



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

TEMA DE TESIS

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIAL DE QUINCE CLONES
DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) TIPO NACIONAL EN ALMENDRAS
FERMENTADAS Y SECAS PARA OBTENCIÓN DE PASTA DE CACAO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN ALIMENTOS

AUTORA

Dayse Evelina Párraga Morán

DIRECTOR DE TESIS

ING.MSc CHRISTIAN VALLEJO

QUEVEDO– ECUADOR

2013

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

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

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

Dayse Evelina Párraga Morán

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Ing. MSC. Christian Vallejo Torres, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica:

Que la egresada Dayse Evelina Párraga Morán, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, de grado titulada “Caracterización físico-química y sensorial de quince clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) Tipo Nacional en almendras fermentadas y secas para obtención de pasta de cacao en el Cantón Quevedo Ecuador, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. MSc. Christian Vallejo Torres.

Director de Tesis



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

TEMA “Caracterización físico-químicas y sensorial de quince clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) Tipo nacional en almendras fermentadas y secas para la obtención de pasta de cacao.

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN ALIMENTOS

Aprobado:

Ing. Winston Morales Rodríguez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. MSc Diana Vasco Mora
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Ítalo Espinoza Guerra
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2013

AGRADECIMIENTOS

A toda mi familia por su ayuda incondicional y desinteresada para el desarrollo y culminación de este trabajo, y mis sinceros agradecimientos a todas las personas e Instituciones que de una u otra manera me brindaron su apoyo para la ejecución de este estudio.

A todo el personal de la Escuela de Ingeniería en alimentos de la Facultad de Ciencias pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en especial a los Ings. Jaime Vera Chang, Christian Vallejo, Winston Morales, quienes me brindaron su amistad y orientación en la elaboración de esta investigación.

Al laboratorio de calidad integral de cacao de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones. Agropecuarias "INIAP", Institución que me brindo apoyo para el desarrollo de esta investigación.

A TODOS MUCHAS GRACIAS.

DEDICATORIA

"Esta dedicatoria la realizo con mucho cariño para todas las personas que estuvieron apoyándome en el transcurso de mi vida".

A Dios por darme vida, tolerancia y permitirme alcanzar esta meta.

Para mis padres Ángel Alfonso Zárraga Solórzano y Rosa Esther Morán Vilela, quienes me apoyaron incondicionalmente, desde que inicie mi etapa estudiantil.

A mis hermanas Amarilis, Haidee. Y mis hermanos Oswaldo, Kleber, Oscar; quienes en todo momento me dieron su apoyo y me extendieron su mano para compartir momentos buenos, malos y difíciles durante el desarrollo de esta investigación.

A mi sobrino Alexander, y mis sobrinas Michelle, Gisell, Gyslaine, Sofia ; para que este triunfo les sirva de ejemplo de vida. Así mismo se lo dedico de todo corazón a mis compañeros de curso y mis amigas Mariuxi Goya, Landy Santana, Angélica Rodríguez, Eddyn Solórzano, Alfredo Cuadro y mi prima Fanny Zambrano, quienes de una u otra manera estuvieron conmigo apoyándome con paciencia y humildad

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PAG.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	i
CERTIFICACIÓN	ii
TRIBUNAL	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
LISTA DE CUADROS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRAC	xvii

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMATIZACIÓN	3
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4. OBJETIVOS.....	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
1.5. HIPÓTESIS.....	5
1.5.1. Hipótesis alternativa.....	5
1.5.2. Hipótesis nula	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. 1. ANTECEDENTES DEL CACAO	6
2. 1.1. Clasificación Taxonómica	6
2. 1.2. Agroecología	7
2.2. VARIETADES DE CACAO DEL ECUADOR	7
2.2.1. El Criollo o Nativo.....	7
2.2.2. El Forastero	7
2.2.3. El Trinitario	8
2.2.4. El Cacao Nacional	8
2.3. CALIDAD DEL CACAO.....	8
2.3.1. Manejo pos-cosecha.....	9
2.3.2. Clasificación del cacao en grano	9
2.3.3. Calidad física del grano	10
2.3.4. Factores que determinan la calidad	11
2.3.5. Principales factores que afectan la calidad	12
2.4. FERMENTACIÓN DEL CACAO.....	13
2.4.1. Métodos de fermentación.....	15
2.4.1.1. Cajón.....	15
2.4.1.2. Cajones de madera.....	15
2.4.1.3. Cajones de madera tipo escalera.....	16
2.4.1.4. Montón.....	16
2.4.1.5. Sacos	16
2.5. REMOCIÓN DE MASA	16
2.5.1. Micro fermentación.....	17
2.5.2. Tiempo de fermentación	17
2.5.3. Temperatura en la fermentación	18
2.6. FASE DE FERMENTACIÓN	18
2.6.1. Fase anaeróbica	19
2.6.2. Fase aeróbica	19

2.7. SECADO DEL CACAO	20
2.8. ALMACENAMIENTO	20
2.9. PRUEBA DE CORTE.....	21
2.10. CALIDA SENSORIAL DE CACAO	21
2.10.1. Calidad organoléptica del grano	22
2.11. BIOQUÍMICA DEL CACAO.....	22
2.11.1. Teobromina y Cafeína	24
2.11.2. Relación Teobromina/ Cafeína	26

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	27
3.2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS.....	27
3.3. MATERIALES EQUIPOS E INSTALACIONES	28
3.3.1. Materiales de campo.....	28
3.4. EQUIPOS DE LABORATORIO	29
3.4.1. Intalaciones	29
3.5. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.6. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.6.1. Método inductivo – deductivo.....	29
3.6.2. Métodos estadísticos	30
3.6.3. Técnicas de investigación	30
3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	31
3.7.1. Factores	31
3.7.2. Tratamientos	31
3.7.3. Analisis estadisticos	32
3.6.4. Esquema del ADEVA y su superficie de respuesta	32
3.7.5. Análisis de varianza	32

3.7.6. Modelo matemático	32
3.8.7. ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LAS VARIABLES BAJO ESTUDIO	33
a) Análisis de correlación	33
b) Análisis de componentes principales (APC)	33
3.9. MEDICIONES EXPERIMENTALES	34
3.9.1. Análisis Físico – Químicos	34
3.7.2. Análisis organoléptico	34
3.10. DESARROLLO DEL TRABAJO DE CAMPO	35
3.10.1. Variables físicas	35
3.10.2. Índice de semillas.....	35
3.10.3. Índice de mazorca.....	35
3.10.4. Peso fresco	36
3.10.5. Número de almendras por mazorca.....	36
3.10.6. Temperatura de la masa	36
3.10.7. Peso de 100 almendras	36
3.10.8. Porcentaje de testa	36
3.10.9. Índice de semilla	37
3.10.10. Acidez física.....	37
3.10.11. Determinación del Ph en la testa y cotiledón	37
3.10.12. Porcentaje de fermentación	38
3.10.13. Descripción del proceso de la pasta (licor) de cacao	39
3.10.14. Evaluación sensorial	39
3.11. DESCRIPCIÓN DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS QUÍMICOS	40
3.11.1. Descripción del análisis sensorial	40

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANALISIS FÍSICO QUÍMICO DEL CACAO.....	43
4.1.1. Temperatura	43
4.1.2. Contenido de pH en las almendras	43
4.1.3. Peso fresco(gr)	45
4.1.4. Número de almendras.....	45
4.1.5. Peso seco (gr).....	47
4.1.6. Humedad(%).....	47
4.1.7. Índice de mazorca(%)	49
4.1.8. Índice de semilla(gr).....	49
4.1.9. Diámetro de mazorca.....	51
4.1.10. Peso de 100 almendras(%).....	51
4.1.11. Porcentaje de testas(%).....	51
4.1.12. Porcentaje de cotiledoón(%)	52
4.1.13. Determinación de Ph en la testa(%).....	53
4.1.14. Deteración de pH en el cotiledón (%).....	54
4.1.15. Porcentaje de fermentación	55
4.2. ANÁLISIS QUÍMICOS.....	60
4.2.1. Contenido de cenza(%).....	60
4.2.2. Contenido de grasa(%)	60
4.2.3. Contenido de energía(%)	61
4.2.4. Porcentaje de teobromina y cafeína(%)	62
4.2.5. Relción teobromina/cafeína(%).....	63
4.2.6. Porcentaje de Proteína(%).....	64
4.2.7. Perfiles sensoriales de las muestras de cacao en estudio.....	67

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES	79
5.2. RECOMENDACIONES	81

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

LITERATURA CITADA	82
-------------------------	----

CAPÍTULO VII

ANEXOS

ANEXOS	93
--------------	----

LISTA DE CUADROS

CUADRO	PAG.
Composición de las almendras de cacao	23
Evolución del contenido de teobromina en la cascara y cotiledón del grano de cacao durante 10 días de fermentación	25
Valores de la Relación Teobromina/Cafeína, en diferentes grupos de cacao	26
Condiciones meteorológicas de la Finca Experimental “La Maria” UTEQ–FCP 2013.....	27
Identificación y codificación de los quince tratamientos a evaluar	31
Esquema del Adeva de las Diferencias para las variables del análisis proximal. ...	32
Escala de intensidad a medir la pasta (licor) de cacao, UTEQ–FACP 2013.....	42
Promedios registrados en : Temperatura y pH, UTEQ–FCP 2013.	44
Promedios registrados en las variables de peso fresco y número de almendras, UTEQ–FCP 2013.....	46
Promedios registrados en las variables: Peso seco y humedad, en la Características físico-químicas y sensorial de quince clones de cacao (Theobroma cacao L.), tipo nacional en almendras fermentadas y secas para la obtención de pasta de cacao, UTEQ–FCP 2013	48
Promedios registrados en las variables índice de semilla , índice de mazorca y diámetro de mazorca, UTEQ–FCP 2013	50
Promedios registrados en las variables del peso de 100 almendras, % testa, % cotiledón, UTEQ–FCP 2013.....	53
Promedios registrados en las variables de pH testa, pH cotiledón: UTEQ–FCP 2013.....	55
Porcentaje de fermentación y defectos en almendras provenientes de quince clones de cacao seleccionados con perfiles de interes comercial, en las Características físico-químico y sensorial de quince clones de cacao	

(Theobroma cacao L.), tipo nacional en almendras fermentadas y secas para la optención de pasta de cacao, UTEQ–FCP 2013	59
Promedios registrados en los porcentajes de ceniza, grasa % y energía %, UTEQ–FCP 2013.....	62
Porcentaje de teobromina, cafeína, Relacion teobromina/cafeína y proteína, determinados en muestras de cacao, UTEQ–FCP 2013	64
Perfiles de sabores de las muestras en estudio como: sabor a cacao, floral , nuez, frutal, dulce, amargor, acidez, astringente, verde, moho. En la, “Características físico-químico y sensorial de quince clones de cacao (Theobroma cacao L.), tipo nacional en almendras fermentadas y secas para la optención de pasta de cacao”. UTEQ–FCP 2013.....	69
Matriz de correlación entre las variables físico-químicos evaluadas en los clones seleccionados de cacao, En la finca La Represa. UTEQ–FCP 2013.....	78

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PAG.
Diagrama de flujo del proceso de la elaboracion de la pasta (licor) de cacao	38
Análisis de teobromina y cafeína, de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa FCP. UTEQ. 2013.	65
Relación Teobromina/Cafeína, de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa. FCP. UTEQ 2013	66
Análisis de proteína, en la caracterización de quince clones de cacao tipo nacional, para la obtención de pasta de cacao, UTEQ-FCP 2013.”.....	66
Analisis de componentes principales el cual se distribuye sobre el plano con relacion a los porcentajes de teobromina, cafeina, proteina y los perfiles del sabor a cacao de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa. UTEQ–FCP 2013	70
Regresión y correlación entre Peso fresco y la Relación teobromina/Cafeína, de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, Finca Experimental UTEQ–FCP 2013.....	71
Regresión y correlación entre porcentaje de Cafeína y Cotiledon, en los clones de cacao de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, Finca Experimental UTEQ–FCP 2013.....	72
Regresión y correlación entre Relación teobromina/Cafeína y porcentaje cotiledón, de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa. En la Finca Experimental “La Represa”	73

Regresión y correlación entre la relación teobromina/cafeína y porcentaje de cafeína de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao. FCP. UTEQ Finca Experimental “La Represa”. 2013.	74
Regresión y correlación entre el peso fresco y porcentaje de cafeína en los de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, FCP. UTEQ 2013. FCP.....	75
Regresión y correlación entre el peso fresco y relación teobromina/cafeína de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, FCP. UTEQ 2013 clones de cacao. FCP. UTEQ Finca Experimental “La Represa”. 2013	76
Regresión y correlación entre el número de almendras y relación teobromina/cafeína de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao. FCP. UTEQ Finca Experimental “La Represa”. 2013	77

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS	PAG.
Cuadrados Medios del Análisis de la Varianza para las Variedades de Temperatura, pH, Peso Mazorca, Diámetro de mazorca. En la “Caracterización físico-químico y sensorial de quince clones de cacao (theobroma cacao l.) Tipo Nacional en almendras fermentadas y secas para obtención de pasta de cacao. UTEQ–FCP 2013.....	94
Cuadrados medio del análisis de la varianza para las varianzas peso fresco, N° almendras, peso seco, índice de semilla, índice de mazorca. “Caracterización físico-químico y sensorial de quince clones de cacao (theobroma cacao l.) Tipo Nacional en almendras fermentadas y secas para obtención de pasta de cacao UTEQ–FCP 2013.....	95
Cuadrados medios para las variables de peso 100 semillas, % testa, % cotiledón, acidez testa, acidez cotiledón “Caracterización físico-químicas y sensorial de quince clones de cacao (theobroma cacao l.) Tipo Nacional en almendras fermentadas y secas para obtención de pasta de cacao. UTEQ–FCP 2013.....	95
Cuadrados medio del análisis de la varianza grasa, ceniza, humedad. En la “Caracterización físico-químicas y sensorial de quince clones de cacao (theobroma cacao l.) Tipo Nacional en almendras fermentadas y secas para obtención de pasta de cacao. UTEQ–FCP 2013	96
Cuadrados medio para la prueba de corte de las variables Buenas, Medianas, Total, Violetas, Pizarras, Moho, Insectos. “Caracterización físico-químico y sensorial de quine clones de cacao (theobroma cacao l.) Tipo Nacional en almendras fermentadas y secas para obtención de pasta de cacao. UTEQ. 2013... ..	96
Cuadrados medios para el analisis de componentes Principales, en la “Caracterización físico-químico y sensorial de quice clones de cacao (theobroma	

cacao L.) Tipo Nacional en almendras fermentadas y secas para obtención de pasta de cacao. UTEQ. 2013.....	97
Formulario para la evaluación sensorial de licor de cacao	98
Distribución de perfiles de sabores en la lengua.....	99
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 176.....	100
Resultados de Laboratorio Santa Catalina	105
Técnicas de determinación de las características físicas–químicas	106
Fotografías del Experimento.....	118

VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7 ½ de la vía Quevedo el Empalme. Provincia de los Ríos-Ecuador. Su ubicación Geográfica es de 1° 6' 2.30" de latitud sur y de 79° 29' 30" de longitud oeste, a una altura de 124 metros sobre el nivel del mar. El objetivo de este trabajo fue realizar la "Caracterización físico-química y sensorial de quince clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) tipo nacional en almendras fermentadas y secas para obtención de pasta de cacao durante los meses de febrero a junio del 2013. Los quince tratamientos constituidos por los clones estuvieron distribuidos en el campo según el diseño de Completamente al Azar con 3 repeticiones. Las variables medidas fueron, temperatura (T°), pH, índice de semilla (IS), índice de mazorca (IM), peso seco (PS), número de almendras (NA), diámetro de mazorca (DM), peso testa (PT), peso cotiledón (PC), Número de almendras por mazorca (NAM), peso de 100 almendras (P100A), porcentaje de testa (%T), Determinación del pH en la testa y cotiledón (DPHT), Porcentaje de Teobromina (%TEO) y cafeína (C), proceso de la pasta (licor) de cacao, para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidades.

En cuanto a los resultados obtenidos, el mayor índice de mazorca se presentó en el T6 (DIRCYT-C129). Con 34.36gr. Aunque estadísticamente igual al resto. Simultáneamente el mayor índice de semilla se registró en el T2 (DYRCYT-C103), con 1.65 gr. Para los datos del peso de 100 semillas se presentó diferencias numéricas con el T13 CCN-51 (testigo) con el mayor peso registrado 165,67 gramos. De las evaluaciones sensoriales fueron realizadas por el panel de catación del INIAP-Pichilingue. Los licores fueron calificados con una escala sensorial de cero a cinco puntos, donde cero representa la ausencia de ese determinado sabor, y cinco la máxima intensidad del mismo. Al final se seleccionaron cinco materiales de perfiles organolépticos equilibrados. La mayor intensidad corresponde al sabor cacao y la menor al sabor dulce se muestra del T14 IMC-67 (testigo) con 5.33. Se concluye que bajo estas condiciones climáticas

estos materiales tienen un buen rendimiento y desarrollan buenas características de precocidad. También se recomienda confirmar los perfiles organolépticos obtenidos para los materiales seleccionados y continuar luego con pruebas multilocales para evaluar su adaptación, productividad y perfiles organolépticos en zonas cacaoteras de interés.

Viii ABSTRACT

This research was conducted in the laboratory of food science of the faculty of animal science.

State technical university Quevedo, will be located; located in the km 7 of the track Quevedo splice. Province of los Rios, Ecuador. Its geographical location is $1^{\circ} 6' 2.30''$ of south latitude and $79^{\circ} 29' 30''$ west longitude, at an altitude of 124 meters above sea level. The purpose of this work was to carry out the "physic-chemical characterization and sensory of fifteen cacao clones (theobroma cacao l). National kind in almonds and fermented dry to obtain cocoa paste during the months of February to June of 2013. The fifteen treatments consisting the clones were distributed in the field of design completely random with 3 replications. The variables measured were, temperature (T°), pH, seed index (IS), Index of cob (IM), Dry weight (PS), Number of almonds (NA), Diameter cob (DM), Weight test (PT), Weight cotyledon (PC), Number of kernels per ear (NAM), Weight of 100 almonds (P100A), Percentage of test (%T), Determination of the pH in the test and cotyledon (DPHT), Percentage of theobromine (%TEO) and caffeine (C), The process of pasta (liqueur) Cocoa, was used for mean comparison Tukey test 5% the probability.

In terms of the results obtained, the largest index of cob was presented in the T6 (DIRCYT-C129) With 34.36gr. Although statistically equal to the rest. Simultaneously the largest seed index was recorded in the T2 (DIRCYT-c103), with 1,65 g for data on the weight of 100 seeds presented numerical differences with the witness T13 CCN-51 with the highest recorded weight 165,67 grams of sensory assessment this were carried out by the panel of cupping the INIAP-aka. The liquors were qualified with a sensory scale from zero to five points, where zero represents the absence of that particular flavor, and five the maximum intensity of the same. The final five were selected materials of organoleptic profiles balanced. The highest intensity corresponds to the cocoa flavor and less to the sweet taste of the witness shows T14 IMC-67 with 5.33. It is concluded that under these

climatic conditions these materials have a good performance and develop good characteristics of precocity. It is also recommended to confirm the organoleptic profiles obtained for the selected material and then continue with circulations tests to evaluate their adaptation, productivity and organoleptic profiles in of three areas of interest.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) fue clasificado botánicamente por Carlos Linneo. *T. cacao* es un árbol de 4-8 m de alto de la familia Esterculiácea, nativo de las regiones tropicales de América, con semillas que contienen una cantidad significativa de grasas (40-50 %) y poli fenoles (alrededor del 10 % del peso del grano seco) (Enríquez, 2004).

El Ecuador es el mayor proveedor de cacao fino a nivel mundial, con una oferta de 60 a 70 mil toneladas año⁻¹; según (ANECACAO, 2004), países como: Colombia, Indonesia, Venezuela y Nueva Guinea exportan alrededor de 10 mil toneladas cada uno. Jamaica, Trinidad y Tobago, Costa Rica y Granada producen entre 1 y 3 mil toneladas año⁻¹. Cabe mencionar que la industria chocolatera mundial requiere de 3.3 millones de toneladas, de cacao en grano al año, siendo 500.000 toneladas de estas, cacao fino de aroma.

La agroindustria ecuatoriana es la actividad exportable de mayor dinamismo, el desarrollo de esta industria genera riqueza al país ubicándolo en una muy buena posición dentro de un mercado internacional, en virtud de ciertos factores favorables como las unidades de producción individuales, asociadas, la industria casera y de elaborados, que han permitido el desarrollo de los consumidores locales y, extranjeros, siendo este el caso del cacao ecuatoriano una materia prima reconocida en el mercado (Guamán, 2007).

En este contexto, existe una amplia demanda en el mercado externo, principalmente el europeo ya que actualmente la demanda está enfocada hacia los productos orgánicos que no presenten niveles de toxicidad que puedan afectar la salud de sus habitantes y poseen características de calidad óptimas para la industria, por este motivo nace la importancia en caracterizar los parámetros

físicos-químicos en almendras acorde a las normas INEN, con el propósito de garantizar la materia prima incrementando la probabilidad agroexportable (Radi, 2005).

La calidad en el cacao radica principalmente en el proceso de cura o beneficio en el cual las semillas de cacao son tratadas, no obstante la cosecha se seleccionan frutos sanos, de este se retira las almendras las cuales son colocadas en recipientes especiales, y en condiciones adecuadas sufren una serie de transformaciones físicas y químicas lo que permite desarrollar su calidad. Un punto muy importante es que el cacao apropiadamente fermentado y secado produce el verdadero sabor a chocolate, lo que está determinado por su genética (Enríquez, 2004).

En el procesamiento del cacao existen dos etapas críticas, que son el secado y la fermentación, procesos que ocasionan que las paredes celulares se destruyan, permitiendo que los contenidos de la semilla puedan ser expuestos a otros constituyentes químicos que afectan sus propiedades organolépticas y aromáticas. El aroma del cacao es una condición innata, los tratamientos post-cosecha incluida la torrefacción son los factores determinantes de la expresión de ese potencial aromático y sensorial, la calidad del cacao es integral debido a que la tendencia de los mercados industriales es identificar nuevos sabores especiales (Perea, 2011).

La Unidad de Investigación Científica y tecnológica desde el 2004, actual Dirección de Investigación Científica y Tecnológica (DIRCYT) inició con una selección preliminar de accesiones provenientes de la Finca Experimental “La Buseta” Tengue, provincia del Guayas, esta selección permitió la clonación, traslado y establecimiento de estos materiales en la finca Experimental “La Represa” Quevedo, actividad esencial que dio inicio con la investigación y búsqueda de genotipos de cacao altamente productivos, tolerantes a enfermedades, sin embargo existe poca información sobre la calidad de los clones más sobresalientes.

1.2. PROBLEMATIZACIÓN

El Ecuador es el más importante productor de cacao fino o de aroma del mundo, especialmente por la industria chocolatera, debido a la demanda de materia prima con alta calidad, siendo esto una de las principales características tanto físicas, químicas, y sensoriales muy percibible en el conservación y procesamiento, de calidad, como también tener nueva información sobre los clones de cacao en fase de experimentación para la obtención de producto final, licor pasta de cacao. El manejo inadecuado puede alterar el aspecto externo y el sabor del producto final. Como también una inadecuada fermentación puede no causar los cambios bioquímicos dentro de la almendra por lo cual no se expresaría el verdadero sabor y aroma deseable. Otro aspecto importante es el tiempo de la fermentación de las variedades. Además del riesgo de almacenar cacao cerca de sustancias tóxicas como: combustible, agroquímicos, humo, excrementos de animales los cuales afectan considerablemente a la fermentación causando sabores y aromas desagradables no aptos para el consumo humano debido a la propiedad de higroscopia propia del grano. Otro punto es la importancia de dar un correcto manejo pos cosecha ya que alto contenido de humedad en el grano puede crear el ambiente necesario para que se desarrolle moho relacionado con la presencia de alfa toxinas, las cuales son consideradas altamente tóxicas y carcinógenas para el consumidor final. El análisis físico tiene su importancia para identificar características del grano como es: forma el tamaño, el peso seco, color, y demás índices físicos, porcentaje de cascarilla, porcentaje de almendra, pH del cotiledón, temperatura de la masa y demás parámetros físicos. Para al análisis bioquímico se registrará el contenido de grasa, proteína, carbohidratos, fibra, calorías, ceniza, mientras que para el análisis organoléptico se determinará sabores básicos y especiales.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La producción de cacao ha generado recursos y empleo, a decenas de miles familias campesinas principalmente en, las provincias de Los Ríos, Manabí, Guayas y el Oro, lo que ha permitido generar múltiples beneficios para la zona de influencia; además que ha permitido establecer grandes exportaciones y desarrollo de la economía ecuatoriana. La producción de cacao en nuestro país se encuentra muy ligada a las condiciones del ecosistema siendo esto determinante para incrementar el rendimiento pos cosecha (Loyola, 2001).

