y 3.5), debido al contenido de ácido cítrico Homem de Abreu Loureiro *et a* (5).

4.2.3. Acidez titulable

Los resultados para la variable acidez, determinó diferencias estadísticas significativas entre medias, el valor más alto se presentó en el T₀ (17.21)), seguido del T₂ (14.73) y T₁ (7.24)) con el valor más bajo, con un promedio general de 13.06 y un Coeficiente de variación de 10.92%. Insuasty Santacruz *et al* (53) obtuvieron un porcentaje de 34.79% en miel de abeja.

4.2.4. Humedad

La respuesta de humedad en cada concentración de las muestras en el análisis experimental, fue estadísticamente significativo, el T₁ presento el mayor valor (71.77), el T₂ obtuvo (61.18) y el más bajo lo obtuvo el tratamiento T₀ (55.51). Arteaga Estrella (9) obyuvo un contenido de 77.34% en el mucílago. El valor encontrado por Cauich Kumul *et al* (55), fue de 25.43. Insuasty Santacruz *et al*, (53) en su investigación encontraron una humedad de 16.55%, el cual se encuentra dentro de los valores normales establecidos por las Normas y Regulaciones Técnicas del Mercosur hasta un 20% (1999) (53).

Tabla 5 Valores registrados para las variables físicoquímicas: Grados Briz, Ph, Acidez Total, Humedad, Cenizas, Energía, Viscosidad y Densidad. FCP-UTEQ. 2018.

Tratamientos	Grados Briz (%)	pH	Acidez (%)	Humedad (%)
EET-103	49.87 c	3.64 a	17.21 a	55.51 c
CCN-51	63.28 a	3.30 b	7.24 c	71.77 a
IMC-67	54.65 b	3.69 a	14.73 b	61.18 b
Promedio	55.93	3.54	13.06	62.82
CV (%)	3.08	1.20	10.92	3.34