En la actualidad se siembra el Clon CCN-51, el cual tiene excelente comportamiento agronómico por tener aceptable productividad y resistencia a enfermedades, sin embargo es cuestionado en su calidad. Ya que la industria demanda licor de cacao de origen Nacional (González, 2009).

La presente investigación busca identificar y caracterizar clones de cacao de la variedad Nacional para determinar si las características organolépticas del cacao Nacional de las cuales se debe realizar un correcto manejo pos cosecha, se pretende determinar variables físico, química y perfiles sensoriales con notas florales que nos permitan una mejor reclasificación de los materiales en grupos poder determinadas nuevas tendencias, lo cual sería de incalculable ayuda para trabajos a mediano plazo en la obtención de progenies con características de alta calidad estabilizadas.

El propósito de este trabajo es, el de analizar el proceso de obtención de licor de cacao a partir de clones de cacao para observar la factibilidad comercial en el área de agroindustria y si cumple con las características organolépticas del cacao nacional a fin de obtenerlo dentro de parámetros de las normas de calidad y manteniendo la calidad del producto.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Evaluar las características físico - química y sensoriales de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao, desde enero a diciembre del 2013, en el Cantón Quevedo Provincia de los Ríos.

1.4.2. Objetivos específicos

Evaluar características físico-químicas de las almendras en el proceso de fermentación y secado de quince clones de cacao tipo Nacional en estudio.

Determinar los perfiles sensoriales de la pasta de cacao para la elaboración de pasta de chocolate.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis alternativa

Hi: En un clon en estudio se identificará parámetros físico-químicos con atributos deseables para la industria chocolatera nacional.

1.5.2. Hipótesis nula

Ho: Ningún clon en estudio ofrecerá parámetros sensoriales con atributos deseables para la industria chocolatera

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL CACAO

La producción de cacao en Ecuador data desde 1780 mucho antes de la instauración de la República del Ecuador, significaría que la producción de cacao Nacional tiene más de 200 años, Se conoce en la década de 1890 se introdujo material foráneo a la Provincia de Los Ríos conocido como “cacao Venezolano”, perteneciente al complejo genético de los Trinitarios, mientras que el cacao Nacional pertenece al grupo genético conocido como Forastero (Enjundia, 2002).

2.1.1. Clasificación taxonómica

La especie (*Theobroma cacao L.*), pertenece a la familia de las esterculiáceas y al orden malvales; con genocentro en la cuenca amazónica se difundió al Norte del Continente a través de los Ríos como es el caso del cacao criollo característico por tener almendras blancas; y por el Amazonas y al Occidente de África el denominado cacao amazónico característico por tener almendras color violeta, (Palacios, 2008).

Es una planta alógama estimándose que la polinización cruzada está por encima del 95%. El género *Theobroma* comprende 22 especies, cada una de las cuales presenta 20 cromosomas, siendo el T. cacao la más conocida por su importancia económica y social. El mismo autor afirma que el cacao se cultiva en las regiones húmedas tropicales de baja altitud (0 – 1300 msnm). La planta empieza a producir en niveles económicos al tercer y cuarto año. Se considera que su producción se mantiene rentable durante los próximos 25 años, aunque si las condiciones de manejo son las más adecuadas, el periodo de producción económica de una huerta se puede alargar considerablemente (Enríquez, 2004).

2.1.2. Agroecología

En la zona Ecuatorial el cacao se cultiva hasta una altitud de 1400m sobre el nivel del mar. La temperatura óptima para el cultivo se sitúa alrededor de 25°C; el mínimo absoluto no debe encontrarse por debajo de 10 °C. Se necesita unas precipitaciones medias superiores a 1500m anuales, bien distribuidas durante el año, con una humedad relativa del aire constante del 85%, (Infoagro, 2001).

2.2. VARIEDADES DE CACAO DEL ECUADOR

Plua (2008). Comenta que en el país existen cuatro variedades principales de cacao:

2.2.1. El criollo o nativo

Este cacao se expandió desde México y América Central, América del Sur (Colombia) y la parte norte de Ecuador (Esmeraldas) hacia otras partes del mundo, pero debido a su susceptibilidad fue desapareciendo. La producción de éste cacao es relativamente inferior, aunque se los considera de alta calidad por ser muy agradable. Tienen mazorcas de tamaño mediano, alargadas con la punta aguda recta o curvada, con cáscara poca rugosa con 10 surcos. Se caracterizan por tener semillas grandes blancas o ligeramente pigmentadas, cilíndricas u ovales y aromáticas.

2.2.2. El forastero

Originario de la alta Amazonia. Se trata de un cacao normal, con el tanino más elevado. No están bien definidos. Se caracterizan por tener mazorcas pequeñas inicialmente son de color verde claro o rosado pálido, luego se ponen amarillas, la punta es redondeada, la cáscara de la mazorca es lisa o ligeramente rugosa, delgadas, tienen 10 surcos superficiales, con capa lignificada en el centro del pericarpio. Las semillas son pequeñas moradas, triangulares en corte transversal, aplastadas o achatadas.

2.2.3. El trinitario

Es un grupo complejo, una población híbrida que se origina en Trinidad, producto de una mezcla de criollo con forastero por lo tanto hay diferentes grados de cruzamiento, lo que indica el grado de calidad, sus características son intermedias. Es posible encontrar mazorcas, amarillas, rojas, anaranjadas, la cáscara gruesa algo rugosa, 5 surcos marcados, la punta redondeada. Dentro de éste grupo se incluye el clon CCN-51 que es el resultado de un programa de cruzamiento entre materiales Forasteros Amazónicos con Trinitarios, llegando a obtener el CCN-51 (Colección Castro Naranjal) un clon altamente productivo, con resistencia a enfermedades y con características físicas codiciadas.

2.2.4. El cacao Nacional

Es una variedad producida exclusivamente en Ecuador. Las características morfológicas que presenta en el fruto son: color amarillo intenso, cáscara rugosa, surcos bien pronunciados, almendras de forma elíptica terminadas en punta pigmentaciones intensas color rosado en las flores, hojas lanceoladas. Para confirmar la hipótesis del cacao Nacional como un grupo diferente se realizaron estudios utilizando marcadores moleculares, con esto indican que en realidad son materiales diferentes de los cacaos Criollos y Forasteros, a pesar de su aparente similitud.

2.3. CALIDAD DEL CACAO

El término “calidad” es quizás una de las palabras más utilizadas desde hace algunos años. En efecto, la calidad se ha convertido en un tema de actualidad y forma parte en este momento de las preocupaciones de un número cada vez más elevado de personas, sociedades y organismos diversos (Pons y Sivardiere, 2002).

Amores (2004), define la calidad como el conjunto de las propiedades y características de un producto o servicio que le confiere la aptitud para satisfacer necesidades declaradas e implícitas de los usuarios.

La calidad puede considerarse una característica compleja de los alimentos que determina su valor o aceptabilidad para los consumidores (FAO, 2000).

(Armijos et al. (2002) y Graziani (2003),) coinciden en indicar que la calidad del cacao es uno de los aspectos de mayor importancia en el proceso productivo cacaotero y el nivel que se logre conseguir de la misma, determinará la mayor o menor demanda que tenga en el mercado el producto final del proceso agrícola, esto es el cacao en grano. La calidad del cacao depende de las exigencias de cada mercado y del fin a que se lo destine (Graziani, 2003).

Gutiérrez (2000), menciona que la calidad del cacao, involucra también las características químicas de las almendras fermentadas y secas.

2.3.1. Manejo post-cosecha

El manejo post-cosecha o beneficio constituye parte fundamental y decisiva para obtener una buena calidad del grano y permitir su correcta comercialización. El precio del producto y la rentabilidad del cultivo se incrementan con un buen Beneficio (siempre y cuando haya incentivos para producir calidad), labor que representa entre el 15 y el 20 % de los costos directos de producción. El beneficio adecuado desarrolla en las almendras los principios fundamentales del sabor y aroma inconfundibles del cacao, lo que determina en gran medida su condición de finos y aromáticos, es decir la calidad del producto final (FUNDACITE, 2000), citado por (Sánchez, 2008).

2.3.2. Clasificación del cacao en grano

La denominación cacao de “Arriba” viene desde el año 1600 a partir de los cacaoteros cultivados aguas arriba del río Guayas (Ecuador). Son cacaos forasteros amazónicos pertenecientes a la variedad de cacao Nacional del Ecuador y su particular calidad aromática está dada por los factores naturales propios del lugar de cultivo y también por el “saber-hacer” en los procesos post-cosecha y de producción adquirido en el tiempo (Cabrera, 2005). Por su sabor muy especial y bajo contenido de grasa se encuentra gran dificultad para elaborar

productos de calidad constante orientados a un mercado especial. Este hecho ratifica la necesidad de que el manejo durante su procesamiento sea llevado a cabo en plantas de elaboración que dispongan de técnicos de alto conocimiento (Radi, 2005).

Según Enríquez (2004), indica que la distinción del aroma que posee el cacao “arriba” del Ecuador se debe a la presencia del ácido graso linoléico. Además, su aroma floral no lo posee ningún otro cacao por lo que se considera insustituible para la industria chocolatera. La fuerza de su sabor lo hace capaz de sobresalir ante cualquier mezcla de chocolate y sabor de otro tipo de ingrediente. Aún en descendencias de hasta tres generaciones se han encontrado las características de su sabor.

La norma técnica ecuatoriana INEN (2006), (NTE INEN 176), establece la clasificación para el cacao y los requisitos de calidad que debe cumplir el grano beneficiado y los criterios que deben aplicarse para su clasificación (ANECACAO, 2009).

2.3.3. Calidad física del grano

La calidad física principalmente en la presentación exterior del grano, que no necesariamente coincide con un buen sabor y aroma a chocolate (Moreira, 1994; Romero, 2004), vincula la calidad del grano con la calificación que dan los países compradores y fabricantes de chocolate a las almendras de cacao por su apariencia, grado de fermentación, humedad, materiales extraños, mohos, insectos, entre otros.

Los Estándares Internacionales requieren que el cacao de calidad negociable sea fermentado, seco, libre de olores anormales como humo, químicos y de cualquier evidencia de adulteración. Debe encontrarse razonablemente libre de insectos vivos, de granos partidos, fragmentos y partes de cáscara y razonablemente uniforme en tamaño (Calderón, 2004 y Saltos, 2005).

Pinto y Álvarez (2001) y Calderón, (2002), señalan que el porcentaje de fermentación se mide con la “prueba de corte” utilizada a nivel mundial para evaluar el grado de fermentación del cacao.

Mientras que Jiménez (2003), señala que el grado de fermentación permite clasificar las almendras en las siguientes categorías:

Almendras de color marrón o café, poseen una fermentación muy completa, los ácidos matan al embrión y a las vacuolas de pigmentación, éstas almendras son muy hinchadas y se separan fácilmente del cotiledón. La calidad del sabor y aroma del grano es óptimo para elaborar chocolates. Almendras marrón o violeta, indican una fermentación parcial, los ácidos no han penetrado y una proporción de vacuolas se encuentran intactas, los cotiledones están poco compactos y la testa algo suelta. La calidad del sabor es regular pero aprovechable para producir chocolate. Almendras violetas, son el producto de una fermentación incompleta, por ello aparecen ácidos procedentes de la pulpa. Las almendras no están hinchadas y la apariencia interna es compacta, desarrollan un sabor astringente y ácido. Almendras pizarrosas, presentan un aspecto compacto de color gris negruzco, lo cual indica ningún efecto de fermentación, por lo que desarrollan sabores amargos y astringentes.

2.3.4. Factores que determinan la calidad

Los factores que determinan la calidad de las almendras de cacao básicamente son cinco: genotipo, el clima, el tipo de suelo, el manejo agronómico y, fitosanitario que se ofrezca a las plantas y el tratamiento post-cosecha, lo que es directamente proporcional a la calidad aromática de los chocolates, incluyendo fermentación, secado, almacenamiento, tostado, hasta ahora no se conoce al detalle (Reyes, 2004).

Los factores que determinan la calidad del cacao pueden agruparse en:

Factores de la herencia, del ambiente, y el beneficio, el material genético Nacional, que desafortunadamente va desapareciendo para dar paso a otros genotipos o variedades más resistentes a las enfermedades, pero con un sabor diferente y sin aroma que es lo que ha caracterizado al cacao Nacional a través de los años en la elaboración de chocolates especiales (Enríquez, 2004).

2.2.5. Principales factores que afectan la calidad

Los cacaos comunes, Forasteros, son semejantes en cuanto a que poseen un sabor a chocolate muy fuerte. Los árboles son de tipo similar entre sí, pero hay diferencias en la forma en que los productores procesan el grano, lo cual aumenta las diferencias en el sabor y en algunos casos esto es la causa de malos sabores; mientras que, los cacaos finos o del tipo criollo son de varios tipos y cada uno tiene sus propias características de sabor (Liendo, 2003).

El sabor potencial del cacao fino es debido básicamente a la variabilidad genética de los árboles que lo producen; sin embargo, el desarrollo del sabor y aroma a chocolate dependen del correcto proceso de fermentación y secado (Graziani, 2003). Por otra parte, Cros (2004), concluyen que los cacaos de tipo Forasteros son generalmente menos amargos y menos astringentes que los Trinitarios.

Según (Amores, 2004) que la variedad Nacional posee en sus cromosomas genes que favorecen al sabor floral. Hay otros que favorecen un buen nivel de sabor a cacao como en la variedad CCN-51. Finalmente (Liendo, 2003), indica que la genética del grupo de los cacaos Criollos tiende a producir un bajo sabor a cacao pero favorece un alto nivel de notas de sabor a nuez.

En el caso del Ecuador, el material genético natural lo constituyó el cacao llamado Nacional, que desafortunadamente va desapareciendo para dar paso a otros genotipos o variedades con alta productividad y resistentes a enfermedades, pero de un sabor diferente y sin aroma, que es lo que ha caracterizado al cacao Nacional a través de los años y lo que le ha dado la fama entre todos los fabricantes de chocolate especial, finos con aroma (Quiroz, 2004).

2.4. FERMENTACIÓN DEL CACAO

La fermentación es el proceso que comprende la eliminación de la baba o mucílago del cacao y la formación dentro de la almendra, de las sustancias precursoras del sabor y aroma del chocolate. Cuando las almendras no fermentan, este proceso se realiza mal o en forma deficiente, se produce el llamado cacao corriente. Durante el proceso, la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH, y humedad mata el embrión, disminuye el sabor amargo por la pérdida de Teobromina y se producen las reacciones químicas que forman el chocolate. (Fundacyt, 2002).

Cros (2004). Nos menciona que la fermentación microbiana que contribuye a la eliminación de la pulpa mucilaginoso que rodea las almendras, seguida por otro que induce un conjunto de reacciones bioquímicas internas en los cotiledones. Esta última conduce a la modificación de la composición química y formación de los precursores del aroma.

Mientras que Ramos (2004), menciona que la fermentación es la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH y humedad en las almendras de cacao. Este proceso disminuye el sabor amargo por la pérdida de Teobromina y polifenoles, facilita el secado y la separación de la testa de los cotiledones (Hernandez, 2010) Comenta que durante la fermentación hay que cumplir con varios objetivos:

- Impedir que el haba germine.
- Retirar la pulpa del haba, la cual se transforma en un líquido y se elimina.
- Destruir las antocianinas produciendo taninos, es decir convertir el color púrpura del haba en un marrón o canela, este último característico del cacao fermentado.
- Producir aminoácidos, que tienen que ver con el flavor del producto final.
- Eliminar sustancias de sabor y aroma naturales que son desagradables como lo es la astringencia. Los mismos autores expresan que las reacciones antes

señaladas son inducidas por elevación de la temperatura de la masa de cacao durante la fermentación y migración del ácido acético de la pulpa hacia el interior de los cotiledones. Ambos fenómenos combinados suprimen el poder germinativo del embrión. Mientras que Ramos (2004), indica que la fermentación es la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH y humedad. Este proceso disminuye el sabor amargo por la pérdida de Teobromina y facilita el sacado.

- El tiempo de fermentación depende del tipo de cacao, es decir de la variedad. Cada grupo genético tiene su período característico de fermentación y dentro de ese período, si se acorta el tiempo de fermentación, mayor será la sensación de acidez, astringencia y amargor que permanece al final del proceso (Jiménez, 2000). Sobre el mismo tema, (Pérez, 2006), menciona que la acidez de la variedad Nacional es menor que la del clon CCN-51, aunque la introducción de la técnica del pre secado en la fermentación de este último, permitir reducir en exceso de acidez sensorial.
- Las levaduras llevan a cabo la primera parte del proceso de fermentación (24 horas), debido quizá a la presencia de un pH muy bajo de la pulpa (menor de 4) lo que permite el crecimiento de levaduras y algunos mohos solamente. Transforman los azúcares sencillos del mucílago o pulpa en etanol, degradando la pectina, lo que modifica la textura del grano y elimina el ácido cítrico, lo que trae como consecuencia una disminución de la acidez. Por otro lado, el consorcio de levaduras consume el oxígeno, creando un ambiente anaerobio que favorece el desarrollo de bacterias lácticas, (Collado, 2001).
- Las bacterias aeróbicas (*Acetobacter* sp.), producen fermentación acética, consumen alcohol, necesitan oxígeno y desarrollan algo de temperatura. Las bacterias anaeróbicas producen una fermentación butírica, cuando no hay buena oxigenación o aireación, que puede terminar en una putrefacción de los granos (Enríquez, G. 2008).

- Mientras que la segunda fase el etanol se oxida produciéndose así ácido acético tal como ocurre en la industria productora de vinagre, esta acides tiene como objetivo de matar al embrión con temperaturas que alcanzan los 40°C a 50°C y complementado con un pH de 4.0 y 5.0.
- La siguiente etapa es la oxidativa se inicia cuando hay mayor presencia de oxígeno en las almendras, paralelamente el nivel de humedad disminuye hasta que se detiene la actividad enzimática. Dado que la transformación de etanol en ácido acético es una reacción exotérmica, se produce calor. El etanol y el ácido acético se difunden hacia el interior de los granos y, junto con la temperatura alta, matan al embrión. (Cros, 2004).

2.4.1. Métodos de fermentación

Ramos (2004), manifiesta que los sistemas de fermentación varían de acuerdo al volumen de producción de la finca, siendo más complejo y costoso en las producciones elevadas. Mientras que (palacios 2008), señala que existen muchos tipos o clases de instalaciones para fermentar el cacao pero las más utilizadas son las siguientes:

2.4.1.1. Cajón

2.4.1.2. Cajones de madera

Los cajones son contruidos con tablonos de maderas finas, resistentes a la humedad tales como el Cedro, Nogal y otras de tipo blanco que no desprendan sustancias extrañas que van a interferir en la calidad final del cacao. Estos cajones deberán quedar sobre patas o largueros separados del suelo 20 cm.; Las dimensiones variaran de acuerdo a la producción del predio; pueden tener dimensiones de 0.60 x 0.60 x 0.60 m. ó 1.0 x 1.0 x 1.0 m., dependiendo del volumen de producción de cada plantación.

2.4.1.3. Cajones de madera tipo escalera

Estos tipos están formados por una o varias series de tres cajones de madera, colocados a diferentes niveles como formando una escalera. El cacao fresco recién cosechado se coloca en el cajón superior y a la primera remoción (a las 48 horas) se coloca en el siguiente cajón y luego a igual tiempo en el cajón de abajo, lo que facilitará la remoción de la masa y propiciará la aireación a la misma.

2.4.1.4. Montón

La fermentación en montón se hace un tendido de hojas de plátano sobre tablas de madera, donde se amontonan las almendras frescas y se tapan para que se fermenten. Las rumas se pueden cubrir con sacos para evitar la fuga de calor que dará a los embriones o también colocarles un objeto pesado.

2.4.1.5. Sacos

En este caso el productor llena los sacos con cacao fresco y los cuelga para que se escurra y fermente. También acostumbra a dejar los sacos amontonados en el piso, dejándolo por 5 a 7 días o los días que necesite el tipo de cacao; este método no se recomienda por qué ocurre una mala fermentación del grano, originando un alto porcentaje de granos violetas y pizarras.

2.5. REMOCIÓN DE MASA

La remoción de la masa es muy importante y se la debe realizar cada 48h, con la finalidad de homogenizar, airear y ayudar a elevar la temperatura de la masa en fermentación. (El AGRO, 2004).

Las almendras deben permanecer sin ser removidas, durante las primeras 36 horas, tiempo que dura la fase de fermentación anaeróbica; luego, es necesario voltear la masa de cacao diariamente, es decir, cada 24 horas, para permitir la liberación del CO₂ generado en el proceso y que su lugar sea ocupado por aire con oxígeno que garantice el proceso de oxidación.

Con los volteos se logra una fermentación uniforme entre los granos, siendo ello garantía para obtener un producto con aroma, color y sabor a chocolate, ya que en ese estado se promueve la formación de los precursores de tales características, (Saltos 2005).

2.5.1. Micro fermentaciones

Según Jiménez (2003), dice que la micro fermentación es otro sistema muy práctico de fermentación, que se lo realiza con pequeñas cantidades, dirigidos a pruebas de materiales en proceso de investigación y a pequeños productores. Consiste en recolectar muestras de cacao hasta de 4 Kg. y colocar en pequeños sacos de tela con mallas, de 45 cm. de largo por 25 de ancho, las almendras deben de estar regadas en el saco para que se produzcan las transformaciones de azúcares y se facilite la remoción. Los sacos se ubican en un cajón con aproximadamente 150 Kg. de masa de cacao del mismo tipo, para que no se interfieran los sabores y aromas, en la producción de las reacciones y transformaciones de los azúcares, alcohol y ácidos que se desarrollan durante la fermentación.

2.5.2. Tiempo de la fermentación.

Para lograr una buena fermentación las almendras frescas deben colocarse en cajas de madera durante tres a cinco días, según la variedad, removiendo la masa, inicialmente cada veinte y cuatro horas y luego cada doce horas.

El periodo de fermentación depende de una serie de factores, indica que el tamaño, calidad, variedad y temperatura del grano influye en el tiempo de fermentación. (Palencia y Mejía, 2000).

El tiempo de fermentación debe ser de 5 a 6 días, o mejor, de 120 a 144 horas contadas a partir del depósito del grano en los recipientes. Nunca se deben mezclar granos cosechados en diferentes días, los depositados con posterioridad no alcanzarán completar todos los procesos requeridos, reduciéndose una fermentación incompleta, por esto es importante organizar

la recolección de mazorcas para obtener los volúmenes mínimos para poder iniciar la fermentación el mismo día para toda la masa cosechada. En lo posible, la partida de los frutos y el inicio de la fermentación deben hacerse el mismo día de la cosecha, pues resulta inconveniente para la fermentación dejar los frutos en montones dentro del lote. Tampoco es adecuado depositar los granos en costales de fibra dejados en la intemperie en los cultivos (Jiménez, 2000).

2.5.3. Temperatura en la fermentación

Palacios (2008), argumenta que durante los primeros días de fermentación la temperatura llega hasta los 45-50° C; después de la primera remoción es normal este proceso, luego empieza a descender lentamente y vuelve a subir cuando se realiza la segunda remoción, llegando al final a subir hasta los 48 – 50 ° C.

Igualmente (Enríquez, 2004), considera que durante la fermentación la temperatura de la masa puede subir hasta 50 ° C aproximadamente, lo cual se consigue en montones en los cajones, considerando que los embriones mueren cuando la temperatura llega a los 45 ° C, y en ese momento se marca el inicio de los cambios bioquímicos que luego darán el sabor y aroma a chocolate.

Por su parte (Semiglia, 1979), señala que las elevadas temperaturas se encuentran entre el segundo y tercer día de iniciado el proceso de fermentación llegando a obtener entre los 48 a 51°C, considerando también que la concentración de la temperatura más elevada ocurre en la capa superior; lo cual es corroborado por (Saltos, 2005), quién en su estudio logró establecer una diferencia de 6 ° C entre la capa superior a la inferior.

2.6. Fases de la fermentación

La fermentación define la verdadera calidad y el aspecto de las almendras, por lo cual es un paso esencial e indispensable para el desarrollo del sabor y el rico aroma a chocolate, una mala fermentación afecta la calidad física y química del cacao (Palencia y Mejía, 2000).

El proceso de fermentación tiene dos fases:

2.6.1. Fase anaeróbica

La cual se inicia tan pronto se deposita el cacao dentro de la unidad de fermentación; tiene una duración de 48 horas durante las cuales la pulpa del grano es degradada por levaduras, fermentos y transformada en alcohol, sin presencia de aire, por ello, durante esta etapa el grano debe permanecer tapado para lo cual se puede utilizar costales u hojas de plátano.

2.6.2. Fase aeróbica

Es la continuación de la fase anaeróbica donde se suceden una serie de reacciones bioquímicas propiciadas por bacterias, las cuales producen cambios físicos y químicos dentro de la almendra, como: elevación de la temperatura, la muerte del germen o embrión, el hinchamiento y fisuramiento del grano y los cambios de coloración interna y externa que generan el desarrollo de los precursores del aroma del cacao.

Existen muchos métodos para la fermentación de granos de cacao e los diferentes países del mundo. Los más utilizados son el de fermentación en montones y en cajas. La fermentación en cajas de madera se lo realiza en los países de América latina. Cuando se trata de la fermentación en caja, se debe remover la masa después de dos días, trasladándola a una segunda caja, donde hay un descenso de la temperatura, pero esta vuelve a subir rápidamente y el proceso continúa.

2.7. SECADO DEL CACAO

El secado tiene la misión de llevar del 60 % aproximadamente de humedad de las almendras fermentadas a un valor del 6 ó 7 %. El contenido en humedad del cacao secado debe ser mantenido de cualquier modo por debajo del 8 % si se quiere asegurar al cacao buenas condiciones de conservación (Braudeau, 1981). El cacao destinado a la exportación debe contener un nivel máximo del 7 % de humedad.

Durante el proceso de secado las almendras de cacao terminan los cambios biológicos químicos para obtener el sabor y aroma que termina con el tostado adecuado que de paso al sabor a chocolate de cada genotipo (Enríquez, 2004). Durante el proceso de secado, el cacao se remueve cada media hora con una paleta de madera especial durante las doce primeras horas. Luego se remueve cada dos o tres horas durante el día a medida que avanza el proceso de secamiento (Jiménez, 2000).

La rapidez del secado varía mucho según el método que se utilice, pero existen ciertos límites. Si el secado no ocurre demasiado a prisa existen riesgos de que se desarrollen mohos en el exterior de la almendra y que éstos puedan penetrar al interior de la misma, produciendo malos sabores (Wood, 1982), citado por (Amarilla, 2011).

2.8. ALMACENAMIENTO

Los sacos con almendras de cacao deben ser almacenadas en compartimientos o estantes que estén por encima del suelo con un mínimo de 10 cm. de circulación del aire entre ellos y al granel, en silos adecuados, para una mayor garantía de la calidad del producto (Ramos, 2004). Si estos requisitos no son bien controlados, las almendras de cacao pueden adquirir olores indeseables y contaminarse con materiales extraños. Además, pueden adquirir humedad que también deteriorará rápidamente la calidad del cacao (Rincón, 1999).citado por (Sánchez 2007).

2.9. PRUEBA DE CORTE

La prueba de corte es una técnica utilizada para observar y calificar el grado de fermentación de los lotes de cacao en proceso de comercialización. Esta prueba permite cuantificar el nivel de fermentación y defectos como la presencia de almendras colonizadas por hongos e insectos. Sin embargo, la técnica no es un indicador confiable para evaluar la calidad sensorial del cacao (Stevenson, Corven y Villanueva, 1993).

2.10. CALIDAD SENSORIAL DE CACAO

Romero (2004), menciona que los fabricantes de chocolate realizan pruebas complejas para determinar las cualidades organolépticas del grano. En los cacaos finos, tratan de encontrar delicados matices de sabor y en los básicos se preocupan más de que no tengan sabores extraños. Además, describe que los peores defectos que se pueden encontrar en los licores de cacao son el sabor a humo, ocasionado por el secado artificial del cacao y el olor a jamón ahumado ocasionado por una sobre fermentación.

Para el fabricante, la evaluación sensorial es la única prueba confiable para determinar si puede utilizar determinado cacao para sus productos. Esta prueba permite medir, analizar e interpretar reacciones de las características de los alimentos, los cuales son percibidos por los sentidos de la vista, olfato y gusto es decir sabor y aroma, (Jiménez, 2003).

El sabor “arriba” del cacao Nacional es muy particular y diferente, se lo describe como sabor floral, fuerte, con matices de astringencia, sabor a leguminosas verdes, flores de cítricos, una sensación de frescura que invade la boca y desaparece rápidamente. La calidad aromática de un chocolate está relacionada con el origen de las almendras, con la fermentación y secado y con el tostado (Sánchez, 2007).

2.10.1. Calidad organoléptica del grano

Graziani (2003), expresa que cuando se habla de cacao de calidad es referirse fundamentalmente a aquello que poseen un potencial aromático especial, una dulzura de sus almendras y que aportan las elevaciones organolépticas, no existe hoy en día un criterio analítico objetivo que permite caracterizarlos. Estas cualidades se desarrollan solamente cuando las almendras están debidamente fermentadas y secas (Baño, 2010).

Romero (2004), menciona que los fabricantes de chocolate realizan pruebas complejas para determinar las cualidades organolépticas del grano. En los cacaos finos, tratan de encontrar delicados matices de sabor y en los básicos se preocupan más de que no tengan sabores extraños. Además, describe que los peores defectos que se pueden encontrar en los licores de cacao son el sabor a humo, ocasionado por el secado artificial del cacao y el olor a jamón ahumado ocasionado por una sobre fermentación.

2.11. BIOQUÍMICA DEL CACAO

Según Hardy (1961) indica que para apreciar el significado de los resultados obtenidos por los investigadores que han estudiado la cura del cacao, para comprender la naturaleza de los problemas involucrados, es necesario saber algo acerca de la composición de la almendra de cacao y de las propiedades y reacciones de sus principales componentes. La composición aproximada de las diferentes partes de la almendra de cacao forastero típico se indica en el siguiente cuadro (Cuadro 1)

Cuadro 1. Composición de las almendras de cacao

(Porcentaje del peso fresco)

	<u>Cotiledones</u>	<u>Pulpa</u>	<u>Testa</u>
Agua	35.0	84.5	9.4
Celulosa (fibra)	3.2	-----	13.8
Almidón	4.5	-----	46.0
Pentosana	4.9	2.7	-----
Sucrosa	-----	0.7	-----
Glucosa, fructosa	1.1	10.0	-----
Grasa	31.3	-----	3.8
Proteína	8.4	0.6	18.0
Teobromina	2.4	-----	-----
Cafeína	0.8	-----	-----
Polifenoles	5.2	-----	0.8
Ácidos	0.6	0.7	-----
Sales inorgánicas	2.6	0.8	8.2
	-----	-----	-----
	100.0	100.0	100.0

Notas sobre algunos de los componentes de los cotiledones y la pulpa

Grasa (Mantequilla de cacao): Esta es una sustancia amarilla, cristalina, quebradiza que se derrite por completo a una temperatura entre 32° y 35°C (90° y 95°F), que es apenas inferior a la temperatura del cuerpo humano. Consiste de glicéridos mezclados de dos ácidos grasos saturados (esteárico y palmítico) y un ácido graso no saturado (oleico). Es por lo tanto una grasa escasamente no saturada. La grasa de los cotiledones contiene de 0.3 a 0.8% de teoesteroles, y la grasa de testa contiene de 0.8 a 10.0%. Los teoesteroles son los precursores de la vitamina antirraquítica (Vitamina D), que se produce cuando los teoesteroles

son irradiados. También contiene del 0.5 al 0.9% de lecitina, la cual aumenta la movilidad de la grasa de cacao derretida.

Los principales sustitutos de la grasa de cacao que se usan en la manufactura de chocolates, son sebo de borneo, derivado de los frutos de especies de *Shorea* y *Palaquium*, y sebo chino, derivado de los frutos de *Stillingia sebifera*. A menudo se designa a estos, equivocadamente, “mantequilla de illipe” la cual es producida por especies de *Bassia*.

Teobromina (3,7 – dimetilxantina): No es un verdadero alcaloide sino que como la cafeína en el café y el té, es en realidad una base purina. Cristaliza en forma de agujas blancas y se volatiliza calentándola a 290°C. Es soluble en agua caliente y en alcohol, pero no en gasolina. Es de sabor amargo.

Proteína: No se sabe mucho acerca de las proteínas del cacao y sus derivados, excepto que la pulpa contiene pequeñas cantidades de ácido glutámico y aspártico y de asparagina.

Acido: La pulpa fresca contiene ácido cítrico, pero fuera de este, ninguno otro acido frutal. Este imparte un pH 3.9 a las primeras exudaciones, las cuales contienen 0.3 gr. de ácido cítrico por cada 100ml.

2.11.1. Teobromina y Cafeína

La Teobromina y la cafeína constituyen más del 99% del contenido de los alcaloides en cacao, y lo restante son trazas de teofilina y salsolinol. Generalmente el contenido de alcaloides está determinado por el genotipo y la maduración de la semilla (Wakao, 2002). El mismo autor menciona que en estudios realizados en Trinidad en el cuál determinaron que la pérdida del contenido de Teobromina en el cotiledón durante la fermentación es de un 0.

Cuadro 2. Evolución del contenido de teobromina en la cáscara y cotiledón del grano del cacao durante 10 días de fermentación.

Duración de la fermentación	Cáscara seca Teobromina %	Cotiledón desgrasado secos Teobromina %
0	0.28	2.96
2	2.35	3.05
4	2.35	2.57
6	2.35	2.36
8	2.35	2.23
10	2.35	2.22

Fuente: Rohan, T. El beneficio del cacao bruto, destinado al mercado p. 95, citado por Wakao (2002).

Así mismo (Cros, 2004. b), considera que la difusión de las purinas (Teobromina y Cafeína) hacia fuera de las almendras, produce una disminución de aproximadamente el 20 % al 30 % del contenido de estos compuestos durante la fermentación y secado, por lo cual se reduce el amargor en los granos.

Wakao (2002), confirma este criterio con su estudio y también indica que los contenidos de Teobromina y cafeína disminuyen a medida que avanza la fermentación aproximadamente en un 24% en el cacao de fincas comerciales y en un 15 % en el cacao "Fino". Además indica que los diferentes tipos de granos de cacao presentaron diferencias en el contenido de Cafeína y de Teobromina, lo demostró en las muestras analizadas de Tipo Nacional y del clon CCN – 51 que poseían menor contenido de alcaloides que el EET – 62; es posible que estas diferencias puedan contribuir para la diferenciación de genotipos.

2.11.2. Relación Teobromina / Cafeína

se indica en el Hasing (2004), señala que en un estudio de análisis comparativos realizados en la EE Santa Catalina, con muestras de cacao venezolano Guasaré previamente sometido a un proceso de beneficiado, obtuvo un valor de 1.58 en R. T/C, siendo ubicado este valor dentro del grupo de los criollos como Cuadro 3.

Así mismo fue evaluada una muestra de cacao Forastero procedente de Ghana, la cual obtuvo un valor de 10 en T/C., de acuerdo a este mismo estudio se ubicó al clon CCN 51 dentro del grupo de los trinitarios, y a otros trinitarios como el ICS – 95 entre valores cercanos a 6. En general de acuerdo al reporte final del proyecto INIAP / APROCAFA / CORPEI (2006), ninguna de las épocas de fermentación afectaron en forma significativa la relación Teobromina / Cafeína.

Cuadro 3. Valores de la relación Teobromina / Cafeína, en diferentes grupos de cacao conocidos.

Grupos	Valor de Relación Teobromina / Cafeína
Cacao Forastero	15 – 10
Cacao Trinitario	10 – 5
Cacao Criollo	2 – 1

Fuente: Hasing, H. 2004

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizaron en la Finca Experimental “La María”, en el Laboratorio de Bromatología, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme.

3.2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Las condiciones meteorológicas donde se desarrolló la presente investigación se detallan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Condiciones meteorológicas de la Finca Experimental “La María”
UTEQ – FCP 2013.**

Datos Meteorológicos	Valores Promedios
Temperaturas °C	24.60
Humedad relativa (%)	78.83
Heliofania (horas, luz, año)	743.50
Precipitación (mm anual)	2229.50
Evaporación (cm ³ anual)	933.60
Zona ecológica	Bosque Húmedo Tropical (bh-T)

Fuente: Estación Meteorológicas del INAMHI ubicada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP (2013).

3.3. MATERIALES EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales y equipos que se utilizaron en la investigación fueron:

3.3.1. Materiales de campo

Para la ejecución del proyecto, se emplearán otros materiales y herramientas tales como:

- Tijeras
- Baldes
- Machetes
- Balanza de mano
- Escoba de barrer
- Paletas de madera
- Sacos de yute
- Repisas de madera
- Mallas de tela
- Lápices
- Libro de campo
- Guillotinas
- Navajas
- Platos para pesar
- Estiletes
- Molinos doble enlice
- Molinos
- Fundas plásticas
- Vasos plásticos
- Servilletas
- Cajas micro fermentadoras
- Cajas para secado

3.4. EQUIPOS DE LABORATORIO

- Termómetros de mercurio
- Medidor de pH
- Licuadoras
- Medidor de humedad para cacao
- Calculadora
- Balanza analítica de precisión 0.001 g
- Recogedores
- Congeladores horizontales
- Refrigeradora
- Estufa

3.4.1. INSTALACIONES

- Tendales de secado
- Laboratorio

3.5. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se aplicó un diseño experimental; ya que es un estudio que prueba la relación causa efecto entre las variables propuestas, es decir se requiere de la práctica para determinar las características físicos - Químicas y Sensorial de los diferentes tratamientos.

3.6. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

En la presente investigación los métodos utilizados son los siguientes:

3.6.1. Método inductivo – deductivo:

Se aplicó este tipo de investigación, ya que se parte de un problema hacia una posible solución, el mismo que nos permitió obtener una tecnología adecuada para la obtención de la pasta de cacao.

3.6.2. Métodos estadísticos:

Con la ayuda de un software, se cuantifico, tabulo y ordeno los datos obtenidos mediante análisis, los mismos que permitieron encontrar los resultados.

3.6.3. Técnicas de investigación.

La presente investigación de utilización de los clones de cacao tipo Nacional de tres variedades para la obtención de la pasta de cacao, se utilizó las siguientes fuentes:

- Trabajo directamente al campo
- Consultas directamente a la fuente: Expertos
- Investigación en el laboratorio
- Revisión bibliográfica
- Internet
- biblioteca

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

El ensayo se realizó con un diseño completamente al azar (DCA), con 3 repeticiones. Para la comparación de las medias de los tratamientos se utilizó prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

3.7.1. Factores

El planteamiento de los factores en estudio de la presente investigación se redacta en el cuadro 4.

3.7.2. Tratamientos

Cuadro 4. Identificación y codificación de los 15 tratamientos a evaluar.

Tratamiento	Código	Tratamiento	Código
T1	DIRCYT-C 102	T9	DIRCYT-C238
T2	DIRCYT-C103	T10	DIRCYT-C251
T3	DIRCYT-C107	T11	DIRCYT-C257
T4	DIRCYT-C114	T12	DIRCYT-C255
T5	DIRCYT-C 120	T01	Testigo 1 EET-103* (Nacional)
T6	DIRCYT-C129	T02	Testigo 2 CCN-51* (Trinitario)
T7	DIRCYT- C225	T03	Testigo 3 IMC-67 * (Forastero)
T8	DIRCYT-C228		

*Control

Fuente: Dayse Parraga Moran FCP. UTEQ. 2013

3.7.3 Análisis estadístico

A. Material genético

Como material experimental se usaron mazorcas de quince clones de cacao tipo Nacional más tres testigos comerciales, procedente de La Finca Experimental La Represa, se recolectaron 20 frutos fisiológicamente maduros y sanos.

3.7.4. Esquema del ADEVA y su superficie de respuesta.

3.7.5 Análisis de varianza

Cuadro 5. Esquema del ADEVA de las Diferencias para las variables del análisis proximal.

Fuente de variación	Grados de libertad	
Tratamiento	t-1	14
Error experimental	t(r-1)	30
Total	tr-1	44

Pruebas de rango múltiple. Se utilizó la prueba de Tukey, ($p > 0.05$) significancia.

Fuente: Dayse Parraga M. FCP. UTEQ. 2013

3.6.6. Modelo matemático

Las fuentes de variación para esta investigación se efectuaron mediante el siguiente modelo.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = El total de una observación

μ = Valor de la media general de la población.

T_i = Efecto de los tratamientos

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

3.8.7. Análisis multivariado de las variables bajo estudio

a) Análisis de correlación

La correlación mide el grado de la intensidad de asociación entre variables o el grado en que dos variables cambian una con respecto a la otra. Los valores de correlación (r) varía de -1 a $+1$, cuando existe una relación perfecta negativa, respectivamente, (González, 1985), citado por (Zambrano, 2011).

b) Análisis de componentes principales (APC)

El APC y los gráficos conocidos como biplot, son técnicas generalmente utilizadas para reducir de dimensión. Las técnicas de reducir de dimensión permiten examinar todo los datos en un espacio de menor dimensión que el espacio original de las variables. Con el APC se constituyen ejes artificiales (componentes principales) que permite obtener gráficos de dispersión de observación y/o variables con propiedades óptimas para la interpretación de la variabilidad subyacente. Los biplots permiten visualizar en un mismo espacio, así es posible identificar asociaciones entre observaciones, entre variables y observaciones (Infostat, 2002).

Para el APC todas las variables fueron incluidas en una matriz mixta con las variables sanitarias y productivas seleccionadas. A partir de estos fueron elaborados los gráficos de dispersión (biplots), tanto para las variables como para los genotipos en estudio.

3.9. MEDICIONES EXPERIMENTALES.

Las variables analizadas en el presente experimento fueron las siguientes:

3.9.1 Análisis Físico – Químicos.

- Humedad
- Grasa
- Proteína
- pH
- Energía
- Cenizas
- Teobromina, Cafeína
- Relación teobromina cafeína

3.9.2. Análisis organoléptico

Para validar la aceptación de los tratamientos se evaluó las principales características internas y externas tales como:

a) Sabores básicos

- Acidez
- Amargor
- Astringencia
- Dulce

b) Sabores específicos

Los sabores específicos se clasificaron en:

- Cacao
- Floral.
- Frutal
- Nuez

c) Sabores adquiridos

Se identificaron sabores con defectos como:

- Crudo/verde.-
- Otros

3.10. DESARROLLO DEL TRABAJO DE CAMPO

Para la toma y realización de los tratamientos con sus respectivas réplicas se utilizaron las muestras de quince clones y tres testigos comerciales de cacao (*Theobroma cacao L.*), las mazorcas fueron cosechadas y evaluadas, cada cosecha representaban sus repeticiones.

Una vez realizada la cosecha se procedió a evaluar las mazorcas de cacao realizando los siguientes pasos:

3.10.1. Variables físicas

3.10.2. Índice de semillas

Para esta variable se tomaron al azar 300 almendras fermentadas y secas, estas fueron pesadas (g) y promediadas. Para la cual se aplicara la siguiente formula:

IS= Peso en gramos de 300 semillas fermentadas y secas

300

3.10.3. Índice de mazorca

Para el registro de esta variable se recolecto al azar 20 mazorcas fisiológicamente maduras, sin síntomas de enfermedad en cada material, luego de extraer sus almendras se procedió a fermentar y secar hasta que alcance un 7% de humedad. Para determinar el índice de mazorca se aplicara la siguiente formula:

$$IM = \frac{20 \text{ Mazorcas} \times 1000}{\text{Peso en gramos de las almendras secas de 20 mazorcas}}$$

3.10.4. Peso fresco

Este dato se registró mensualmente en cada uno de los tratamientos para lo cual se procedió a pesar las almendras frescas utilizando una balanza de precisión. Estos valores serán expresados en gramos.

3.10.5. Número de almendras por mazorca

Para esta variable se cuantifico el número de almendras por mazorca.

3.10.6. Temperatura de la masa

La temperatura de la masa con almendras en proceso de fermentación se la realizó dos veces al día (08h00; 16h00) a 5cm de la superficie de la masa.

3.10.7. Peso de 100 almendras

Esta variable se determinó en base al peso de 100 almendras fermentadas y secas, tomadas al azar y expresado en gramos, para lo cual se utilizó una balanza de precisión marca "THOMAS SCIENTIFIC".

3.10.8. Porcentaje de testa

El porcentaje de testa, se obtuvo en base al peso de un grupo de 30 almendras fermentadas y secas, obteniendo su porcentaje mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de testa} = \frac{(\text{Peso de la testa}) \times (100)}{\text{Peso de 30 almendras}}$$

3.10.9. Índice de semilla

Se pesaron 100 almendras fermentadas y secas obtenidas al azar muestras de muestra. Para calcular este índice mediante la siguiente fórmula.

$$IS = \frac{\text{Peso (g)}100\text{semillas}}{100}$$

3.10.10. Acidez física

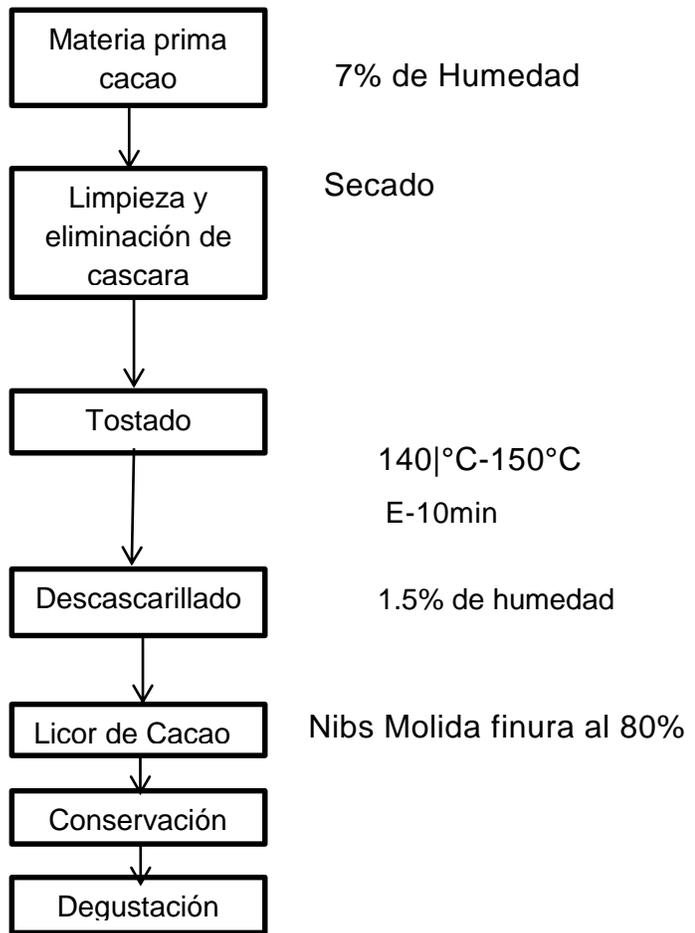
El pH se registró para el cotiledón y para la testa de almendras fermentadas y secas, en (15g) de muestra.