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

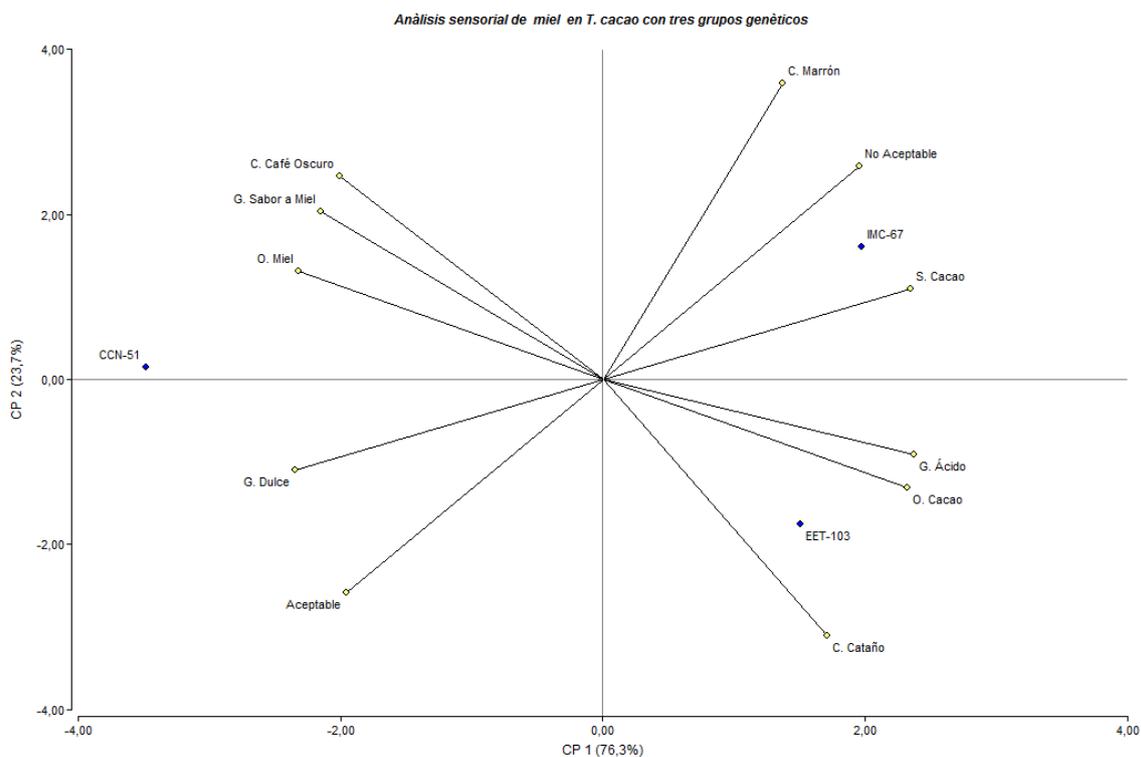
4.3. Descriptores sensoriales

Se constituyó un panel sensorial (no entrenado), conformado por 18 jueces (estudiantes de pregrado de la carrera de Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica Estatal de Quevedo), que evaluaron: color, olor, sabor, gusto y aceptabilidad, se les dio muestras de cada tratamiento, que, al finalizar el consumo del producto, se realizó una encuesta de aceptación, con escala hedónica de 1-10 puntos.

La Grafica 1. muestra los resultados del panel de catación miel de cacao. Se concluye que, en los parámetros sensoriales, el CCN-51 comparte atributos: olor a miel, sabor a miel, y color café oscuro, el EET-103 color castaño, olor a cacao y gusto ácido. Y finalmente se determinó no aceptabilidad con sabor a cacao de parte de los jueces.

Los colores de la miel pueden variar desde casi transparente hasta miel casi negra lo cual es debido a pequeñas cantidades de pigmentos (carotenoides, clorofila y xantofila) que establecen la diferencia entre una miel clara y otra oscura. El color oscuro no significa que la miel sea de calidad inferior, por el contrario, se sabe que cuanto más oscura es la miel más rica es en fosfato de calcio y en hierro y, en consecuencia, es la más indicada para satisfacer las necesidades de los organismos en crecimiento, de los individuos anémicos y de los intelectuales sometidos a esfuerzos mentales, las mieles oscuras son más ricas en vitaminas B₁ y C. La miel de color claro es más rica en vitaminas A. El sabor de las mieles de color claro es más fino que el de las mieles de color oscuro, que lo tienen más intenso (55).

Gráfica 1 Descriptores sensoriales de tres Grupos genéticos Experimentales de Cacao.
FCP-UTEQ. 2018.



4.4. Análisis económico

En la tabla 6 se muestra el análisis económico de la elaboración de miel de cacao presentando el mayor costo el T0 (205.11 \$), el T2 (168.16 \$) y menor costo el T2 (167.65\$). Los altos costos se deben tanto al material genético (el CCN-51 llevo menos tiempo en extracción de mucílago), la duración de la elaboración del producto y cantidad de litros empleados, labores culturales (cosecha, poda) las horas de trabajo y el valor que varía por Tratamiento.

Tabla 6. *Valores registrados del Análisis económico. FCP-UTEQ. 2018.*

	T0 (\$)	T1 (\$)	T2 (\$)
COSTOS VARIABLES			
(USD)			
LABORES CULTURALES	42.08	15.80	26.31
MATERIA PRIMA	65.70	42.04	45.73
MANO DE OBRA DIRECTA	51.24	63.72	50.03
COSTOS INDIRECTOS			
(USD)	19.94	19.94	19.94
COSTOS FIJOS (USD)	26.15	26.15	26.15
TOTAL EGRESOS (USD)	205.11	167.65	168.16

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se evaluaron las características fisicoquímicas de la miel de cacao de los grupos genéticos Forastero, Trinitario y Nacional. Para las variables grados brix y pH los valores obtenidos están dentro de los parámetros de miel de abeja, siendo el T1 (CCN-51) el mejor, presentando el valor mayor en la primera variable y el menor en la segunda, ya que en ningún caso superan los valores máximos establecidos.
- Se comparó las características organolépticas de los grupos genéticos Forastero, Trinitario y Nacional, y se pudo determinar que el producto obtenido en los tres tratamientos, fueron variables por lo cual no comparten los mismos parámetros sensoriales, siendo el T1 (CCN-51) el que tiene atributos más parecidos a la miel de abeja.
- Se determinó que T1 (CCN-51) resultó ser el más rentable económicamente para la elaboración de miel, debido a su facilidad, duración y el volumen del mucílago extraído.

5.2. Recomendaciones

Realizar análisis de minerales, proteína, microbiológicos en futuras investigaciones de elaboración de miel de cacao.