3.10.11. Determinación del pH en la testa y cotiledón

El valor del pH de la testa y del cotiledón se registró en 30 almendras de cacao. Primero se separó la testa del cotiledón; posteriormente el cotiledón como la testa, individualmente fueron triturados usando una licuadora, conteniendo 100 ml de agua destilada por un lapso de 2 a 3 minutos y con la ayuda de un potenciómetro se procedió a realizar la lectura del pH. Esta variable se registró al inicio y al final de la fermentación y después del secado.

3.10.12. Porcentaje de fermentación

Esta variable será registrada a través de una prueba o ensayo de corte a 100 almendras, siguiendo el procedimiento de la norma (INEN 175, 176).



Fuente: (Dayse Parraga, 2013)

Figura 1. Diagrama de flujo de la elaboración de la pasta (licor) de cacao.

Fuente: (Dayse Parraga, 2013).

3.10.13 Descripción del proceso de la pasta (licor) de cacao.

- 1) Se pesaron 200 gr de cacao de cada muestra que luego fueron tostadas en una estufa con circulación de aire forzado, calibrada para homogenizar la temperatura en su interior. La combinación de temperatura y tiempo de tostado se decidió en función de ejercicios previos para explorar la mejor combinación.
- 2) Después del tostado las almendras son colocados en un descascarillador que separa las almendras y las cascarillas. Despojando de estas y elimina la humedad que queda en la almendra de cacao.
- 3) Los cotiledones triturados sin cascarilla se colocaron en un molino tipo mortero durante 60 minutos para una pasta semilíquida conocida como licor de cacao.
- 4) La pasta se colocó en moldes que se identificaron debidamente con el código de cada muestra.
- 5) Antes de la degustación las muestras se prepararon a una temperatura de 45 °C. Cada catador tomo una pequeña cantidad en el extremo de una paletita y la coloco uniformemente sobre su lengua. Mantuvo la muestra de licor en la boca por 15 a 20 segundos. Las cuantificaciones de los distintos sabores que percibía las anotaba en un formato diseñado para el efecto.
- 6) Las degustaciones se realizaron en forma individual y antes de continuar con la siguiente muestra, los catadores esperaban uno a dos minutos para desvanecer los sabores permanentes de la muestra anterior. Para ayudarse consumían galletas y tomaban agua. Se realizaron dos sesiones de degustación por día. En cada sesión se degustaba un máximo de 5 muestras de cacao.

3.10.14. Evaluaciones sensoriales

Durante la evaluación, los licores se llevaron a una temperatura de 40 a 45 °C Cada catador tomó una cantidad pequeña de licor de cacao en el extremo de una paleta plástica pequeña y la colocó uniformemente sobre su lengua. El catador mantuvo la muestra en su boca por espacio de 15 a 20 segundos, determinando

los atributos de cada una de ellas y registrando los resultados en un formato diseñado para el efecto. Las degustaciones se realizaron en forma individual y antes de continuar con la siguiente muestra, los catadores esperaron unos minutos para que se pierdan los sabores remanentes de la muestra anterior tomando agua o consumiendo. Se realizó dos sesiones por día, evaluando en cada sesión un máximo de 5 muestras de licor de cacao.

3.11. DESCRIPCIÓN DE LOS ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICAS

Para la valoración de las características físico-químicas del cacao obtenida se tomaron muestra de 150g aproximadamente de cada unidad experimental. La determinación de las características se realizó bajo los siguientes métodos:

- ❖ Humedad. Pérdida por calentamiento
- ❖ Cenizas. Calcinación de materias inorgánicas
- ❖ pH. Lectura en Potenciómetro
- ❖ Proteína: Método Kjeldahl utilizando la metodología del Laboratorio de Santa Catalina Iniap Pichilingue
- ❖ Teobromina y Cafeína

La descripción de cada una de las técnicas, se encuentran en el Anexo 11.

3.11.1. DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL

Para determinar las características organolépticas, se realizaron evaluaciones sensoriales, que consistieron en degustar cada una de las muestras, utilizando los sentidos del olfato y el gusto.

Las evaluaciones sensoriales fueron realizadas de la siguiente manera: La primera fue realizada por un panel de catadores, en el Laboratorio de Calidad Integral de Cacao de la EET-Pichilingue.

A continuación se describe la identificación de los sabores básicos, específicos y adquiridos, utilizados en esta investigación:

a) Sabores básicos

Los sabores básicos estuvieron conformados por:

Acidez.- Se consideraron aquellas muestras que presentaban un sabor ácido persistente; percibido a los lados y en el centro de la lengua.

Amargo.- Aquellas muestras que presentaban un sabor fuerte y amargo, se detectó en la parte posterior de la lengua y la garganta.

Astringencia.- Muestras que dejaban una sensación fuerte de sequedad en la boca; se detectó en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes.

Dulce.- Sabor agradable que percibió en la punta de la lengua, parecido al agua de azucarada.

b) Sabores específicos

Los sabores específicos se clasificaron en:

Cacao.- Aquellas muestras que presentaban un sabor típico a chocolate.

Floral.- Muestras que presentaban un sabor agradable, similar al olor de las flores.

Frutal.- Muestras identificadas por un sabor a fruta madura, muy agradable.

Nuez.- Consideradas aquellas muestras que presentaban un sabor a almendra o a nuez.

c) Sabores adquiridos

Se identificaron sabores con defectos como:

Crudo/verde.- Muestras con sabor manchoso-crudo.

Otros.- Esta variable permitió hacer notar sabores extraños que se detectaron en las muestras.

En todos estos tres perfiles de sabores (básicos, específicos y adquiridos), individualmente se calificó la degustación del licor de cacao usando una escala internacional de 0 a 4 puntos, siguiendo la metodología de Braudeau (1970), donde:

La escala definida en las secciones de evaluación fue la siguiente:

Escala calificación

- 0 Ausente
- 1 Bajo
- 2 Medio
- 3 Alto
- 4 Muy alto
- 5 Fuerte

Cuadro 6. Escala de intensidad a medir en la pasta (licor) de cacao, UTEQ – FACP 2013.

Código	Cacao	Acidez	Astringencia	Amargor	Frutal	Floral	Nuez	Dulce	Otros

Formato para análisis sensorial utilizado por el Laboratorio de Calidad de Cacao (Iniap Pichilingue)

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VARIABLES FÍSICAS DEL CACAO

En la presente investigación, se obtuvieron los siguientes resultados (Cuadro 7):

4.1.1. Temperatura

En el (Cuadro 7), muestran los cambios registrados en la variable de temperatura durante el proceso fermentativo, según el análisis de varianza no se presentó diferencias estadísticas significativas entre las temperatura de las muestras analizadas del fermentador. Sin embargo la mayor temperatura la obtuvo el T15 EET-103 (testigo) con un máximo de 36,91°C, y el mínimo lo presento T11 (DIRCYT-C238) con 33,29°C, Con un promedio general de 34,68°C y un coeficiente de variación de 6.67por ciento.

La temperatura de la masa durante el proceso de fermentación fue rápida, lo cual permitió un mayor porcentaje de almendras bien fermentadas. Este criterio coincide con lo mencionado por (Rohan, 1960), citado por (Sánchez, 2008), quien considera que la fermentación es más rápida a medida que la temperatura avanza, mientras que a temperaturas inferiores se obtiene un bajo porcentaje de almendras bien fermentadas.

4.1.2. Contenido de pH en las almendra

El pH estadísticamente no presenta diferencias estadísticas según la prueba de Tukey ($P < 0.05$), sin embargo se encontró diferencias numéricas el mayor lo registró el T11 (DIRCYT-C238) con pH de 6,01 y el mínimo lo presento el T2 (DIRCYT-C103) con pH 4,43 entre los tratamientos. Obteniéndose un promedio general de 5,06 y un coeficiente de variación de 6,67 por ciento ver, (Cuadro 7).

Las variaciones del pH se dieron por la acción de microorganismos y la elevación de temperatura de la masa en fermentación. Entre estos resultados coinciden con

(Armijos, 2002), quien determinó que el pH óptimo para un cacao de calidad debe encontrarse en un rango de 5,1 a 5,4, este criterio concuerda con (Calderón, 2002), el mismo que menciona que cualquier cacao con pH menor a 5,0 indica presencia de ácidos no volátiles indeseables que dan al producto aromas desagradables. Cabe destacar que el valor de pH presente en la materia prima es de 3.6 concordando con (Braudeau, 2001), que nos indica que el mucílago durante las primeras exudaciones tiene una adecuada acidez promedio de (pH 3.5), destacando que si el pH disminuye puede afectar la actividad de las levaduras durante la fermentación anaeróbica, las cuales proporcionan excelentes condiciones para el desarrollo microbiano.

CUADRO 7. Promedios registrados en Temperatura y pH de 15 clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, FCP, UTEQ 2013

Tratamientos	Código	Temperatura	pH
T1	DIRCYT-C 102	36,50 a	4,82 a
T2	DIRCYT-C103	34,04 a	4,43 a
T3	DIRCYT-C107	34,68 a	4,69 a
T4	DIRCYT-C114	34,62 a	4,81 a
T5	DIRCYT-C 120	33,83 a	4,87 a
T6	DIRCYT-C129	35,06 a	5,29 a
T7	DIRCYT- C225	30,78 a	5,48 a
T8	DIRCYT-C228	36,39 a	5,20 a
T9	DIRCYT-C234	35,54 a	5,85 a
T10	DIRCYT-C251	36,43 a	5,44 a
T11	DIRCYT-C238	33,29 a	6,01 a
T12	DIRCYT-C255	30,78 a	5,05 a
T13	CCN-51	36,12 a	4,59 a
T14	IMC-67 -67	35,18 a	4,51 a
T15	EET-103	36,91 a	4,93 a
Promedio		34,68	5,06
CV (%)		6,67	6,67

*Los promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes (P< 0.05)

Fuente: Dayse Parraga .2013

4.1.3. Peso fresco (gr)

El peso fresco presenta diferencias altamente significativas, el mayor peso lo registró el T13 CCN-51 (testigo) con 203,19 gramos y el mínimo lo registró T8 (DIRCYT-C 228) con 84,34 gramos. Con un promedio general 128,91 gramos y con un coeficiente de variación de 17,92 por ciento.

Resultados similares los obtuvo (Flores, 2011) quien realizó un estudio en clones élites de cacao registrando un coeficiente de variación de 30,04%, con promedios que oscilaron entre 1250,0 y 2440,00kg. Siendo el promedio más bajo para el clon UICYT-C-064 y el más alto el UICYT-C-031, entre clones experimentales, comparado con el testigo CCN-51 (T1), que alcanzó el más alto peso fresco con 3797,50. Por otra parte (Ayestas, 2009), registro el número de semillas vanas e integras, para calcular el peso fresco en gramos, usando micro fermentación en mayas de 42 x 27 cm hasta una altura máxima de 50 cm. Este resultado podría estar señalando que los grandes saltos de rendimiento de PF al inicio tienen un fuerte componente genético.

4.1.4. N° de Almendras

El número de almendras en análisis de varianza presentó diferencias estadísticas, el mayor número de almendras lo registro el T12 (DIRCYT-C255) con 46,35 gramos y el mínimo lo registro T8 (DIRCYT-C228) con 35,07 gramos no presento diferencias estadísticas. Con un promedio general del número de almendras fue 40,44 gramos y con un coeficiente de variación de 7,47 por ciento.

Estudios realizados por (Sánchez, 2013), manifestaron que el número de semillas por mazorca es considerado un componente importante del rendimiento del peso promedio de la almendra influida por la época, ya que en verano este rendimiento decrece. Mientras que (Enríquez y Soria, 1966) citado por (Graziani et al., 2003), dice que el número de semillas depende de la fecundación individual de los

ovarios, estando el máximo controlado por el número de óvulos por ovario, que es un carácter muy constante.

Resultados parecidos a los de varios investigadores, quienes en sus estudios sobre cultivares de cacao, obtuvieron para el forastero 30,22 (Enríquez y Soria, 1966), citado por (Graziani et al., 2003), y entre 33.8 y 34.3 semillas/mazorca y para el criollo 29,77 y 29.53 semillas/mazorca. El número de semilla por mazorca fue el atributo más variable de las características evaluadas de los frutos de cacao, lo cual puede ser debido a la inconsistencia de la polinización natural. Además, como es un carácter controlado genéticamente, está influenciado por el grado de incompatibilidad entre el polen y los óvulos (Graziani et al., 2003).

Cuadro 8. Promedios registrados en el peso fresco y número de almendras de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, FCP. UTEQ 2013

Tratamientos	Código	PF	N° ALM
T1	DIRCYT-102	130,71 a b	43,58 a b c
T2	DIRCYTC103	133,31 a b	41,09 a b c
T3	DIRCYT-C107	99,59 a	36,42 a b c
T4	DIRCYT-C114	96,67 a	35,83 a
T5	DIRCYT-C 120	116,50 a b	37,78 a b c
T6	DIRCYT-C129	108,58 a b	41,62 a b c
T7	DIRCYT- C225	117,46 a b	38,65 a b c
T8	DIRCYT-C228	84,34 a	35,07 a
T9	DIRCYT-C234	123,49 a b	41,36 a b c
T10	DIRCYT-C251	125,14 a b	39,05 a b c
T11	DIRCYT-C238	117,19 a b	39,22 a b c
T12	DIRCYT-C255	176,08 b c	46,35 c
T13	CCN-51	203,19 c	46,35 b c
T14	IMC-67 -67	150,46 a b c	43,63 a b c
T15	EET-103	150,99 a b c	40,62 a b c
	Promedio	128,91	40,44
	CV (%)	17,92	7,47

*Los promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes (P< 0.05)

Fuente: Dayse Parraga .2013

PF: Peso fresco

N° ALM: Número de Almendras

4.1.5. Peso seco (gr)

El peso seco del análisis de varianza presento diferencias estadísticas, el mayor número de almendras lo registro el T13 CCN-51 (testigos) con 1715,65 gramos y el mínimo lo registro T8 (DIRCYT-C228) con 467,33 gramos del peso seco. El promedio general del peso seco fue 834,67 gramos y con un coeficiente de variación de 36,05 por ciento.

(Sánchez, 2007), indica que para las almendras de cacao es requisito indispensables que las almendras pesen mínimo 1,2 gramos de cada uno de ellos; pero (Quiroz, 1990), manifiesta que el peso de la almendra es más alta a inicios de la época seca, posiblemente se deba a que existe humedad remanente en el suelo.

4.1.6. Humedad (%)

La humedad no presento diferencias estadísticas sin embargo se presentó diferencias numéricas la mayor humedad lo obtuvo el T3 (DIRCYT-C107) con 7,29 %, el mínimo lo registro el T13 CCN-51 (Testigo) con 5,67% de humedad. El promedio general de humedad fue 6,49% y con un coeficiente de variación de 12,2 por ciento.

De todas las muestras analizadas los tratamientos están dentro de este rango (6 y 7 %) de humedad, resultado que coincide con lo establecido por (Braudeau, 1970), citado por (Campusano, 2007) quien señala que las almendras después del secado deben tener un rango de humedad relativa de entre 6 y 7 % para que no sean propensas a sufrir ataques de moho. Mientras que (Bradley, 2003). Menciona que el contenido de humedad es un factor de Calidad para preservación, conveniencia en empaque transporte y almacenamiento, también constituye un criterio de identidad. De acuerdo a lo establecido por la Norma INEN. Recomienda un 7% de humedad de cacao beneficiado. Mientras que los valores presentes de este trabajo de acuerdo a los análisis realizados podemos

mencionar que los tratamientos se encuentran en los rangos establecidos por las Normas (NTE-INEN 176).

Sin embargo con estos valores de humedad; los hacen ser considerados como productos seguros con prolongada vida de almacenamiento.

CUADRO 9. Promedios registrados en las variables de Peso fresco, humedad de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa. FCP. UTEQ 2013.

Tratamientos	Código	P. Seco				Humedad
T1	DIRCYT-C 102	1005,67	a	b	c	6,08 a
T2	DIRCYT-C103	600,33	a	b		7,02 a
T3	DIRCYT-C107	758,33	a	b		7,29 a
T4	DIRCYT-C114	528,33	a			6,37 a
T5	DIRCYT-C 120	774,67	a	b		6,76 a
T6	DIRCYT-C129	537,00	a			6,51 a
T7	DIRCYT- C225	666,33	a	b		5,88 a
T8	DIRCYT-C228	467,33	a			6,40 a
T9	DIRCYT-C234	602,67	a	b		6,81 a
T10	DIRCYT-C251	645,67	a	b		6,92 a
T11	DIRCYT-C238	527,67	a			6,91 a
T12	DIRCYT-C255	751,67	a	b		6,45 a
T13	CCN-51	1715,67			c	5,67 a
T14	IMC-67 -67	1468,67		b	c	5,98 a
T15	EET-103	1470,00		b	c	6,35 a
Promedio		834,67				6,49
CV (%)		36,05				12,20

*Los promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

Fuente: Dayse Parraga.

PS: Peso seco

Humedad:

4.1.7. Índice de mazorca (%)

El índice de mazorca la varianza no registró diferencias estadística sin embargo se presentó diferencias numéricas entre los clones evaluados. El mayor índice de mazorca lo registró el T6 (DIRCYT-C129) con 34,36%, mientras que los más bajos fueron los T13 CCN-51 (testigos) con 13,88 gramos, T15 EET-103 (testigos) con 15,57gramos y. Su promedio general es 21,95 gramos con un coeficiente de variación de 35,10 por ciento.

De acuerdo a lo mencionado por Saucedo (2003), describe que uno de los caracteres más importantes y que más presencia debe tener, en la selección de materiales, es el índice de mazorca, siendo preferible seleccionar materiales con un índice de mazorcas, menor a 20 mazorcas para obtener un mayor rendimiento.

4.1.8. Índice de semilla (gr)

En el índice de semilla existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de cacao estudiados para esta variable. El mayor índice lo tuvo el T2 (DIRCYT-C103) con 1,65 gramos, seguido por el T13 CCN-51 (testigo) con 1,62 gramos. Mientras que el T8 (DIRCYT-C228) con 0,94 gramos registra el menor peso según la prueba de Tukey ($P < 0.05$). Se aprecia que el promedio general fue de 1,32 gramos con un coeficiente de variación de 15,52 por ciento.

Los promedios registrados en este estudio son de 1,32 gramos mostrando ser mayores, según lo establecido por (Amores et al., 2004), en sus estudios hechos en clones de cacao tipo Nacional y el clon CCN-51 estos materiales presentaron promedios entre 1,2 y 1,3 gramos para las variables tipo Nacional EET-575; EET-576 y tipo CCN-51 de 1,4 gramos. Los demás materiales tuvieron un rango de entre 1,04 a 1,19 estos no fueron cercanos en relación a los rangos establecidos con un promedio de 1,20, similares resultados fueron obtenidos por (Pastorelly, 1992) quien indica que las muestras tienen valores con amplitud que varían entre 0,76 y 1,89 teniendo un valor promedio de 1,29 gramos.

4.1.9. Diámetro de mazorca

El diámetro de mazorca presento diferencia estadística significativa entre los tratamientos en estudio para esta variable. El mayor diámetro de mazorca lo registro el T14 IMC-67 (testigo) con 9,32 gramos y T15 EET-103 (testigo) con 8.59gramos seguido por los T10 (DIRCYT-C251) con 8,55, T13 CCN-51 con 8,44, T1 (DIRCYT-C102) con 8,06, T6 (DIRCYT-C129) con 7,91 gramos, T7 (DIRCYT-C225) con 7,73, T12 (DIRCYT-C255) con 7,70gramos, T2 (DIRCYT-C103) con 7,58gramos, mientras que los demás tratamientos no tuvieron significancia estadística. Para catalogar un fruto de cacao, se puede usar las siguientes características largo, diámetro, relación largo/ diámetro, color y otras particularidades como forma de la punta y rugosidad (Enríquez, 1966) citado por Saucedo (2003).

CUADRO 10. Promedios registrados en las variables de Índice de semilla, Índice de mazorca y diámetro de mazorca de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, FCP. UTEQ 2013.

Tratamientos	Código	I.S		I.M		D.M		
T1	DIRCYT-C 102	1,26	a b	15,80	a	8,06	a	b
T2	DIRCYT-C103	1,65	b	19,55	a	7,58	a	b
T3	DIRCYT-C107	1,28	a b	18,29	a	7,08	a	
T4	DIRCYT-C114	1,10	a b	27,59	a	7,14	a	
T5	DIRCYT-C 120	1,34	a b	18,13	a	7,49	a	
T6	DIRCYT-C129	1,19	a b	34,36	a	7,91	a	b
T7	DIRCYT- C225	1,29	a b	31,65	a	7,73	a	b
T8	DIRCYT-C228	0,94	a	31,22	a	6,97	a	
T9	DIRCYT-C234	1,24	a b	21,99	a	7,41	a	
T10	DIRCYT-C251	1,31	a b	22,37	a	8,55	a	b
T11	DIRCYT-C238	1,44	a b	21,57	a	7,04	a	
T12	DIRCYT-C255	1,34	a b	18,51	a	7,70	a	b
T13	CCN-51	1,62	b	13,88	a	8,44	a	b
T14	IMC-67	1,20	a b	18,71	a	9,32		b
T15	EET-103	1,55	a b	15,57	a	8,59	a	b
Promedio		1,32		21,95		7,80		
CV (%)		15,52		35,10		7,46		

Índice de Semilla, (IS), Índice de Mazorca (IM), Diámetro de Mazorca, (D.M)

*Los promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes (P< 0.05)

4.1.10. Peso de 100 almendras

El peso de 100 almendras no presento diferencias estadísticas sin embargo se presentó diferencias numéricas con el T13 CCN-51 (testigo) con el mayor peso registrado 165,67 gramos seguido por T15 EET-103 (testigo) con 162,00 gramos, el peso mínimo se presentó en el T8 (DIRCYT-C228) con 95,00 gramos. El promedio general del peso de 100 almendras fue 136,42 gramos y con un coeficiente de variación de 21,55 porciento.

El peso de 100 almendras, en los granos fermentados y secos mostró ser similar. Según lo señalados por la (Norma COVENIN, N° 50 ,1998), que establece para los granos comerciales de cacao tiene un peso promedio comprendido entre 100 a 120 gramos y catalogándolo como un tipo de cacao “Fino”. Este tipo de cacao, se constituye en su mayoría por granos bien fermentados (mayor del 80%), que presentan características de aroma y sabor del cacao, exentos de cualquier tipo de alteración, según lo señalado por la norma. Mientras que (Álvarez et al., 2007) en estudios realizados menciona que obtuvo promedio de 157,45gramos en almendras expuestas al sol. Mientras que (Sánchez, 2008), obtuvo promedio de 110,30 gramos con un coeficiente de variación de 7,01 por ciento.

4.1.11. Porcentaje de testa (%)

El porcentaje de testa no presento diferencias estadísticas sin embargo se presentó diferencias numéricas el mayor porcentaje de testa lo registro el T1 (DIRCYT-C102) con 39,49 gramos seguido del T3 (DIRCYT-C107) con 38,21 gramos, mientras que el mínimo se presentó en el T9 (DIRCYT-C234) con 9,30 gramos del porcentaje de testa. El promedio general del porcentaje de testa fue 18,92 gramos y con un coeficiente de variación de 90,46 porciento.

Los resultados alcanzados en este estudio mostraron que almendras pequeñas presentaron un porcentaje elevado de testa, coincidiendo con la teoría de (Alvarado y Bullard, 1961), citado por (Sánchez, 2008), quienes mencionan que el contenido de testa de la almendra, guarda una relación inversamente proporcional

con su tamaño, por lo cual las almendras pequeñas tienen una proporción mayor de testa que las grandes. Es posible que tal teoría se aplique al comparar el porcentaje de testa en almendras del mismo genotipo, pero no cuando se compara almendras de genotipos diferentes. Mientras que en esta investigación los valores de peso del grano son mayores, estos mostraron más peso testa.

4.1.12. Porcentaje de cotiledón (%)

El porcentaje de cotiledón no registro diferencias estadísticas sin embargo si presento diferencias numéricas, el mayor porcentaje de cotiledón registrada en el T9 (DIRCYT-C234) con 90,70%, seguido por el T4 (DIRCYT-C114) con 85,86 y T5 (DIRCYT-C120) con 85,30 del porcentaje de testa, los más bajos registro el T3 (DIRCYT-C107) con 61,79% del porcentaje del cotiledón. En cuanto el promedio general es de 81,08 con un coeficiente de variación de 21,11 por ciento.

Los materiales que obtuvieron menor porcentaje de testa, consiguieron el mayor porcentaje de cotiledón el T9 (DIRCYT-C234) con 90,70%, seguido por T4 (DIRCYT-C114) con 85,86, T5 (DIRCYT-C120) con 85,30 del porcentaje de testa, los menores valores registrados fueron: T3 (DIRCYT-C107) con 61,79, T1 (DIRCYT-C102) con 60,51 por ciento. Resultado similar lo expreso (Crespo y Crespo, 1997), quien indico que los cacaos tipos Trinitario (CCN- 51) poseen un promedio de cáscara del 15% en su composición y un 85% de cotiledón. Una de las principales razones seria lo sustentado por (Alvarado y Bullard, 1961), citado por (Amores, 2011), quien indico que los porcentajes de testa usualmente, mantienen relación inversamente proporcional con el tamaño de la almendra lo cual indica que las almendras más grandes tienen menos porcentaje de testa y las de menor tamaño, la testa es más abundante, lo cual se pudo observar en los materiales en estudio, ya que en la mayor parte de las muestras tenían tamaño mediano.

CUADRO 11. Datos del Peso de 100 almendras, % de testa, % de cotiledón de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, FCP. UTEQ 2013.

Tratamientos	Código	P.100 ALM	%TESTA	%COTILEDON
T1	DIRCYT-C 102	122,33 a	39,49 a	60,51 a
T2	DIRCYT-C103	148,67 a	14,91 a	85,09 a
T3	DIRCYT-C107	157,67 a	38,21 a	61,79 a
T4	DIRCYT-C114	109,33 a	14,14 a	85,86 a
T5	DIRCYT-C 120	136,33 a	14,70 a	85,30 a
T6	DIRCYT-C129	116,33 a	19,77 a	80,23 a
T7	DIRCYT- C225	134,00 a	15,80 a	84,20 a
T8	DIRCYT-C228	95,00 a	18,58 a	81,42 a
T9	DIRCYT-C234	121,33 a	9,30 a	90,70 a
T10	DIRCYT-C251	157,00 a	17,37 a	82,63 a
T11	DIRCYT-C238	161,00 a	16,00 a	84,00 a
T12	DIRCYT-C255	131,67 a	16,95 a	83,05 a
T13	CCN-51	165,67 a	16,71 a	83,29 a
T14	IMC-67 -67	128,00 a	14,85 a	85,15 a
T15	EET-103	162,00 a	16,97 a	83,03 a
	Promedio	136,42	18,92	81,08
	CV (%)	21,55	90,46	21,11

*Los promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

Fuente: Dayse Parraga, 2013

4.1.13. Determinación de pH en la testa

La Determinación de pH en la testa el análisis de varianza no presento diferencias estadísticas en los tratamientos. El máximo pH lo obtuvo el T3 DIRCYT-C107 con 6,88%, el mínimo el T8 (DIRCYT-C228) y T12 (DIRCYT-C255) con 5,43%. Con un promedio general de 6,31% de acidez y un coeficiente de variación de 12,25 por ciento.

Estos resultados guardan relación con lo observado por (Calderón ,2002), el mismo que registró valores de acidez entre 3,4 y 4,6 en la testa debido a que es permeable al ácido acético, este penetra al embrión y baja el pH (Wood, 1982). Este último valor, según (Rohan, 1960), al ser menor de 5,0 es indicio de una

fermentación defectuosa. (Biehl, 1982), menciona que este fenómeno se presenta cuando hay una sobre fermentación. Esto es contradictorio para (Wood, 1982) el mismo que registró pH de hasta 4,8 sin encontrar defectos en la fermentación, lo cual coincide con (Saltos, 2005), quien registró un valor de 4,6%. Todas estas diferencias podrían atribuirse a la variabilidad genética del material de la zona (Lemus et al., 2002) y a la aplicación de metodologías distintas en el beneficio.

4.1.14. Determinación de pH en el cotiledón (%)

La determinación de pH en el cotiledón no presento diferencias estadísticas en los tratamientos. EL máximo pH lo presento el T11 (DIRCYT-C238) con 6,25%, y el mínimo el T12 (DIRCYT-C255) con 5,59%. Con una media general de 5,82 de acidez y un coeficiente de variación de 7,20 por ciento.

Estos resultados coinciden con (Armijos, 2002) quien determinó que el pH óptimo para un cacao de calidad debe encontrarse en un rango de 5,1 a 5,4, este criterio concuerda con (Calderón, 2002) el mismo que menciona que cualquier cacao con pH menor a 5,0 indica presencia de ácidos no volátiles indeseables que dan al producto aromas desagradables. Los valores finales concuerdan según lo expuesto por, (Pastorelly, 1992), quien registró valores promedios de pH para el cotiledón de hasta 6.3, quien manifiesta que el cacao se caracteriza por tener un pH final de 6,6%.

CUADRO 12. Datos del pH testa, pH del cotiledón de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, FCP. UTEQ 2013.

Tratamientos	Código	pH TESTA	pH COTILEDÓN
T1	DIRCYT-C 102	6,47 a	5,84 a
T2	DIRCYT-C103	6,13 a	5,72 a
T3	DIRCYT-C107	6,88 a	6,17 a
T4	DIRCYT-C114	6,46 a	5,70 a
T5	DIRCYT-C 120	6,26 a	5,76 a
T6	DIRCYT-C129	6,31 a	5,92 a
T7	DIRCYT- C225	6,05 a	5,70 a
T8	DIRCYT-C228	5,43 a	5,69 a
T9	DIRCYT-C234	6,63 a	5,68 a
T10	DIRCYT-C251	6,35 a	5,39 a
T11	DIRCYT-C238	6,57 a	6,25 a
T12	DIRCYT-C255	5,43 a	5,59 a
T13	CCN-51	6,87 a	6,02 a
T14	IMC-67 -67	6,76 a	6,02 a
T15	EET-103	6,10 a	5,89 a
	Promedio	6,31	5,82
	CV (%)	12,25	7,20

*Los promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

Fuente: Dayse Parraga

4.1.15. Porcentaje de fermentación

El porcentaje de fermentación y defectos en las diferentes muestras, permitió detectar que no hubo diferencias estadísticamente significativas, pero si hubo diferencias numéricas ver (Cuadro 13). La muestra del T11 (DIRCYT-C238) presentó el mayor porcentaje de fermentación buena con un 40,33%, y el mínimo obtuvo el T14 IMC-67 (testigo) con 6,00%. El promedio general de fermentación buena fue de 19,24%, con un coeficiente de variación de 61,53 por ciento. Mientras que (Sánchez, 2007), obtuvo en sus estudios en diferentes árboles registro Promedio de 37,00% con buena fermentación y un coeficiente de variación de 28,69%.

En el análisis de varianza para el porcentaje de fermentación media no se detectó diferencias estadísticas para los tratamientos según la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Sin embargo si presento diferencias numéricas el valor máximo lo registro el T13 CCN-51 (testigos) con 81,33%, el mínimo porcentaje de fermentación lo registraron el T6 (DIRCYT-C129) con 40,67%. Con un promedio general de fermentación media 59,00%, con un coeficiente de variación de 28,50 por ciento. (Sánchez, 2007), la misma obtuvo en sus estudios en diferentes árboles registro Promedio de 47,90% y un coeficiente de 19,35%. A si mismo Sánchez (2007) expresa que los granos con mediana fermentación se identificaron aquellas, cuyos cotiledones presentaron una coloración medianamente marrón. Aunque la normativa Ecuatoriana INEN 176 permite mínimo entre 5 y 10 % de granos con mediana fermentación para ciertas calificaciones.

El porcentaje de fermentación total no registro diferencias estadísticas entre tratamientos. El mayor porcentaje de fermentación total corresponde al T7 (DIRCYT-C225) con 94,00%, mientras que el más bajo corresponde al T2 (DIRCYT-C103), con 54,00%. El promedio general de fermentación total fue de 78,82 %, con un coeficiente de variación de 19,30 por ciento. Estos valores son similares con lo expresado por Sánchez (2007), quien obtuvo los mayores porcentajes de fermentación total correspondiendo al clon IMC-67 con (97%), seguido de los árboles 2748 (96%) y 2787 (95%) mientras que (Sánchez, 2013) expresa que el porcentaje de fermentación total se obtuvo sumando los porcentajes de almendras bien fermentadas y medianamente fermentadas. obteniendo en sus estudios en diferentes árboles promedio de 85,1% con buena fermentación y un coeficiente de variación de 11,18 %. Similares estudios señalado por (Ramón, 2004), quien considera que la cantidad de almendras fermentadas en relación con la no fermentada debe ser mayor del 75%.

El porcentaje de defectos violetas no presentó diferencias estadísticas. El mayor porcentaje de almendras violetas se registró en el T2 (DIRCYT-C103) con 29,00%, Mientras que el valor más bajo en defectos violeta corresponde al T13

CCN-51 (testigo) con 8,33%. El promedio general de defectos violetas fue de 18,33%, con un coeficiente de variación de 74,91 por ciento. (Sánchez, 2007), la misma obtuvo en sus estudios en diferentes árboles registro Promedio de 14,02% con buena fermentación y un coeficiente de variación de 65,96 %.

Estos valores son similares a lo obtenido por Sánchez (2007), obteniendo el mayor porcentaje de almendras violetas en las muestras provenientes de los árboles 2126 (30 %), 2507 (27 %) y 2078 (25 %).y según Sánchez (2013) los granos violetas tienen un comportamiento inverso a los granos con buena fermentación, es decir que a medida que aumenta el tiempo de fermentación disminuye el porcentaje de granos violetas. Aunque la normativa Ecuatoriana INEN 176 permite máximo entre 10 y 21 % de granos violetas para ciertas calificaciones.

El porcentaje de almendras pizarras no presentaron diferencias estadísticas. El mayor porcentaje de almendras pizarra lo registro el T10 (DIRCYT-C251) con 6,33%, mientras que los más bajos fueron los T1 (DIRCYT-C102), T3 (DIRCYT-C107), T12 (DIRCYT-C255) con (0,33%). Para los demás tratamientos no mostraron almendras pizarras. El promedio general de almendras pizarra fue de 0,84 %, con un coeficiente de variación de 257,03 por ciento.

Esta variación alta es debido a que no se presentaron este tipo de granos durante la evaluación de las muestras. En las almendras (de color gris, presentan un aspecto compacto de color gris negruzco, lo cual indica ningún efecto de fermentación, por lo que desarrollan sabores amargos y astringentes.

Mientras que Rohan (1964) citado por Guamán (2007), quien manifiesta que es probable que este porcentaje sea producto de frutos que no tenían adecuado grado de madurez al momento de la cosecha. Aunque la normativa Ecuatoriana INEN 176 permite entre 4 y 12% de granos pizarrosos para ciertas calificaciones. Según (Sánchez, 2007), obtuvo en sus estudios en diferentes árboles promedio de 0% de almendras pizarras y un coeficiente de variación de 0 por ciento.

Se registraron defectos como moho; en el T6 (DIRCYT-C) 129 y el T8 (DIRCYT-C228) obteniendo valores más alto con (0,33%). Mientras que para los tratamientos restantes obtuvieron el 0 % para esta variable. El promedio general de moho fue de 0,04%, con un coeficiente de variación de 474,34 por ciento. La presencia de almendras con insectos fue nula para todos los tratamientos. Esta variación se debe a que mientras más alto es el coeficiente de variación menos es el contenido de moho, es por eso que al momento de la evaluación de las muestras en estudio no presentaron defectos con moho.

Sánchez (2007), la misma obtuvo en sus estudios en diferentes árboles registro promedio de 0,33% con buena fermentación y un coeficiente de variación de 639,87%. Según (Montoya, 2010), indica que en cacao nacional registro un 3,58 % de almendras mohosas que fue estadísticamente superior al trinitario con 1,83%. Aunque la normativa Ecuatoriana INEN 176 permite máximo entre 1 y 2% de granos con moho para ciertas calificaciones.

Cuadro 13. Porcentaje de fermentación y defectos en almendras provenientes de clones de Cacao seleccionado con perfiles de interés comercial. Características físico - químicas y sensorial de quince clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), tipo nacional en almendras fermentadas y secas para la obtención de pasta de chocolate FCP, UTEQ. 2013.

Tratamientos	Código	Buenas	Medianas	Total	Violeta	Pizarra	Moho	Insectos	Caco Arriba
T1	DIRCYT-C 102	24,00 a	54,67 a	78,67 a	21,33 a	0,33 a	0,0 a	0,00	A.S.S.S
T2	DIRCYT-C103	10,33 a	43,67 a	54,00 a	29,00 a	0,00 a	0,0 a	0,00	A.S.N
T3	DIRCYT-C107	13,67 a	62,67 a	76,33 a	23,33 a	0,33 a	0,0 a	0,00	A.S.S.S
T4	DIRCYT-C114	20,64 a	60,33 a	81,00 a	19,00 a	0,00 a	0,0 a	0,00	A.S.S.S
T5	DIRCYT-C 120	16,00 a	42,33 a	58,33 a	23,67 a	1,33 a	0,0 a	0,00	A.S.N
T6	DIRCYT-C129	39,00 a	40,67 a	79,67 a	20,00 a	0,00 a	0,3 a	0,00	A.S.N
T7	DIRCYT- C225	12,67 a	78,00 a	94,00 a	9,33 a	0,00 a	0,0 a	0,00	A.S.S.P.S
T8	DIRCYT-C228	18,00 a	67,67 a	88,00 a	10,67 a	1,00 a	0,3 a	0,00	ASSPS
T9	DIRCYT-C234	20,67 a	51,33 a	72,00 a	28,00 a	0,00 a	0,0 a	0,00	A.S.S
T10	DIRCYT-C251	15,00 a	52,33 a	67,33 a	26,33 a	6,33 a	0,0 a	0,00	A.S.S
T11	DIRCYT-C238	40,33 a	47,67 a	88,00 a	9,00 a	3,00 a	0,0 a	0,00	A.S.S.P.S
T12	DIRCYT-C255	9,67 a	66,67 a	76,33 a	23,33 a	0,33 a	0,0 a	0,00	A.S.S.S
T13	CCN-51	10,33 a	81,33 a	91,67 a	8,33 a	0,00 a	0,0 a	0,00	A.S.S.P.S
T14	IMC-67	6,00 a	78,67 a	87,00 a	13,00 a	0,00 a	0,0 a	0,00	A.S.S.P.S
T15	EET-103	32,33 a	57,00 a	90,00 a	10,67 a	0,00 a	0,0 a	0,00	A.S.S.P.S
		19,24	59,00	78,82	18,33	0,84	0,04	0,00	
		61.53	28.50	19.30	74.91	257.03	474.34		

* Letras iguales en la misma columna no representa diferencias estadísticas significativas, entre si según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

Fuente: Dayse Parraga 2013.

Leyenda:

ASSPS=Arriba Superior Summer Plantación Selecta

ASSS = Arriba Superior Summer Selecto

ASS = Arriba Superior Selecto

ASN = Arriba Superior Nacional

ASE = Arriba Superior Época

4.2 ANÁLISIS QUÍMICOS

4.2.1 Contenido de Ceniza (%)

El contenido de ceniza no presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero presentaron diferencias numéricas el mayor contenido de ceniza lo registró el T3 (DIRCYT-C107) con 5,56%, El mínimo valor lo presento el T12 (DIRCYT-C255) con 2,55%. Con un promedio general 3,49% y un coeficiente de variación de 30,82 porciento.

Esto no se ajusta a lo citado por (Braudeau, 1970), quien indico que el porcentaje de ceniza en cotiledones secos no fermentados de cacao es de 2,63 % 0,37 % menos que los materiales estudiados. (Crespo y Crespo, 1997), en sus estudios afirmaron que para la variedad CCN-51 cacao que posee características predominantes de Trinitario, el porcentaje promedio de ceniza es de 4,18 y para el cacao tipo Nacional el porcentaje de ceniza oxila entre 3,62 %, promedio que se asemeja con los materiales experimentales ya que obtuvieron un promedio mínimo 2,55 en el caso del T12 (Dircyt-C255) y un promedio máximo 5,56 como en el caso del T3 (Dircyt-C107).

4.2.2 Contenido de Grasa (%)

El Contenido de grasa presento diferencias estadísticas, el mayor contenido de grasa lo tuvo el T13 CCN-51 (testigo) con 41,44% siendo esta última superior. Mientras que el T12 (DIRCYT-C255) con 20,31% no presento diferencias estadísticas entre tratamientos según la prueba de Tukey ($P < 0.05$). Con un promedio general de 30,82 y un coeficiente de variación de 21,81porciento.

Los resultados registrados en estudio mostraron que los tratamientos tuvieron un promedio de 30,82%. Estos valores no coincide con los expuestos por (Amores *et al.* 2010) quienes sostuvieron que el contenido de grasa usualmente varía del 50 al 55 % en cacao fresco y luego de ser tostado dicho contenido oscila entre 48 y 52 % en el licor de caco, lo cual indica que la mayoría de los cruces

discrepan con estos valores, ya que todos están por debajo de los promedios planteados por los autores para las variedades comerciales, tal vez estos porcentajes bajos de grasa estén relacionado con los factores genéticos. Mientras que (Enríquez, 2003), cita que este es uno de los parámetros más importantes ya que a mayor contenido de grasa posee el grano más tardará el proceso de fermentación. Siendo la razón por la que cacaos forasteros necesitan hasta de seis días de fermentación mientras que el cacao fino solo tres días y en el caso más extremo está el cacao de arriba que por su bajo contenido graso (48 %) solo requiere de 15 a 24 h. Los tipos forastero tienen más del 52% de grasa mientras que los finos menos del 50%.

4.2.3 Contenido de Energía

La energía no presentó diferencia estadística significativa pero si presentaron diferencia numérica, el valor máximo lo registro el T14 (DIRCYT-C114) con 7,43%, y el mínimo valor lo obtuvo el T2 (DIRCYT-C103) con un 5,89%. Se registró un promedio general de 6,84% y coeficiente de variación de 15,36%, estos valores obtenidos en cada tratamiento son en base a 1.2 gr de pasta y concuerdan con (Muñoz, 2010), quien establece que en 100 gr de pasta de cacao hay un valor energético de 644 Kcal.

CUADRO 14. Datos de Ceniza, Grasa, Energía de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, FCP. UTEQ 2013.

Tratamientos	Código	CENIZA	GRASA	ENERGIA
T1	DIRCYT-C 102	3,43 a	32,79 a b	7,23
T2	DIRCYT-C103	3,92 a	29,33 a b	5,89
T3	DIRCYT-C107	5,56 a	29,37 a b	7,19
T4	DIRCYT-C114	3,29 a	33,53 a b	7,43
T5	DIRCYT-C 120	3,47 a	29,20 a b	7,25
T6	DIRCYT-C129	3,26 a	28,96 a b	7,25
T7	DIRCYT- C225	3,40 a	30,48 a b	6,63
T8	DIRCYT-C228	4,09 a	30,03 a b	6,6
T9	DIRCYT-C234	3,07 a	28,74 a b	6,91
T10	DIRCYT-C251	2,92 a	24,52 a b	7,35
T11	DIRCYT-C238	3,38 a	33,77 a b	6,41
T12	DIRCYT-C255	2,55 a	20,31 a	6,63
T13	CCN-51	2,79 a	41,44 b	6,18
T14	IMC-67 -67	4,04 a	32,13 a b	6,62
T15	EET-103	3,22 a	37,72 a b	7,09
	Promedio	3,49	30,82	6,84
	CV (%)	30,82	21,81	15,36

*Los promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

4.2.4. Porcentaje de Teobromina y Cafeína

El porcentaje de Teobromina y Cafeína, según el análisis de varianza el T1 (DIRCYT-C102) presentó el máximo nivel de Teobromina con un valor de 2,44%, mientras que el mínimo lo presentó el T6 (DIRCYT-C129) con 1.77%. Así mismo se expresa que la cafeína presenta un máximo en el T4 (DIRCYT-C114) con 0,53%, y el mínimo en el T12 (DIRCYT-C255) con 0,13%.

De acuerdo a lo señalado se deduce que el cacao perdió Teobromina y cafeína durante la fermentación, como lo manifiestan, (Palacios, 2008), que estos contenidos disminuyen a medida que avanza la fermentación por lo que se elimina la amargura de los granos. Por otra parte, es notorio que las variables, Teobromina y cafeína se vieron condicionadas por la época seca; Por lo

consiguiente siendo estos resultados muy similares a los determinados en el proyecto del convenio Palacios (2006), nos conlleva a pensar que la época seca es determinante para que estos compuestos químicos se manifiesten en las almendras de cacao. Esto demuestra que el porcentaje T/C esta discriminada por el porcentaje de cafeína; es decir, mientras menor es el porcentaje de cafeína mayor es la relación T/C y viceversa.

4.2.5 Relación teobromina/cafeína (T/C)

El porcentaje de la Relación Teobromina/Cafeína, en el análisis de la varianza el máximo lo presentó el T12 (DIRCYT-C255) con 14,07% y el T4 (DIRCYT-C114) presentó un mínimo nivel de R.T/C con un valor de 4,49%. Esto se debe posiblemente por tener genética de Trinitario, como se lo observa en el cuadro 15, en donde se ve claramente que esta supera a los testigos, Esto demuestra que la relación T/C esta discriminada por el porcentaje de cafeína; es decir, mientras menor es el porcentaje de cafeína mayor es la relación T/C y viceversa.

En general la relación T/C determinada, ubicó al cacao en un grupo muy aparte de los tres tipos conocidos, lo cual se relaciona con lo señalado por Hasing (2004), quien en su estudio determinó que un cacao venezolano de “Guasaré” con cuatro días de fermentación obtuvo una T/C de 1.58, un cacao forastero obtuvo valores de 10 T/C y los conocidos trinitarios como el ICS – 95 tuvieron valores cercanos a 6.

1.2.6 Porcentaje de Proteína (%)

El porcentaje de proteína, en el análisis de la varianza el T1 (DIRCYT-C102) presentó el máximo nivel de proteína con un valor de 15,50%, mientras que el mínimo lo presentó el T4 (DIRCYT-C114) con 13,05 por ciento. Por otra parte, estos resultados similares los obtuvo (Perea et al., 2011), quien obtuvo en sus estudios en cacao criollo y los materiales FLE-3, ICS-95, SCC-41, CCN-51, FEC-2 poseen un contenido de proteína alrededor del (14,2%).

Cuadro 15. Porcentaje de Teobromina y cafeína, Relación Teobromina/Cafeína, proteína, de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa. FCP. UTEQ 2013.