Utilizar el grupo genético Trinitario (CCN-51) para elaboración de miel de cacao, debido a la similitud a la miel de abeja en la mayoría de las variables estudiadas en la investigación y que cumple con los parámetros químicos de grados brix y pH.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias

1. Aguayo León J. Uso de la harina de arroz (*Oryza sativa* L.) para el desarrollo de una bebida láctea sabor a chocolate. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil ; 2017.
2. Suárez Contreras LY. Diversidad genética de *Moniliophthora roreri* mediante Polimorfismo de Longitud de Fragmentos Amplificados (AFLPs). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 2017;; p. 425 - 434.
3. Viera Maza G. Aplicación de procesamiento de imágenes para clasificación de granos de cacao según su color interno Piura: Universidad de Piura; 2018.
4. CAOBISCO/AEC/FCC. Cacao en Grano: Requisitos de Calidad de la Industria del Chocolate y del Cacao: End, M.J. and Dand, R.; 2015.
5. Homem de Abreu Loureiro A, Reís de Araujo , René Valle , Andrade Sodré , Moreira de Souza M. Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) PH-16 en la región cacaotera de Bahia, Brasil. Ecosistemas y recursos agropecuarios. 2017;; p. 579 - 587.
6. Maldonado Moncayo JA. “Perspectivas económicas y financieras en el cultivo de Cacao CCN-51 vs Cacao fino de aroma para la decisión de inversión de la empresa FAMISA” Guayaquil: Espol; 2016.
7. Machado Cuella , Ordoñez Espinosa , Angel Sánchez K, Guaca Cruz , Suárez Salazar C. Evaluación de la calidad organoléptica de *Theobroma cacao* L. en fincas cacaoteras en el norte de Huila, Colombia. Acta Agronómica. 2018;; p. 46 - 52.
8. Arana Analuisa AE, Rugel Jiménez EC. Repositorio.ug.edu.ec Guayaquil: Universidad Estatal de Guayaquil; 2017.

9. Arteaga Estrella. Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas. In Estrella YA. Estudio del desperdicio del mucilago de cacao en el cantón Naranjal (Provincia del Guayas). Guayas: Revista ECA Sinergia; 2013. p. 53-56.
- 10 Hidalgo Yerovi , López Martínez R. Plan de factibilidad para la creación de una . empresa para la producción y exportación de miel de cacao hacia Estados Unidos (Nueva York) Quito: Universidad de Guayaquil ; 2013.
- 11 Márquez Coronel A, Salazar Román J. Análisis de los niveles de desperdicio del . mucílago de cacao y su aprovechamiento como alternativa de biocombustible Milagro: Universidad Estatal de Milagro; 2015.
- 12 Vallejo Torres A, Díaz Ocampo , Morales Rodríguez , Soria Velasco , Vera Chang JF, . Baren Cedeño C. Utilización del mucílago de cacao, tipo nacional y trinitario, en la obtención de jalea. Espamciencia. 2016;; p. 52 - 55.
- 13 Vit. Productos de la colmena recolectados y procesados por las abejas: Miel, polen y . propóleos. Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel. 2004;; p. 32-39.
- 14 Correa , Cuenca , Zuluaga C, Scampicchio M, Quicazán M. Validation of honey-bee . smelling profile by using a commercial electronic nose. Ingeniería e Investigación. 2017;; p. 45 - 51.
- 15 Sánchez Campuzano. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), . para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. In Sabor y Aroma. Queveo - Los Ríos: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2007. p. 10.
- 16 Espinoza Solís E, Arteaga Estrella Y. Diagnóstico de los Procesos de Asociatividad y . la Producción de Cacao en Milagro y sus sectores aledaños. Ciencia UNEMI. 2015;; p. 108.
- 17 Flores Pachacama JA. El efecto de las exportaciones de la industria del Cacao . industrializado ante el cambio de la Matriz Productiva Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2015.