Tratamientos	Código	Teobromina	Cafeína	R. T/C	Proteína
T1	DIRCYT-C 102	2.44	0.40	6,10	15,50
T2	DIRCYT-C103	2.14	0.39	5,48	14,20
T3	DIRCYT-C107	2.42	0.32	7,56	13,54
T4	DIRCYT-C114	1.85	0.53	4,49	13,05
T5	DIRCYT-C 120	2.22	0.35	6,34	14,23
T6	DIRCYT-C129	1.77	0.27	6,55	14,45
T7	DIRCYT- C225	1.96	0.32	6,12	15,33
T8	DIRCYT-C228	1.95	0.40	4,87	15,05
T9	DIRCYT-C234	2.41	0.36	6,69	14,70
T10	DIRCYT-C251	2.04	0.31	6,58	14,21
T11	DIRCYT-C238	2.12	0.36	5,88	13,41
T12	DIRCYT-C255	1.83	0.13	14,07	13,46
T13	CCN-51	1.99	0.22	9,04	13,48
T14	IMC-67 -67	2.11	0.25	8,44	14,40
T15	EET-103	2.14	0.26	8,32	14,85
	Pro	2.09	0.32	7.1	14.26
	Desv	0.21	0.09	2.31	0.75
	Mínimo	1.77	0.13	4.49	13.05
	Máximo	2.44	0.53	14.07	15.50
	Coef Variación	10.16	28.84	306.81	5,26

Para las variables de Teobromina y cafeína, muestra que la Teobromina en el T1 (DIRCYT-C102) es más alta con 2,44%, mientras que la Cafeína más alta se presenta en el T4 (DIRCYT-C114) con 0,53%, como se aprecia en la figura 2.

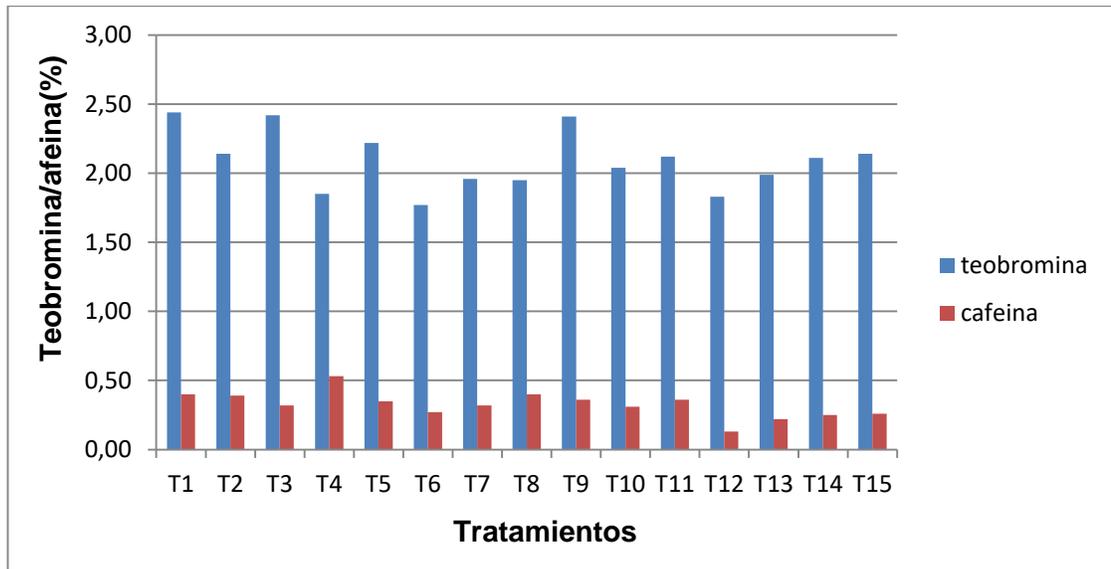


Figura 2. Análisis de Teobromina y Cafeína de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garantizan la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa. FCP. UTEQ 2013.

Comportamiento de la Relación Teobromina/Cafeína (T/C), del cacao muestra que el T12 (DIRCYT-C255) es la más alta como se muestra en la Figura 3. UTEQ. 2013. Relación T/C

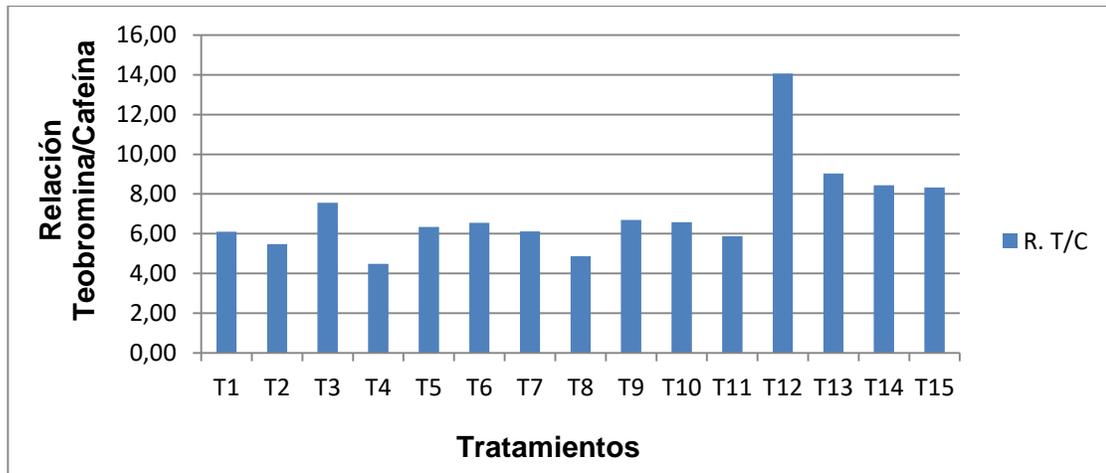


Figura 3. Relación Teobromina/Cafeína de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa. FCP. UTEQ 2013.

Para las variables de proteínas del cacao, la mayor se presentó en el T1 (DIRCYT-C102) como se aprecia en el grafico 4.

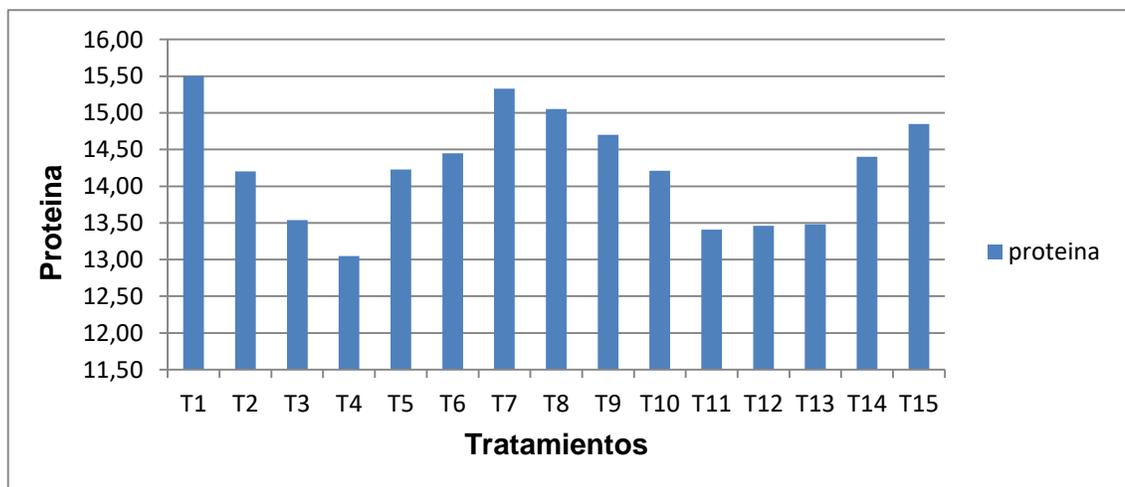


Figura 4. Análisis de Proteína en la caracterización de quince clones de cacao tipo nacional, para la obtención de pasta de cacao, UTEQ-FCP 2013.

4.2.7. Perfiles sensoriales de las muestras de cacao en estudio

En el Cuadro 16, Presenta los resultados de los perfiles de sabores de las muestras de cacao. La mayor intensidad corresponde al sabor cacao y la menor al sabor dulce. La muestra del T14 IMC-67 y T5 EET-103 (testigos) se destaca por su mayor intensidad para este atributo al compararse con el T13 CCN-51 y los, T1 (DIRCYT-C102), T2 (DIRCYT-C103), T3 DIRCYT-C107. Estas últimas exhiben las intensidades más bajas. El rango entre los valores que corresponden a T14 IMC-67 con 5.33 y T3 DIRCYT-C107 con 2.00, encierra a las demás muestras reflejando la amplia variabilidad disponible para el sabor a Cacao.

El amargor, acidez y astringencia presentan promedios de intensidad (3,27, 1,71 y 2,67) a través de muestras y se acercan al del sabor a cacao. La intensidad del sabor frutal, cual promedio a través de muestras se ubica también entre las más altas, contrarios al floral y nuez que son medianos, y el dulce que es el más bajo, es bastante notoria. La presencia del sabor dulce o acaramelado cuando está presente, aparece siempre con la nota sensorial más débil.

Las muestras del T6 (DIRCYT-C129), T10) DIRCYT-C251, T11 (DIRCYT-C238), T14 IMC-67 sobresalen la mayor intensidad del sabor frutal. La intensidad alta del sabor floral en el T4 (DIRCYT-C114) con 2,00, T7 (DIRCYT-C225) con sabor arriba a 2,33 de 4,0 es otro rasgo notorio. Mientras tanto, la intensidad del sabor a nuez igual y superior a (3) 2,33, sobresale también como un marcador importante para las muestras de los T9 (DIRCYT-C234), T6 (DIRCYT-C129), T15 EET-103. El sabor a dulce en la muestra T10 (DIRCYT-C251), T6 (DIRCYT-C129), aunque con poca intensidad, son las más altas de todas las muestras, contribuyendo así a su particularidad sensorial. Las muestras con más amargor corresponden a T2 (DIRCYT-C103) y T3 (DIRCYT-C107) y aquellas con mayor acidez a T3 (DIRCYT-C 107) y T13 CCN-51 (testigo). Las notas más astringentes están vinculadas a las muestras de T3 (DIRCYT-C107) y T2 (Diricyt-C103).

En todos los casos, las diferencias entre muestras son notorias, aunque con un mayor número de replicaciones podrían haberse revelado como tales. El sabor verde o crudo, usualmente es un defecto de fermentación antes que una expresión genética, presentan diferencias entre muestras.

La posible presencia de diferencias en los perfiles de sabor entre los cacaos, es una hipótesis surgida a la luz de las diferencias genéticas encontradas entre accesiones individuales y poblaciones de huertas cacaoteras tradicionales (Loor, 2002).

Puesto que la expresión sensorial del cacao contiene un fuerte componente genético (Cros, 2004),

Este puede traducirse en diferencias entre perfiles sensoriales de muestras de distintos orígenes, (Cedeño, 2010), expresiones que además son modificadas por la interacción genotipo por ambiente.

Cuadro 16. Perfil de sabores de las muestras en estudios de 15 clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa. FCP. UTEQ 2013.

Tratamientos	código	Sabores de (0-5)								Defectos	
		cacao	floral	frutal	nuez	dulce	amargo	acidez	astringencia	verde	moho
T1	DIRCYT-C102	2,33	0,00	1,67	0,33	0,67	4,33	2,33	3,00	1,33	1,00
T2	DIRCYT-C103	2,67	0,00	1,00	0,00	0,00	5,33	1,67	5,00	2,67	0,33
T3	DIRCYT-C107	2,00	0,00	0,33	0,67	0,00	5,00	3,33	5,33	3,00	0,00
T4	DIRCYT-C114	3,33	2,00	2,00	0,33	0,33	3,33	1,00	2,00	0,67	0,00
T5	DIRCYT-C120	4,00	0,33	2,67	1,00	0,00	3,33	2,00	3,33	0,33	0,00
T6	DIRCYT-C129	4,33	0,00	4,33	2,00	1,33	1,67	1,67	1,33	2,00	0,25
T7	DIRCYT-C225	4,25	0,25	4,50	1,50	1,00	2,00	1,25	1,50	0,00	0,00
T8	DIRCYT-C228	4,00	0,00	2,67	1,67	0,67	4,00	1,33	3,00	1,33	0,00
T9	DIRCYT-C234	4,00	0,33	2,33	0,67	0,33	4,33	0,67	3,00	0,67	0,00
T10	DIRCYT-C251	4,00	0,33	3,33	1,33	1,33	1,67	1,00	0,33	0,00	0,00
T11	DIRCYT-C238	3,33	0,67	3,00	1,33	0,00	3,00	1,00	2,33	0,00	0,33
T12	DIRCYT-C255	4,00	0,33	2,00	1,00	0,33	2,67	2,00	2,00	0,33	0,00
T13	CCN-51	2,67	0,00	0,67	0,67	1,33	2,67	3,33	3,33	2,00	0,00
T14	IMC-67 -67	5,33	1,33	3,67	2,33	0,67	2,00	0,67	2,67	0,00	0,00
T15	EET-103	3,58	0,53	2,38	1,07	0,53	3,27	1,71	2,69	0,82	0,11
	Promedio	3,58	0,53	2,36	1,07	0,53	3,27	1,71	2,69	0,82	0,11

En la Figura 5, se muestran los resultados del ACP (Análisis de Componentes Principales), mediante el cual distribuye sobre el plano definido con relación a los porcentajes de Teobromina, Cafeína, Proteína y los perfiles del sabor a cacao y otros.

Los tratamientos T6 (DIRCYT-C129), T10 (DIRCYT-C251), T14 IMC-67 , T11 (DIRCYT-C238), T15 EET-103 (testigo), T12 (DIRCYT-C255), T7 (DIRCYT-C225), T5 (DIRCYT-C120), T8 (DIRCYT-C228), se agrupan en el perfil sabor frutal, sin embargo se observa matices interesantes de sabores especiales, característicos de una almendra adecuada para la industria chocolatera, como el floral, cacao, dulce y nuez. Mientras que T13 CCN-51 y T3 (DIRCYT-C107), tienen considerable intensidad de un gusto astringente. Los clones T2 (DIRCYT-C103), T1 (DIRCYT-C102), T9 (DIRCYT-C234) presentan una intensidad de acidez, moho, amargor y verde y un alto nivel de teobromina y con niveles de intensidad a cafeína, siendo estas características negativas.

Las diferencias en la calidad de la fermentación podrían explicar las correlaciones positivas entre el sabor a cacao con floral, frutal y nuez. Las muestras mejor fermentadas desarrollan no solo una expresión más intensa del sabor a cacao sino también notas sensoriales aromáticas típicas de los cacaos finos o de aroma, cuando estas son partes integrales de su base genética. La correlaciones negativas del sabor a cacao con el amargor, acidez y astringencia, son consecuencia de la mala calidad de la fermentación que estimula la expresión de estos últimos, atenuando la expresión del sabor a cacao y de otros aromas de interés, en mayor o menor medida. Por el contrario, las correlaciones negativas entre el amargor y aquellas notas sensoriales asociadas a los cacaos finos, confirman que la fermentación fue insuficiente, limitando el desarrollo de la expresión de estos últimos. La misma explicación sirve para demostrar la relación inversa entre la acidez y la astringencia con los sabores floral y frutal, (Zolorzano 2001).

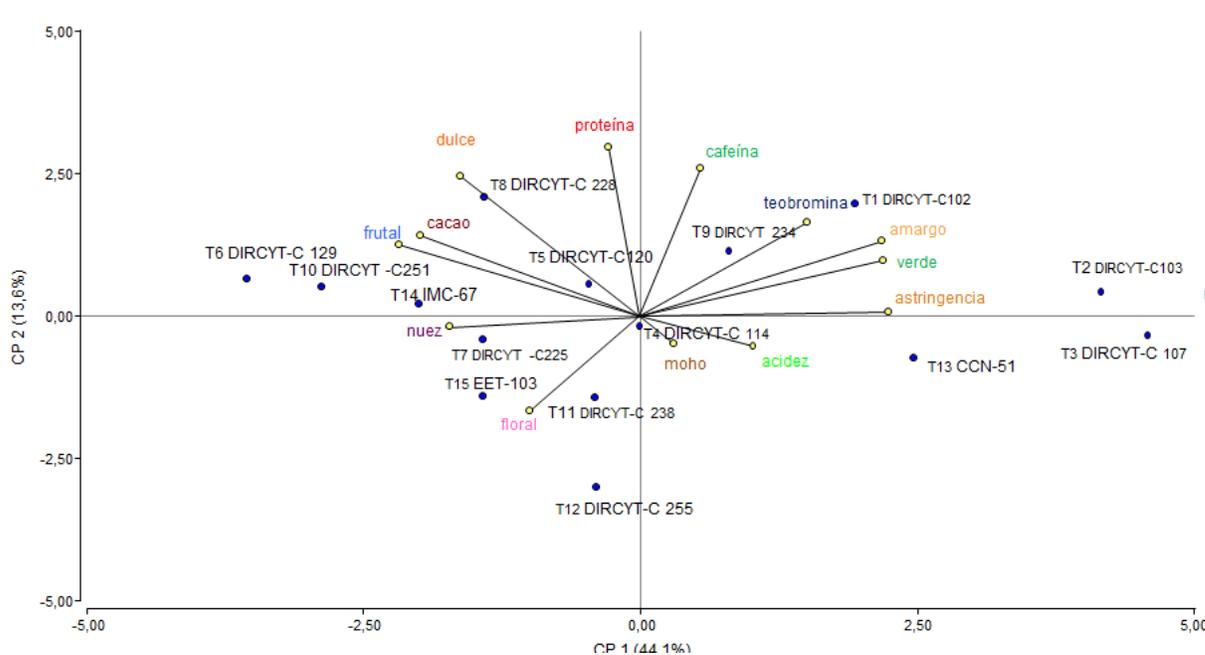


Figura 5. Análisis de componentes principales el cual se distribuye sobre el plano con relación a los porcentajes de teobromina, cafeína, proteína y los perfiles del sabor a cacao de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garantizan la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa. FCP. UTEQ 2013.

3.1. Análisis de Regresión y Correlación

En el figura 6, se presentan los coeficientes de regresión y correlación entre las variables físicas y químicas de 15 clones más tres T15 EET-103, T13 CCN-51, T14 IMC-67 (testigos) en la Finca Experimental “La Represa”, del 2013.

La figura (6) muestra la regresión lineal entre el contenido de Relación Teobromina/cafeína y Peso fresco, se puede observar una regresión lineal positiva con un coeficiente de correlación de 9,702%.

Esta correlación significativa fue entre el porcentaje de Relación Teobromina/Cafeína y Peso fresco de la almendra con un coeficiente de determinación ($r^2 = 0,5299$), esto significa que las variables están estrechamente relacionadas en un 52,99%, indicando que mientras aumenta el peso fresco, aumenta la relación teobromina/cafeína.

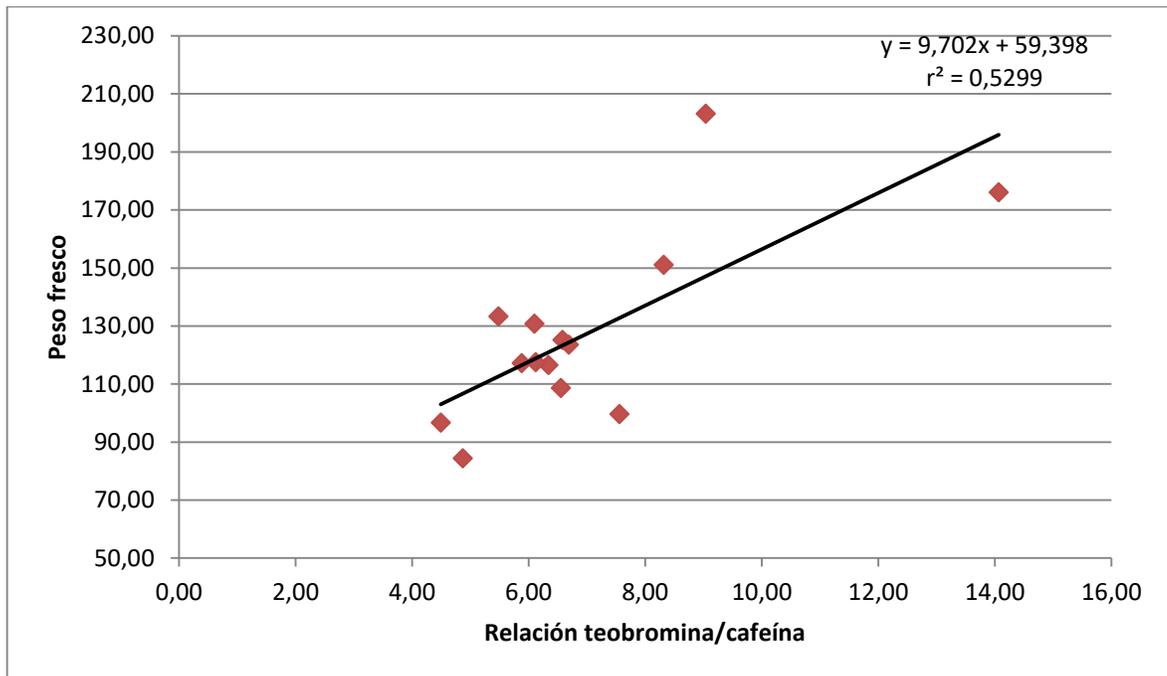


Figura. (6) Regresión y correlación entre Relación Peso fresco y la Relación teobromina/Cafeína de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, FCP. UTEQ 2013.

La figura (7) muestra la regresión lineal entre el contenido de cafeína y cotiledón, se puede observar una regresión lineal con tendencia negativa de -6.732

En esta figura (Ver Cuadro 17.). Se presentan una correlación negativa significativa entre los porcentajes de cafeína y de cotiledón, con un coeficiente de determinación ($r^2 = -0,7711$), esto significa que las variables están estrechamente relacionadas en un 77,11%, indicando que son inversamente proporcional entre el porcentaje de cotiledón, y el porcentaje de cafeína.

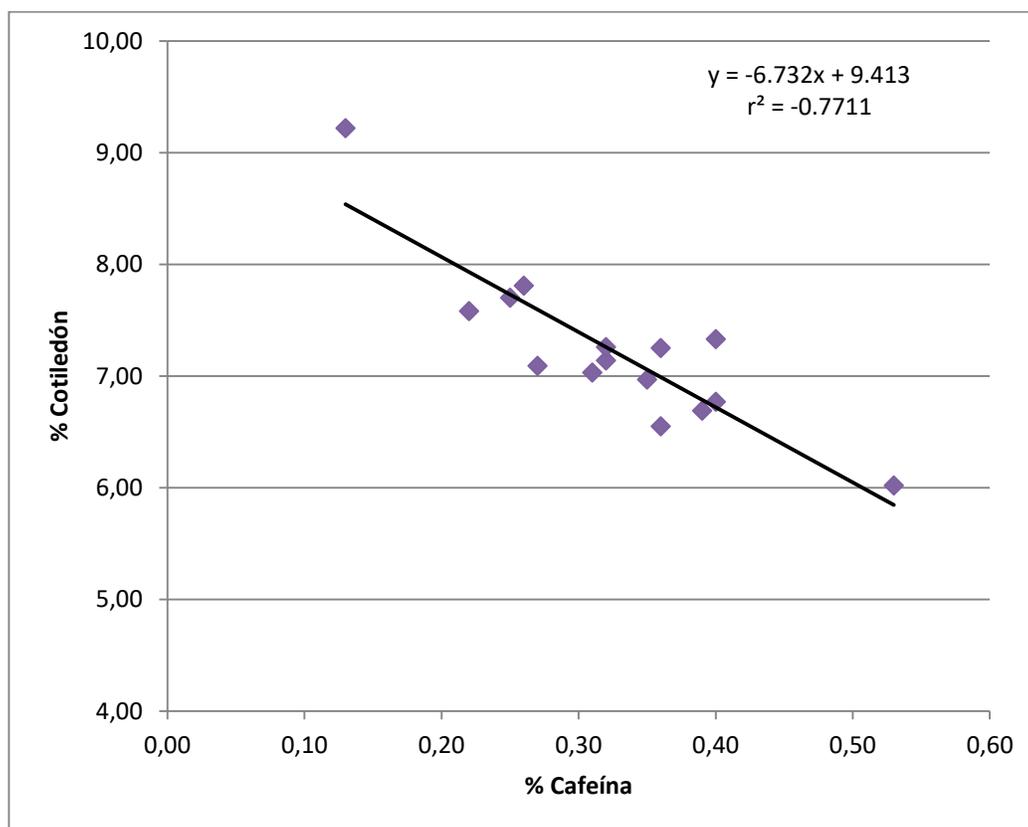


Figura. (7) Regresión y correlación entre el porcentaje de cafeína y porcentaje de cotiledón de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, FCP. UTEQ 2013.

La figura (8) muestra la regresión lineal entre la el contenido de Relación Teobromina/ Cafeína y Cotiledón, se puede observar una regresión lineal positiva de 0, 2929.

Se observa entre una correlación significativa entre Relación Teobromina/Cafeína y porcentaje de cotiledón, con un coeficiente de determinación ($r^2 = 0,892$), cual indica que el modelo lineal esta entre un 89,2%, es decir ambas variables son directamente proporcionales. (Figura 9) (Ver Cuadro 17.).

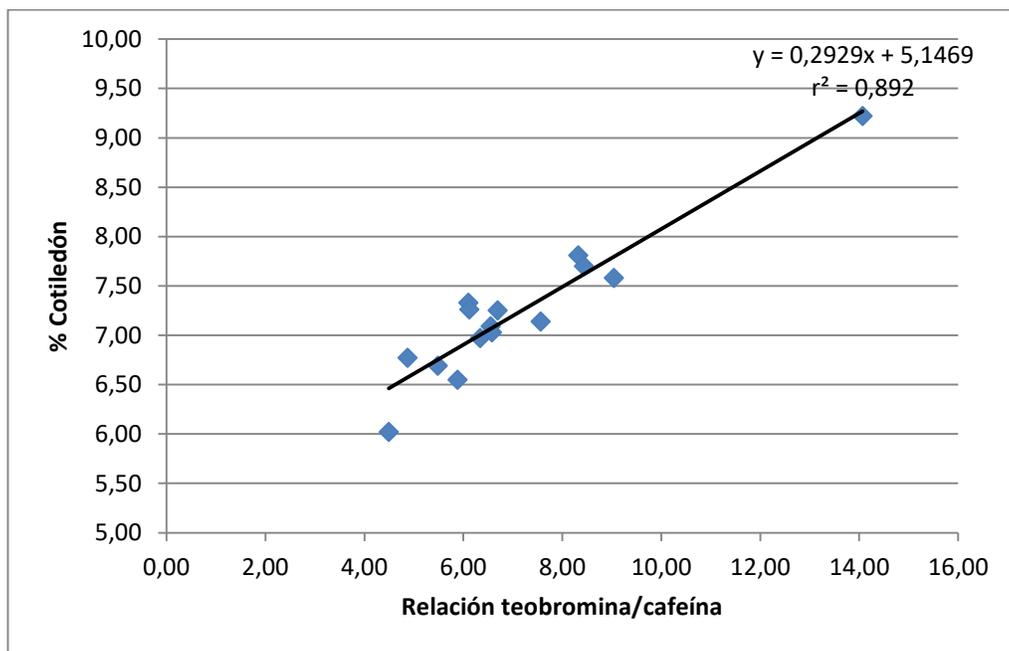


Figura. (8) Regresión y correlación entre la relación teobromina/cafeína y porcentaje de cotiledón, de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garantizan la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, FCP. UTEQ 2013.

La figura (9) muestra la regresión lineal negativa (-0,0355) entre el contenido de Relación Teobromina/cafeína y cafeína.

En la figura se presenta una correlación significativa entre Relación teobromina/Cafeína y cafeína, con un coeficiente de determinación ($r^2 = 0,7686\%$), esto significa que las variables están estrechamente relacionadas en un 76,86%, lo que indica que a más Relación teobromina/Cafeína, mayor es el porcentaje de cafeína.

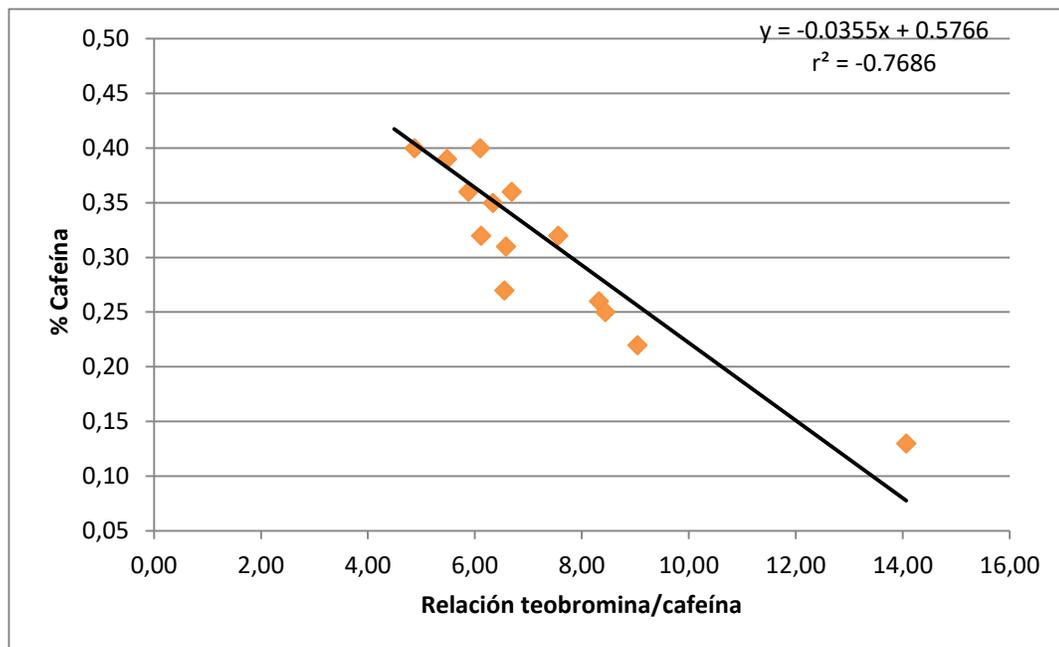


Figura. (9) Regresión y correlación entre la relación teobromina/cafeína y porcentaje de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, FCP. UTEQ 2013.

En esta figura se presentan una asociación altamente significativa fue entre peso fresco y porcentaje de cafeína ($r^2 = 0.512$), lo cual indica que el modelo lineal negativo esta entre un 51.2 % es decir ambas variables están inversamente proporcional (Ver Cuadro 17.).

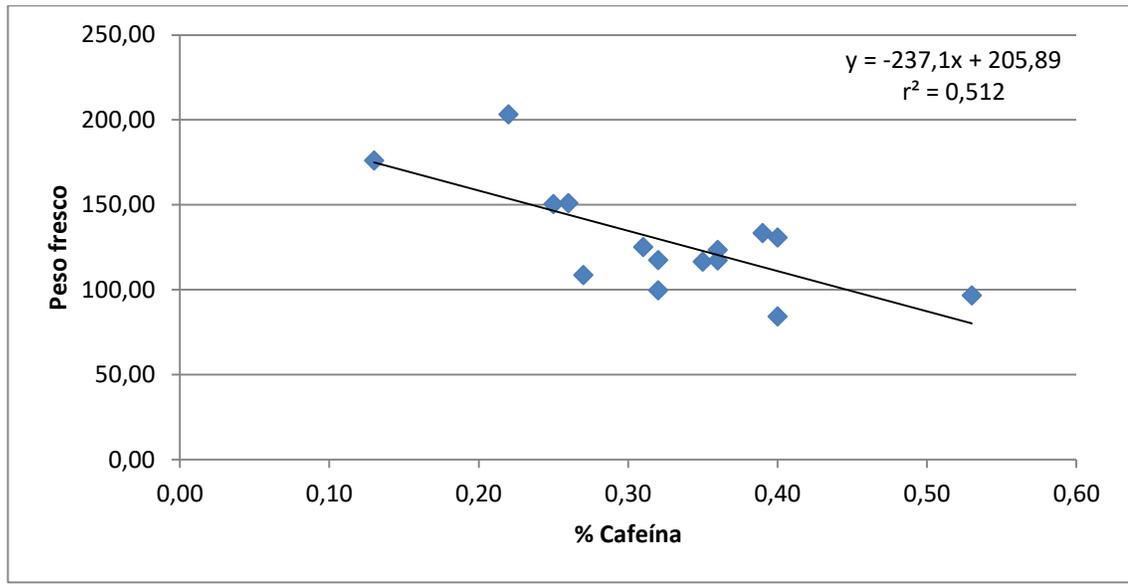
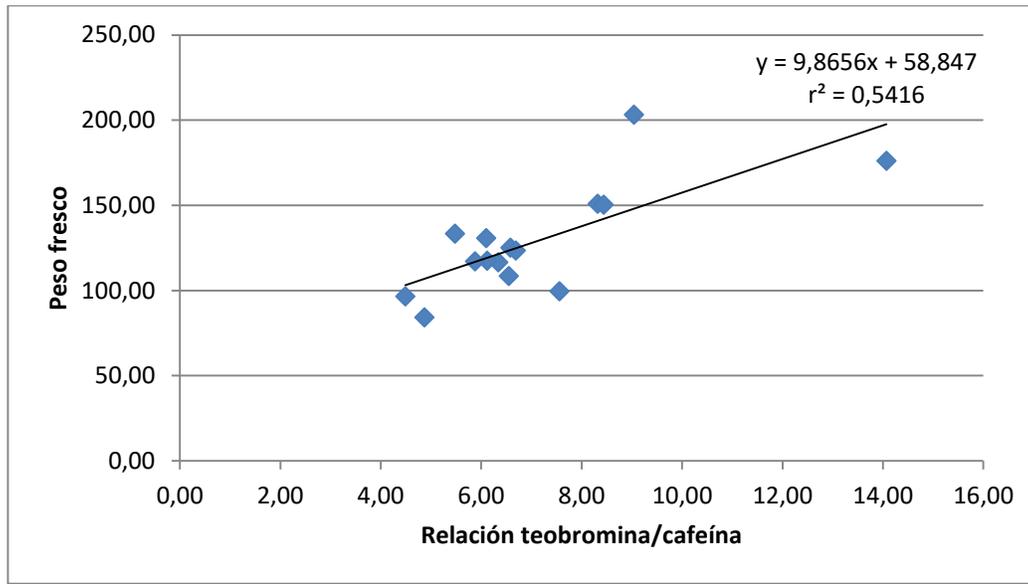


Figura. (10) Regresión y correlación entre el peso fresco y porcentaje de cafeína de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, FCP. UTEQ 2013.

En la siguiente figura se presentan una asociación altamente significativa fue entre peso fresco y la relación teobromina/cafeína ($r^2 = 0.5416$), lo cual indica una tendencia lineal positiva con coeficiente de determinación de 54.16%, es decir ambas variables están directamente proporcional (Figura 11).



(Figura 11). Regresión y correlación entre el peso fresco y relación teobromina/cafeína de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garanticen la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, FCP. UTEQ 2013.

En la siguiente figura se presentan una correlación significativa entre el número de almendras y la relación teobromina/cafeína ($r^2 = 0.5005$), indicando una tendencia lineal positiva con una determinación de 50.00% que ambas variables dependen una de otra. (Ver Cuadro 17.)

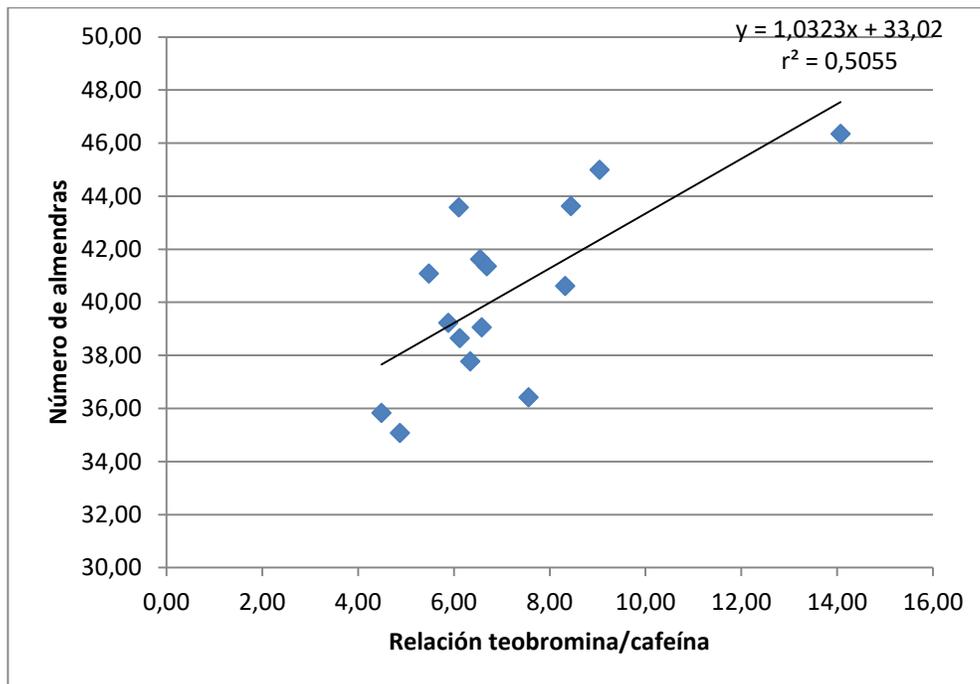


Figura 12. Regresión y correlación entre el número de almendras y relación teobromina/cafeína de quince clones de cacao Tipo Nacional, con técnicas adecuadas que garantizan la obtención o pasta de cacao Fca. La Represa, FCP. UTEQ 2013.

Se registraron significancias medianas asociaciones entre, peso seco, peso de mazorca ($r^2 = 0.4538$), Peso de cien semillas con Índice de semilla ($r^2 = 0.4633$), acidez de cotiledón con acidez de testa $r^2 = 0.413$), relación teobromina/cafeína con energía ($r^2 = 0.3814$) (Ver Cuadro 17.).

Cuadro 17. Matriz de correlación entre las variables fisiológicas de la mazorca, calidad física, químicas evaluadas de quince clones seleccionados de Cacao. En la finca La Represa. UTEQ.2013

VARIABLES	P.M	P.F	N° AL	P.S	I. S	I. M	P. 100 S	% TS	% CT	ACI. TS	ACI. CT	H	G	E	C	T	CAF	R. T/C	
P.M	b	641.070																	
	r2	0.063																	
P.F	b	190.270	137.9																
	r2	0.5435**	0.0205																
N° AL	b	11.342	-88.389	39.354															
	r2	0.157	0.3838	0.0191															
P.S	b	399.180	89.168	37.191	840.94														
	r2	0.4538*	0.3756	0.1795	0.000														
I. S	b	130.970	19.063	35.903	-63.789	1.3837													
	r2	0.348	0.3498	0.0434	0.1413	0.0287													
I. M	b	777.100	176.92	43.152	1537.2	1.6627	18.414												
	r2	0.310	0.2947	0.0758	0.3812	0.3224	0.0515												
P. 100 S	b	278.730	71.609	40.736	59.794	0.5796	37.022	140.77											
	r2	0.232	0.142	0.0005	0.1568	0.4633*	0.1596	0.0058											
% TS	b	588.530	135.43	40.339	706.79	1.3435	24.308	128.21	13.826										
	r2	0.005	0.0248	0.000	0.0575	0.0141	0.0528	0.0496	0.0316										
% CT	b	527.220	100.98	40.409	1382.8	1.1605	11.823	171.98	100	86.174									
	r2	0.005	0.0248	0.000	0.0575	0.0141	0.0528	0.0496	0.000	0.0316									
ACI. TS	b	343.540	161	42.58	1146	1.3758	24.513	123.58	4.68	95.32	5.9119								
	r2	0.036	0.0113	0.0041	0.0064	0.001	0.0012	0.0023	0.0106	0.0106	0.1041								
ACI. CT	b	490.420	195.87	33.594	634.88	1.4501	39.707	190.79	-40.088	140.09	-0.5	5.5664							
	r2	0.002	0.0174	0.0134	0.0009	0.0016	0.0199	0.0142	0.0649	0.0649	0.413*	0.1274							
H	b	875.720	222.59	48.122	1740.1	1.3684	23.555	106.57	-6.0129	106.01	5.5184	5.1578	6.3426						
	r2	0.063	0.1024	0.0532	0.0577	0.0008	0.0005	0.013	0.0348	0.0348	0.0178	0.0392	0.0116						
G	b	407.370	94.887	42.197	212.7	1.1272	28.436	115.87	21.278	78.722	6.4001	5.7997	7.7054	32.344					
	r2	0.078	0.0518	0.0115	0.1045	0.0297	0.0306	0.0236	0.0012	0.0012	0.0004	0.0002	0.1338	0.0139					
E	b	556.260	184.22	49.019	1435.4	1.7354	17.127	131.97	14.297	85.703	4.9653	5.7642	5.7918	20.617	6.9825				
	r2	0.001	0.0574	0.1065	0.0409	0.0687	0.0071	0.0005	0.0019	0.0019	0.0802	0.0005	0.046	0.046	0.0198				
C	b	616.620	163.1	42.817	1153	1.3869	19.07	151.59	21.65	78.35	5.7107	5.6083	3.3014	32.215	6.5179	3.4437			
	r2	0.008	0.0957	0.0376	0.0501	0.010	0.011	0.0232	0.0029	0.0029	0.0729	0.0287	0.0004	0.0037	0.0042	0.0006			
T	b	300.960	157.06	41.739	302.32	0.9542	56.833	83.986	-19.44	7.8143	4.4228	5.2379	4.9583	24.842	4.5881	0.4092	2.217		
	r2	0.052	0.0085	0.0018	0.0185	0.0349	0.3111	0.0612	0.2139	0.0069	0.2357	0.0686	0.1142	0.0149	0.125	0.1909	0.1067		
CAF	b	775.900	205.89	48.4	1516.6	1.539	15.115	165.76	17.127	9.413	6.0692	5.8944	6.1267	27.832	5.548	2.8239	1.9363	0.4275	
	r2	0.219	0.512**	0.4771**	0.2449	0.1182	0.0961	0.1532	0.0038	0.7711**	0.037	0.0081	0.0523	0.0299	0.3054	0.0722	0.0449	0.377	
R.T/C	b	444.120	58.847	33.02	314.94	1.1364	30.656	118.63	19.271	5.1469	6.6855	5.8328	6.7552	35.072	7.8898	4.1678	2.2059	0.5766	4.9683
	r2	0.124	0.5416**	0.5055**	0.1816	0.0848	0.1993	0.0728	0.0002	0.892**	0.0807	0.0002	0.0344	0.0773	0.3814*	0.0943	0.0301	0.7686**	0.2655

< 0.36= NO SIGNIFICATIVO (NS)

0.381 - 0.486 = SIGNIFICATIVO (*)

> 0.487 -1.00= ALTAMENTE SIGNIFICATIVO (**)

P.M Peso de mazorca
P.F Peso fresco
N° AI Numero de almendra
PS Peso seco

IM Índice Mazorca
P100S Peso 100 Semillas
%TS Porcentaje Testa
%CT Porcentaje Cotiledón

H Humedad
G Grasa
E Energía

CAF Cafeína
R.T/C Relación Teobromina/Cafeína
AC.CT Acidez Cotiledón
T Teobromina

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados encontrados se plantean las siguientes conclusiones:

1. Se detectó una amplia variabilidad entre los tratamientos estudiados para todas las variables utilizadas en la caracterización físico-químico y sensorial de quince clones tipos nacionales para la obtención de pasta de cacao.
2. No se observan diferencias estadísticamente significativas en el pH, humedad, índice de mazorca, peso de 100 semillas, %testa, %cotiledón, Acidez testa, Acidez cotiledón entre los genotipos estudiados. Sin embargo para las variables temperatura, pH, humedad, índice de mazorca, peso 100 semillas, porcentaje testa, porcentaje cotiledón, acidez testa, acidez cotiledón las diferencias fueron significativas.
3. Un aspecto importante es que uno de los clones como el T2 (DIRCYT-C103) superó el índice de semilla con 1,65%, al T15 EET-103 y T13 CCN-51 (testigos) con 1,55 y 1,62 por ciento.
4. Los clones que presentaron mayor intensidad de sabor floral, frutal, cacao y dulce fueron los T7 (DYRCYT-C225), T10 (DYRCYT-C251), T8 (DYRCYT-C228), T5 (DYRCYT-C120), T14 IMC-67 y con sabor nuez el T15 EET-103, T11 (DYRCYT-C238), T12 (DYRCYT-C255), T6 (DYRCYT-C129) y el T4 (DYRCYT-C114). Estos materiales presentan atributos deseables para la industria chocolatera Nacional. La cual se acepta la hipótesis alternativa. Y los que se caracterizaron por tener una astringencia y amargor fueron los T1 (DYRCYT-C102), T2 (DYRCYT-C103), T9 (DYRCYT-C234), T13 CCN-51 (testigo), T3 (DYRCYT-C107), por lo tanto estos clones no son cacaos finos, pertenece a los cacaos corrientes con genética de Forastero.

5.2. RECOMENDACIÓN

- Se recomienda profundizar los análisis físicos, químicos y sensoriales del cacao estudiados para seguir desarrollando el potencial de los clones seleccionados, en una nueva investigación, ya que es un paso necesario para explorar su contribución a la calidad comercial de las almendras.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

6.1. LITERATURA CITAD

Amores, F. 2004. Cacaos finos y ordinarios. In Taller Internacional de Calidad Integral de cacao Teoría y Práctica (15 - 17 nov. / 2004). Memorias INIAP. Quevedo, Ecuador.

Armijos, 2002. *Características de acidez como parametro quimico de calidad en muetra de cacao (theobroma cacaoL.) fino y ordinario de produccion Nacional durante la fermentaciontesi*, (pág. 103 p.). Quito, Ecuador,: Tesis Lic. En Quimica,Pontificia Universidad Catolica.

Amores, Freddy, Suárez Carmen y Garzón Iván 2010. «Produccion Intensiva de Cacao Nacional con Sabor "Arriba": Tecnologia, Presupuesto y Rentabilidad.» *Manual tecnico N° 82*, 94-95.

Amarilla 2011. *Estudio de productividad, sanidad y perfiles organolepticos de clones Internacionales de cacao (Theobroma cacao L.) introducidos en la zona de Quevedo. Tesis ing. Agro. Uevedo, Ecuador. Universidad Tecnica Estatal de Quevedo.*

Anecacao. 2009. Definición de conceptos de la NTE-INEN-176 (en línea). Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (Ecuador). Consultado el 29 de agosto del 2009. Disponible en: <http://www.anecacao.com/Descargas/NTE-INEN-176.pdf>

Anecacao, 2004. Origen del cacao en el Ecuador. Características de los cacaos Finos y Ordinarios. Consultado el 15 de junio del 2005. Disponible en Www. Anecacao.com. Guayaquil – EC. 7 p.