- 18 Caicedo Leones , Pizarro Vargas J, Villón Meza G. Las Salvaguardias y su impacto en . sector comercial de Ecuador. Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento. 2018;; p. 63.
- 19 Ecuador es el primer exportador de cacao en grano de América. [Online].; 2017. . Available from: http://www.anecacao.com/index.php/es/noticias.html?post_page=2.
- 20 Jaimez E, Amores Puyutaxi F, Vasco A, Gastón Loor R, Tarqui O, Quijano G, et al. . Photosynthetic response to low and high light of cacao growing without shade in an area of low evaporative demand. Acta Biológica Colombiana. 2018;; p. 95 - 103.
- 21 López Medina , Gil Rivero AEE. Características germinativas de semillas de . Theobroma cacao L. (Malvaceae) "cacao". Arnaldoa. 2017;; p. 609 - 618.
- 22 Hes T, Mintah S, Sulaiman H, Banda Arrieta S, Ramírez Esquivel J, Martínez Saldaña . T, et al. The falling production of mexican cacao analyzed through the lens of Mincerian earnings function in the context of social capital of smallholders. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. 2018;; p. 185 - 202.
- 23 Posligua VR. Especies arbóreas de Campus El Carmen Manta: Mar Abierto; 2018. .
- 24 Martínez Márquez , Morante Carriel , Bru Martínez. A comparison of tissue . preparation methods for protein extraction of cocoa (Theobroma cacao L.) pod. Acta Agronómica. 2017;; p. 248 - 253.
- 25 Santander Zambrano VA. Plan de comercio exterior y negociación internacional para . exportar cacao en grano "Fino y de Aroma" desde la Parroquia La Unión, Esmeraldas hacia Hamburgo, Alemania Quito: Escuela Politecnica de Quito; 2010.
- 26 Teneda Llerena WF. Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao . (Theobroma cacao L.) Variedad Nacional y Variedad CCN51 Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía; 2016.

- 27 Peláez P, Bardón , Camasca. Methylxanthine and catechin content of fresh and . fermented cocoa beans, dried cocoa beans, and cocoa liquor. *Scientia Agropecuaria*. 2016;; p. 355 - 365.
- 28 Barrón García , Azpeitia Morales , López Andrade P, Mirafuentes Hernández. . Metodología adaptada para la formación de híbridos F1 de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2014;; p. 765 777.
- 29 Ledesma Ledesma M. Evaluación de la eficacia de tres tipos de injertos en cacao . nacional (*Theobroma cacao*), en patrones de tres edades, en la zona de Ventanas, provincia Los Ríos. Guaranda: Universidad Estatal de Bolívar; 2015.
- 30 Vera Chang J, Cabrera Verdezoto R, Morán Morán J, Neira Rengifo K, Haz Burgos R, . Vera Barahona J, et al. Evaluación de tres métodos de polinización artificial en clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51. *Idesia (Arica)*. 2016;; p. 35 - 40.
- 31 Ortiz Valbuena , Álvarez León. 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 Yaguará (Huila, Colombia). *Boletín Científico Centro De Museos Museo de Historian*. 2015;; p. 65 - 84.
- 32 Cardona Velásquez , Rodríguez Sandoval , Cadena Chamorro. Diagnóstico de las . prácticas de beneficio del cacao en el departamento de Arauca. *Revista Lasallista de Investigación*. 2016;; p. 94 - 104.
- 33 Balladares Grazzo C. Caracterización físico - química de los lixiviados del cacao y . café del litoral ecuatoriano, como potenciales fuentes de producción de bioetanol”. [Online].; 2015. Available from:
https://acceda.ulpgc.es:8443/bitstream/10553/22931/4/0736428_00000_0000.pdf.
- 34 Romero C, Zambrano A. Análisis de azúcares en pulpa de cacao por colorimetría y . electroforesis capilar. [Online].; 2012. Available from:
<http://www.bioline.org.br/pdf?cg12103>.

- 35 Caballero Cotto E, Orozco Ruiz KAA. Proyecto de Factibilidad de la Industria . productora de Licor, Zumo y Mermelada de Mucilago de Cacao en la Ciudad de Guayaquil Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil ; 2017.
- 36 Hernández A. RM,RO,PK. Estudio del mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) Con . fines de aprovechamiento industrial y artesanal, en Barlovento, Estado Miranda. [Online].; 2011. Available from: <http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/17334/1/TEG%20Hernandez%20R%20y%20Rojas%20P.pdf>.
- 37 Escobar Jiménez J, Muro Urista , Esparza Soto , Gómez Espinoza R, Díaz Nava C, . García Gaitán , et al. Recuperación de agua de efluentes de una industria de cereales utilizando membranas. Tecnología y ciencias del agua. 2012;; p. 65 - 82.
- 38 de Souza Lima E, Henrique Lovera , Montanari , Rodrigo Panosso , Aguilera Esteban. . Relaciones entre componentes morfológicos de palmito y atributos físicos de un inceptisol: una aproximación multivariada. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 2017;; p. 543 - 554.
- 39 Graña F, Marin , Angelelli. Métodos Multivariados. [Online].; 2000. Available from: . http://nulan.mdp.edu.ar/54/1/FACES_n7_83-106.pdf.
- 40 Salvador Figueras. Introducción al Análisis Multivariante. [Online].; 2000. Available . from: <https://ciberconta.unizar.es/leccion/anamul/inicio.html>.
- 41 de la Fuente Fernández S. Componentes Principales Madrid: Universidad Autónoma . de Madrid; 2011.
- 42 Bettolli L, Vargas M, Penalba C. Aspectos metodológicos del uso del análisis de . componentes principales en campos de anomalías de altura geopotencial en el sur de Sudamerica Buenos Aires-Argentina: Revista Brasileira de Meteorologia; 2007.

- 43 Romillo Barquín JA. Métodos cuantitativos y Geografía: Aplicación del Análisis . Multivariante al estudio de los desequilibrios en materia de bienestar en España España: Universidad de Cantabria; 2013.
- 44 Introducción al análisis cluster. [Online].; 2018. Available from:
 . <https://www.uv.es/ceaces/multivari/cluster/CLUSTER2.htm>.
- 45 Rodríguez Jaume MJ, Mora Catalá R. Análisis exploratorio Alicante.: Universidad de . Alicante. Servicio de Publicaciones; 2001.
- 46 Quintana Fuentes LF, Gómez Castelblanco , García Jerez , Martínez Guerrero NCC.
 . Conformación de un panel de jueces en entrenamiento para el análisis sensorial de licores de cacao obtenidos de diferentes modelos de siembra. Entramado. 2016;; p. 220 - 227.
- 47 de la Presa Owens C. Aplicaciones del análisis sensorial en la industria vitivinícola.
 . ACENOLOGIA. 2018;; p. 3.
- 48 Medina Cruz , Quintana Fuentes LF. La ingeniería del software y su aplicación en el . análisis de indicadores de repetitividad y reproducibilidad de jueces, en el proceso de evaluación del perfil sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao L.*). Entramado. 2017;; p. 278 - 294.
- 49 Red de estaciones Meteorológicas. [Online].; 2018. Available from:
 . <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/red-de-estaciones-meteorologicas/>.
- 50 Sánchez Mora , Medina Jara , Díaz Coronel , Ramos Remache , Vera Chang J,
 . Vásquez- Morán V, et al. Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. Revista fitotecnia mexicana. 2015;(265-274).
- 51 Chévez Vera. Caracterización físico-química y sensorial de treinta materiales élites de . cacao (*Theobroma cacao L.*)” Quevedo - Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2015.

- 52 Peralta Ruiz , Rodríguez González G, Mantilla M, Ramírez N. Aprovechamiento de la . cáscara de cacao y su contenido de pectina en la preparación de mermeladas de tipo comercial. SENA Regional Santander. 2014.
- 53 Insuasty Santacruz E, Martínez-Benavid , Jurado Gámez. Identificación de flora y . análisis nutricional de miel de abeja para la producción apícola. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 2016;; p. 37 - 44.
- 54 Córdova Córdova C, Ramírez Arriaga , Martínez Hernández , Zaldívar Cruz J. . Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante técnicas melisopalinológicas. Universidad y ciencia. 2013;; p. 163 - 178.
- 55 Cauich Kumul , Ruiz Ruiz , Ortíz Vázquez , Segura Campos R. Potencial antioxidante . de la miel de *Melipona beecheii* y su relación con la salud: una revisión. Nutrición Hospitalaria. 2015;; p. 432-1442.

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexos 1. Peso de al mendras, cascara y maguey.



Anexos 2. Esterilización de botellas para almacenamiento de miel.



Anexos 3. Materiales de extracción de miel.



Anexos 4. Determinación de grados brix.



Anexos 5. Determinación de acidez titulable.



Anexos 6. Determinación de humedad.



Anexos 7. Determinación de pH.



Anexos 8. Análisis sensorial.



Anexos 9. Descriptores sensoriales (color, sabor, olor, textura).

HOJA DE RESPUESTA

FECHA:	CODIGO DE LA PRUEBA:
Nº DE CATADOR:	
NOMBRE:	

Tipo de muestra: Miel de cacao.

Instrucciones:

- Escribe el código de la muestra sobre la línea
- Pruebe la muestra las veces que sea necesario e indique la intensidad de la característica solicitada marcando con una X sobre la línea.



CARACTERÍSTICA

SABOR

CACAO

MIEL

OLOR

CACAO

MIEL

COLOR

MARRÓN

CASTAÑO

CAFÉ OSCURO

GUSTO

DULCE

ACIDO

SABOR A MIEL

ACEPTABILIDAD

ACEPTABLE

NO ACEPTABLE

Comentarios:

Anexos 10 *Análisis de varianza para la variable número de mazorcas, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.*

Análisis de la varianza.

Variable	N	CV
Número de mazorcas	18	21,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	214,42	2	107,21	12,31	0,0007
Error	130,64	15	8,71		
Total	345,05	17			

Anexos 11. *Análisis de varianza para la variable peso de almendras (g), de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.*

Análisis de la varianza.

Variable	N	CV
Peso de Almendras	18	17,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	7816,85	2	3908,42	5,42	0,0170
Error	10824,85	15	721,66		
Total	18641,70	17			

Anexos 12. *Análisis de varianza para la variable peso del cascara (g), de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.*

Análisis de la varianza.

Variable	N	CV
Peso del Cascara	18	18,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	148526,48	2	74263,24	4,76	0,0251
Error	233990,28	15	15599,35		
Total	382516,76	17			

Anexos 13. *Análisis de varianza para la variable peso de maguey (g), de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.*

Análisis de la varianza.

Variable	N	CV
Peso maguey	18	21,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	73,93	2	36,97	0,38	0,6900
Error	1457,80	15	97,19		
Total	1531,73	17			

Anexos 14. *Análisis de varianza para la variable volumen de mucílago, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.*

Análisis de la varianza.

Variable	N	CV
Volumen mucílago	18	5,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,14	2	0,07	5,98	0,0123
Error	0,18	15	0,01		
Total	0,33	17			

Anexos 15. *Análisis de varianza para la variable pH, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.*

Análisis de la varianza.

Variable	N	CV
pH	18	1,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,56	2	0,28	154,42	<0,0001
Error	0,03	15	1,8E-03		
Total	0,59	17			

Anexos 16. *Análisis de varianza para la variable acidez, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.*

Análisis de la varianza.

Variable	N	CV
Acidez	18	10,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	323,74	2	161,87	79,53	<0,0001
Error	30,53	15	2,04		
Total	354,26	17			

Anexos 17. *Análisis de varianza para la variable grados brix, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.*

Análisis de la varianza.

Variable	N	CV
Grados Brix	18	3,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	554,84	2	277,42	93,31	<0,0001
Error	44,60	15	2,97		
Total	599,44	17			

Anexos 18. *Análisis de varianza para la variable humedad, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.*

Análisis de la varianza.

Variable	N	CV
Humedad	18	3,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	817,60	2	408,80	92,91	<0,0001
Error	66,00	15	4,40		
Total	883,59	17			

Anexos 19. *Análisis económico, de miel de tres grupos genéticos de cacao, de la Finca Experimental "La Represa". FCP-UTEQ.2018.*

LABORES CULTURALES	T0 (\$)	T1 (\$)	T2 (\$)
Cosecha	42.04	15.76	26.28
Poda	0.03	0.03	0.03
Subtotal	42.07	15.80	26.31
MATERIA PRIMA			
Mucílago	9	9	9
Subtotal	9	9	9
MANO DE OBRA DIRECTA			
Proceso de elaboración de la miel	17.08	34.95	17.08
Personal de laboratorio	34.95	34.95	34.95
Subtotal	51.24	98.27	52.03
COSTOS INDIRECTOS			
Fundas	3.96	3.96	3.96
Caja de guantes	5.60	5.60	5.60
Cofia	0.30	0.30	0.30
Mascarilla	0.72	0.72	0.72
luz	8.89	8.89	8.89
Agua	0.05	0.05	0.05
Lienzo	0.39	0.39	0.39
Subtotal	19.91	19.91	19.91
COSTOS FIJOS			
Balanza	0.63	0.63	0.63
Olla de acero inoxidable	13.01	13.01	13.01
Cucharón	0.09	0.09	0.09
Nevera	3.16	3.16	3.16
Tanque de gas	8.42	8.42	8.42
Cocineta	0,82	0.82	0.82
Subtotal	26.04	26.04	26.04
TOTAL EGRESOS	149.19	122.92	131.43

Elaboración: Fiamma Pierina Orejuela Hurtado