- Ayestas. (nobiembre 2009.) Caracterizacion morfologica de cien arboles promisorios de *Theobroma cacao* L. En Waslala, Raan, Nicaragua Tesis Ing Agronomo, Agronomo, Waslala, Nicaragua, Universidad Nacional
- Álvarez, C.; E. Pérez y M. Lares. 2007. Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua. *Agronomía Trop.* 57 (4): 249-256.
- Braudeau, J. 2001, El cacao. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona, España. Editorial Blumé. 297 p.
- Braudeau, J. 1970. El Cacao, Traducido por A. Hernández C., Barcelona, España Editorial Blumé, 185 - 234 p.
- Braudeau, J. 1970. Cacao. Técnicas agrícolas y producciones. Barcelona-España. P 299.
- Braudeau, J. 1970. El cacao. Traducido por Hernández C. Editorial Blume, Barcelona ES. 283. p.
- Baños 2010, " Evaluación de 61 progenies Híbridas de cacao en base de las características Organolépticas", Quevedo, Ecuador,
- Biehl, B. 1982. Biochemistry of chocolate flavour precursors. In International cocoa research conference, (England), Vol. 12, 929 p.
- Cabrera, A. Noviembre, 2005. Informe Sobre el Cacao Arriba de Ecuador. Taller Técnico: El uso de indicaciones geográficas, denominaciones de origen o marcas colectivas para promover el biocomercio.
- Campi 2013. Caracterización fenotípica de 49 accesiones clónales de cacao (*theobroma cacao* L.) para desarrollar su capacidad de uso. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo

- Calderón, L. 2002. Evaluación de los compuestos fenólicos del cacao (*Theobroma cacao* L.) de tipo fino y ordinario de producción Nacional durante la fermentación en relación con la calidad. Tesis Lic. en Química, Quito Ecuador, Pontificia Universidad Católica.
- Calderón, D. 2004. Caracterización y evaluación de accesiones de cacao Amazónico con énfasis en su comportamiento sanitario y productivo. Tesis de grado Facultad de Ingeniería Agronómica. Babahoyo, Los Ríos. Universidad Técnica de Babahoyo 1, 27, 29 p.
- Cedeño, Paul, (2010). Determinación de perfiles organolépticos en ocho grupos de cacao mediante la degustación de licor de cacao y chocolates oscuros elaborados artesanalmente. Tesis Ing. Agroindustrial. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Manabí Ecuador.
- Crespo y Crespo, E. 1997. Cultivo y Beneficio del cacao CCN-51 Editor. El Conejo. Quito. Ecuador. 133p.
- Corven, J. 1993. Manual para análisis de cacao en laboratorio. (En línea). San José, costa rica. IICA. Consultado el 05 de septiembre del 2012. P 13. Disponible en. <http://books.google.com.ec/books?id=jFcHyoSu1FYC&pg=PA13&lpg=PA13&dq=prueba+de+corte+de+almendras>.
- Cros, E. 2004. Factores que afectan el desarrollo del sabor a cacao bases bioquímicas del perfil aromático. Memoria. Taller Internacional calidad Integral del cacao: Teoría y Práctica INIAP / EET-P Quevedo, Ecuador.
- Collado. *Levadura y la fermentacion alcoholica*. 2001.
- <http://www.verema.com/articulos/500449-levaduras-fermentacion-alcoholica-ii> (último acceso: 20 de 12 de 2012).

- Covenin.1998. Norma venezolana N° 50. Granos de cacao. Prueba del Corte (Revisión final). Fondonorma, Caracas. 6 p.
- Cubero, EM.; Enríquez, G.; Hernández, A. y Rodríguez, T. 1993. Indicadores químicos de la fermentación del cacao seco en grano en Costa Rica, In Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, (11, 1993 Coted' Ivoire) Memorias, Lagos, Nigeria, Cocoa Producer's Alliance. 723 726 p.
- Enríquez, Gustavo A. «Cacao Organico.» *Guia para productores ecuatorinos*, 2008: 278. Farinez. 2008. (último acceso: 25 de 03 de 2013).
- Enríquez, 2004. Cacao orgánico, guía para productores ecuatorianos. INIAP. Manual No. 54. Quito EC. p. 39 294.
- Enciclopedia, (Práctica de la Agricultura Y Ganadería), 2000. Océano Centrum. p 725.
- Enjundia, S. Verdecito, A. R. 2001. Tesis de “Estudio de algunas características físicas en almendras de cacao que se comercializan en la zona de Quevedo”. Tesis Tinglo. Quevedo-EC. Universidad Técnica Estatal de Quevedo UTEQ. p 4.
- El Agro, 2004. Cacao Ecuatoriano. Edición 91. Guayaquil – Ecuador. P.7-11.
- FAO. 2000. Inocuidad y Calidad de los alimentos en relación con la agricultura orgánica, 22º Conferencia Regional de la FAO para Europa, oporto Portugal. Consultado el 30 de septiembre del 2005 disponible en www.fao.org/docrep/meeting/x49835.htm
- Flores. 2011. Evaluación y selección de árboles élites como una alternativa al fortalecimiento de la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la finca experimental “la represa”. Tesis Ing. Quevedo-Ecuador. Universidad técnica estatal de Quevedo

- Fundacyt, 2002. (Fundación de Ciencia y tecnología), 2002. Cacao.
Consultado el 08/07/2013. Disponible en internet en www.cacao.Fundacite.Arg.gov.ve/
- Graziani, L. F. 2003. Calidad del cacao, Memorias del Primer Congreso Venezolano del Cacao y su Industria, Instituto de Química y Tecnología, Facultad de Agronomía. UCV. Consultado el 18 de Enero del 2005 disponible en www.Cacao.sian.info.ve/memorias/html/18html
- Graziani de Fariñas, L.: L. Ortiz, N. Álvarez y A. Trujillo de Leal. 2003. Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de Madera. *Agronomía Trop.* 53 (2): 175-187.
Comisión Venezolana de Normas Industriales.
- González, Flecha. Et. al. (1999). Molecular characterization of the glycated plasma membrane calcium. *J Membrane Biol*, p. 25-34.
- González, K. y Ruiz, J., 2009. Tesis de Economista con mención en gestión empresarial Especialización: FINANZAS "Valoración económica y financiera de la sustitución de cultivos de cacao nacional Theobroma cacao I. Por un tipo de clon de cacao Denominado CCN-51. Caso finca San miguel" Escuela Politécnica del Litoral, Guayaquil – Ecuador.
- Guamán, P. Consuelo. 2007 Tesis: "Estudio de factibilidad para el cultivo de cacao 51 en la Parroquia Cristóbal Colon de la Ciudad de Santo Domingo de los Tsachila y su comercialización " Escuela Politécnica Nacional. Quito-Ecuador
- Hasing, M.E. 2004. Estudio de la variación en los contenidos de polifenoles y alcaloides, en almendras de cacao por efectos de los procesos de fermentación y tostado. Tesis de doctorado en Bioquímica y Farmacia, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba – EC. 129 p.

Hardy, F. 1961. Manual de Cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba C R. 439 p.

Hardy. 1961 «Bioquímica del cacao.» En *Manual del cacao*, 387-388. Quevedo: INIAP

Hardley, R. L. 2003. Moisture and total solids Analysis. In: Nielsen S Seditorial. food. Analisis. 3ra ed. Hardcover, USA: Springer:119-40p

Hernandez. *Fermentación del cacao*. 2010.

<http://es.scribd.com/doc/36927262/modulo-tecnologia-del-cacao> (último acceso: 15 de 03 de 2013).

InfoStat (2002). InfoStat, versión 1.1 Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición Brujas Argentina.

Infoagro, (Información Agropecuaria), 2001. herbáceos Industrias. Cacao. Morfología y taxonomía. Consultado el 08/07/2013.

INEN, 2006. Instituto ecuatoriano de Normalización, Cacao en grano. Requisitos. Norma técnica ecuatoriana (NTE). Cuarta Revisión, 26 / 07 / 2006. Quito – Ec. 8 p.
INIAP/APROCAFA/CORPEI, 2006. Reporte final del proyecto:

Comportamiento del perfil organoléptico de los cacaos CCN51 y Nacional en respuesta a la introducción del presecado de las almendras en el protocolo de fermentación. Estación Experimental Tropical Pichilingue. INIAP. 67 p.

Jiménez 2003. Prácticas del Beneficio del cacao y su calidad organoléptica. Mimeografiado, Quevedo EC. 16 p.

Jiménez, Juan, 2000 «Efecto de dos métodos de fermentación sobre la calidad de tres grupos de cacao Teobromina cacao L. cultivado en la zona de Quevedo provincia de los Ríos .» *Tesis Ing. Agr. Universidad de Bolívar – Ecuador* : p. 20

- Lemus, M.; L. Graziani de Fariñas, L. Ortiz de Bertorelli y A. Trujillo de Leal. 2002. Efecto del mezclado de cacaos tipos criollo y forastero de la localidad de Cumboto sobre algunas características físicas de los granos durante la fermentación. *Agronomía Trop.* 52 (1): 45-58.
- Liendo, Rigel J. 2003. Origen del aroma del Cacao. *Revista Digital CENIAP HOY* No. 1, enero abril 2003. Maracay, Aragua, Venezuela. Consultado el 28 de Agosto del 2005. Disponible en www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n1/texto/rliendo.htm
- López B., O. 1984. Herencia de los caracteres de la semilla de cacao (*Theobroma cacao*, L.). Tesis Ms. Sc. Turrialba Costa Rica. IICA 74 p.
- Loor, R. (2002) "Caracterización Morfológica y Molecular De 37 Clones De cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional de Ecuador P 8-96
- Loyola, M. Karen. 2001 Tesis: "Análisis estadísticos de la producción de cacao en el Ecuador" Escuela Politécnica del Litoral. Guayaquil - Ecuador.
- Moreira, D. M. 1994. La Calidad del Cacao, *Revista INIAP* No 4: 24 –26 p.
- Montoya, BJ. 2010. Comparación de un grupo de clones de Cacao Tipo Nacional vs el CCN-51 bajo condiciones de secado en la zona de Quevedo. Tesis Ing. Agr. Guayas, EC Universidad Agraria del Ecuador.
- Muños, M .2010 Valor Nutritivo de los Alimentos de mayor consumo Edición Internacional.
- COVENIN.1998. Norma venezolana N° 50. Granos de cacao. Prueba del Corte (Revisión final). Fondo Norma, Caracas. 6 p
- Pastorelly, D. M. 1992. Evaluación de algunas características del cacao tipo Nacional de la colección de la zona de Tenguel, Tesis Ing. Agr. Guayaquil Ecuador. Universidad Agraria del Ecuador, 114 p.

- Palacios, A. 2008. "Establecimientos de Parámetros (Físicos, Químicos y Organolépticos) para diferenciar y valorizar el cacao (theobroma cacao L.) Producido en dos zonas identificadas al norte y sur del litoral ecuatoriano".
- Palencia, G.E. y Mejía, L.A., 2000, "Manejo integrado del cultivo del cacao", Editorial Litografía y Topografía La BASTILLA Ltda., Bucaramanga, Colombia, pp. 12, 20, 21.
- Perea, J. 2011. Caracterización y Cuantificación de las principales proteínas presentes en los granos de cacao (Theobroma cacao L.) Cuba, Eventos: I En cuanto Latinoamericano sobre Cacao y Chocolatería.
- Perea et al., 2011. Características Físicas Químicas de materiales Regionales de Cacao Colombiano. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol. N° 1 (35-42) Enero-Junio 2011.
- Pérez, R. 2006. «Programa de capacitación en la cadena del cacao. modulo postcosecha del cacao unidad 5.» *La calidad del cacao en grano*, p. 4.
- Pinto, J. y Álvarez, C. 2001. Comparación de parámetros físico-químicos de granos tostados de cacao (Theobroma cacao L.) de dos zonas del Estado Aragua, Memorias del primer Congreso Venezolano del Cacao y su Industria, disponible en www.Cacao.sian.info.ve/memorias/html/18html.
- Pons, J.C. y Sivardiere, P. 2002. Manual de capacitación; Certificación de calidad de los alimentos orientada a sellos de atributos de valor en países de América Latina. Consultado el 28 de Noviembre del 2005 disponible en www.fao.org/foro/alimentos
- Pons, J.C. y Sivardiere, P. 2002. Manual de capacitación; Certificación de calidad de los alimentos orientada a sellos de atributos de valor en países de América Latina. Consultado el 28 de Noviembre del 2005 disponible en www.fao.org/foro/alimentos

- Plua, C. 2008 “Diseño de una Línea Procesadora de Pasta de Cacao Artesanal”
Escuela Superior politécnica del Litoral. Tesis de Grado para Ingenieros
en Alimentos. Guayaquil- Ecuador. 2008.
- Quiroz 2004. Influencia de la agronomía y cosecha sobre la calidad del cacao. In
Taller Internacional de Calidad Integral de cacao Teoría y Práctica (15 17
nov. / 2004, Quevedo – Ecuador). Memorias INIAP. Quevedo, Ecuador, 6
p.
- Quiroz, J.1990. Estudios de compatibilidad en algunos cultivos de cacao (TCL)
Tesis Agro. Babahoyo Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. UT DE
Babahoyo. 30p.
- Ramos, G. 2004. La Fermentación, el Secado y Almacenamiento del Cacao. En
Taller Internacional de Calidad Integral de cacao Teoría y Práctica (15 - 17
nov. / 2004, Quevedo – Ecuador). Memorias INAP. Quevedo, Ecuador.
- Radi, C. Julio, 2005. Estudio sobre los mercados de valor para el cacao Nacional
de origen y con certificaciones (en línea). Consultado el 11 de septiembre
del 2009. Disponible en:
http://www.eco-index.org/search/pdfs/889report_1.pdf
- Reyes et al.,2004. La calidad en el cacao, Factores determinantes de la Calidad
del cacao. FONIAP. Maracay Aragua. Consultado el 6 de Agosto del
2004. Disponible en www.ceniap.gov.ve.
- Romero, G. 2004. Mercadeo nacional e internacional del cacao. In Taller
Internacional de Calidad Integral de cacao Teoría y practica (15 - 17 nov.
/ 2004, Quevedo - Ecuador). Memorias INIAP. Quevedo, Ecuador. 20p.
- Rohan, T. 1960. El Beneficiado del Cacao. Boletín de trabajo N° Oficial 5, Roma
Italia, Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), p. 1 25.
- Rohan, T. 1964. El beneficio del cacao bruto destinado al mercado. Organización
de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
p. 223.

- Romero, G. 2004. Mercadeo nacional e internacional del cacao. In Taller Internacional de Calidad Integral de cacao Teoría y Práctica (15 - 17 nov. / 2004, Quevedo – Ecuador). Memorias INAP. Quevedo, Ecuador.
- Saltos, A. 2005. Efecto de métodos de fermentación, frecuencias de remoción y volúmenes variables de masa fresca de cacao sobre la calidad física y organoléptica del “Complejo Nacional x Trinitario”. Tesis Ing. Agr. Universidad de Guayaquil, Vices – EC. 59 p.
- Sánchez, (2008) “Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L) para la selección de árboles con perfiles de árboles de interés comercial”.
- Sánchez (2013), “Productividad, Sanidad, Calidad Física y Perfil Sensorial de los Genotipos de Cacao (*theobroma cacao*) Silvestres presentes en la Colección chalmers”. Tesis Ingeniero Agrónomo, Quevedo Ecuador, Universidad Técnica estatal de Quevedo
- Sánchez, V. 2007. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.) para la selección de árboles con perfiles de sabores de interés comercial. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos- Ecuador. 22 p.
- Saucedo, A. 2003. Comportamiento de híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional en la zona de Quevedo. Tesis ing. Agrónomo. Quevedo, Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. pp 13-14.
- Saltos, A. (2005). Efecto de métodos de fermentación, frecuencias de remoción y volúmenes variables de masa fresca de cacao sobre la calidad física y organoléptica del “Complejo Nacional x Trinitario”. Tesis Ing. Agr. Universidad de Guayaquil, Vices – Ecuador. 18- 19 p.
- Stevenson, C.; Corven, J. y Villanueva, G. 1993. Manual para Análisis de cacao en Laboratorio. San José de Costa Rica.

- Saltos, A. 2005. Efecto de métodos de fermentación, frecuencias de remoción y volúmenes variables de masa fresca de cacao sobre la calidad física y organoléptica del “Complejo Nacional x Trinitario”. Tesis Ing. Agr. Universidad de Guayaquil, Vinces – Ecuador. 59 p.
- Semiglia, C. L. 1979. Estudios de varios métodos de fermentación en diversas zonas cacaoteras del Ecuador. Tesis Ing. agro Guayaquil Ecuador, Universidad de Guayaquil. 88 p.
- Vera, J. 1993. Origen del cacao, botánica y clasificación del cacao en manual del cultivo de cacao. Segunda edición, Manual número 25 Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP, Quito- Ecuador. pop 8- 16.
- Wakao, H. 2002. Estudio de la variación del contenido de alcaloides en cacao (*Theobroma cacao* L.) de producción nacional, durante el proceso de beneficio. Tesis de Licenciatura en ciencias químicas, especialidad Química analítica. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de ciencias exactas y Naturales. Departamento de ciencias químicas. Quito – EC. 91 p
- Wood, G. 1982. Cacao, Trad. por Marino, Primera edición en español, Compañía Editorial Continental S.A., México D.F. p. 255274.
- Zambrano (2011), " Evaluación Sanitaria y Productiva de 150 Genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) En la Finca Experimental" La Represa. Tesis Ingeniero Agrónomo, Quevedo Ecuador, Universidad Técnica estatal de Quevedo

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Cuadrados Medios del Análisis de la Varianza para las Variedades de Temperatura, pH, Peso Mazorca, Diámetro de mazorca. En la “Caracterización física-química y sensorial de quince clones de cacao (theobroma cacao l.) Tipo Nacional en almendras fermentadas y secas para obtención de pasta de cacao. UTEQ. FCP. 2013.

		TEMPERTURA	PH	PESO MAZORCA	D.MAZORCA	F. tabla	
F.V.	GL	CM	CM	CM	CM	0,05	0,01
Clon de cacao	14	7,43	0,68	42392,25	1,4	2.09	2.85
Error Experimental	30	5,44	0,68	8952,89	0,34		
Total	44		0,62				
Tukey		7,019	2,35	318,15	1,74		
CV (%)		6,67	15,49	15,89	7,46		
Significancia	*	NS	NS	*	*		
Altamente Significativo	**						
NS Significativo	NS						

Anexo 2. Cuadrados medio del análisis de la varianza para las varianzas peso fresco, N° almendras, peso seco, índice de semilla, índice de mazorca. “Caracterización física-química y sensorial de 12 clones de cacao (theobroma cacao l.) Tipo Nacional en almendras fermentadas y secas para obtención de pasta de chocolate UTEQ. FCP. 2013.

		PESO FRESCO	N° ALMENDRA	PESO SECO	I. SEMILLA	I.MAZORCA	F. tabla	
F.V.	GL	CM	CM	CM	CM	CM	0,05	0,01
Error Experimental	30	533,63	9,09	90519,62	0,04	59,34	2.09	2.85
Total	44							
Tukey		69,49	9,06	905,17	0,61	23,17		
CV(%)		17,92	7,47	36,05	15,52	35,1		
Significancia	*	**	**	**	**	NS		
Altamente Significativo	**							
NS Significativo	NS							

Anexo 3. Cuadrados medios para las variables de peso 100 semillas, % testa, % cotiledón, acidez testa, acidez cotiledón. En la “Caracterización física-química y sensorial de quince clones de cacao (theobroma cacao l.) Tipo Nacional en almendras fermentadas y secas para obtención de pasta de chocolate UTEQ–FCP 2013

		P.100 SEMILLAS	% TESTA	% COTILEDON	ACI.COTILEDON	ACI.TESTA	F. tabla	
F.V.	GL	CM	CM	CM	CM	CM	0,05	0,01
Clon de cacao	14	1395,66	213,25	213,25	0,15	0,48	2.09	2.85
Error Experimental	30	865,07	292,85	292,85	0,18	0,6		
Total	44							
Tukey		88,48	51,48	51,48	1,26	2,33		
CV(%)		21,55	90,46	21,1	7,2	12,25		
Significancia	*	NS	NS	NS	NS	NS		
Altamente Significativo	**							
NS Significativo	NS							

Anexo 4. Cuadrados medio del análisis de la varianza grasa, ceniza, humedad. En la “Caracterización física-química y sensorial de quince clones de cacao (theobroma cacao l.) Tipo Nacional en almendras fermentadas y secas para obtención de pasta de cacao UTEQ. FCP. 2013

		GRASA	CENIZA	HUMEDAD	F. tabla	
F.V.	GL	CM	CM	CM	0,05	0,01
Clon de cacao	14	74,5	1,54	0,64	2.09	2.85
Error Experimental	30	45,19	1,16	0,63		
Total	44					
Tukey		20,22	3,23	2,38		
CV (%)		21,81	30,82	12,2		
Significancia	*	**	NS	NS		
Altamente Significativo	**					
NS Significativo	NS					

Anexo 5 Cuadrado medio para la prueba de corte de las variables Buenas, Medianas, Total, Violetas, Pizarras, Moho, Insectos. “Caracterización física-química y sensorial de quince clones de cacao (theobroma cacao l.) Tipo Nacional en almendras fermentadas y secas para obtención de pasta de cacao UTEQ.2013.

		BUENAS	MEDIANAS	TOTAL	VIOLETAS	PIZARRA	MOHO	INSECTOS
Cuadro de Análisis de Varianza								
F.V	GL	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM
Clon	14	335.02	535.52	416.87	166.29	8.40	0.04	0.00
Error	30	140.20	282.82	229.95	188.60	4.77	0.04	0.00
Total	44							
Tukey		35.62	50.59	46.37	41.32	6.53	0.63	0.00
CV(%)		61.53	2853.	19.30	74.91	257.03	474.34	0.00

Anexo 6 Cuadrado medio para el Análisis de Componentes Principales, en la “Caracterización físico-químico y sensorial de quince clones de cacao (theobroma cacao l.) Tipo Nacional en almendras fermentadas y secas para obtención de pasta de cacao. FCP. UTEQ. 2013.

Tratamientos	código	cacao	floral	frutal	nuez	dulce	amargo	acidez	astringencia	verde	moho	teobromina	cafeína	proteína
T1	DIRCYT-C102	2,33	0,00	1,67	0,33	0,67	4,33	2,33	3,00	1,33	1,00	1,95	0,40	15,05
T2	DIRCYT-C103	2,67	0,00	1,00	0,00	0,00	5,33	1,67	5,00	2,67	0,33	1,77	0,27	14,45
T3	DIRCYT-C107	2,00	0,00	0,33	0,67	0,00	5,00	3,33	5,33	3,00	0,00	2,14	0,39	14,20
T4	DIRCYT-C114	3,33	2,00	2,00	0,33	0,33	3,33	1,00	2,00	0,67	0,00	2,42	0,32	13,54
T5	DIRCYT-C120	4,00	0,33	2,67	1,00	0,00	3,33	2,00	3,33	0,33	0,00	1,83	0,13	13,46
T6	DIRCYT-C129	4,33	0,00	4,33	2,00	1,33	1,67	1,67	1,33	2,00	0,25	1,96	0,32	15,33
T7	DIRCYT-C225	4,25	0,25	4,50	1,50	1,00	2,00	1,25	1,50	0,00	0,00	2,04	0,31	14,21
T8	DIRCYT-C228	4,00	0,00	2,67	1,67	0,67	4,00	1,33	3,00	1,33	0,00	1,85	0,53	13,05
T9	DIRCYT-C234	4,00	0,33	2,33	0,67	0,33	4,33	0,67	3,00	0,67	0,00	2,12	0,36	13,41
T10	DIRCYT-C251	4,00	0,33	3,33	1,33	1,33	1,67	1,00	0,33	0,00	0,00	2,22	0,35	14,23
T11	DIRCYT-C238	3,33	0,67	3,00	1,33	0,00	3,00	1,00	2,33	0,00	0,33	2,44	0,4	15,5
T12	DIRCYT-C255	4,00	0,33	2,00	1,00	0,33	2,67	2,00	2,00	0,33	0,00	2,41	0,36	14,70
T13	CCN-51	2,67	0,00	0,67	0,67	1,33	2,67	3,33	3,33	2,00	0,00	2,14	0,26	14,85
T14	IMC-67	5,33	1,33	3,67	2,33	0,67	2,00	0,67	2,67	0,00	0,00	1,99	0,22	13,48
T15	EET-103	3,58	0,53	2,38	1,07	0,53	3,27	1,71	2,69	0,82	0,11	2,11	0,25	14,40

Figura 3, se muestran los resultados del ACP (Análisis de Componentes Principales), mediante el cual distribuye sobre el plano definido con relación a los porcentajes de Teobromina, Cafeína, Proteína y los perfiles del sabor a cacao y otros

ANEXO 8. FORMULARIO PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LICOR DE CACAO

NOMBRE.....

Fecha.....

Estas muestras están identificadas por medio de un código de tres dígitos. La escala que se utiliza es de 0 a 10 puntos para medir el contenido o intensidad del sabor que encuentre en cada una de ellas.

Escala Clasificación

0 = Ausente

1 = Bajo

2 = Medio

3 = Alto

4 = Muy alto, fuerte

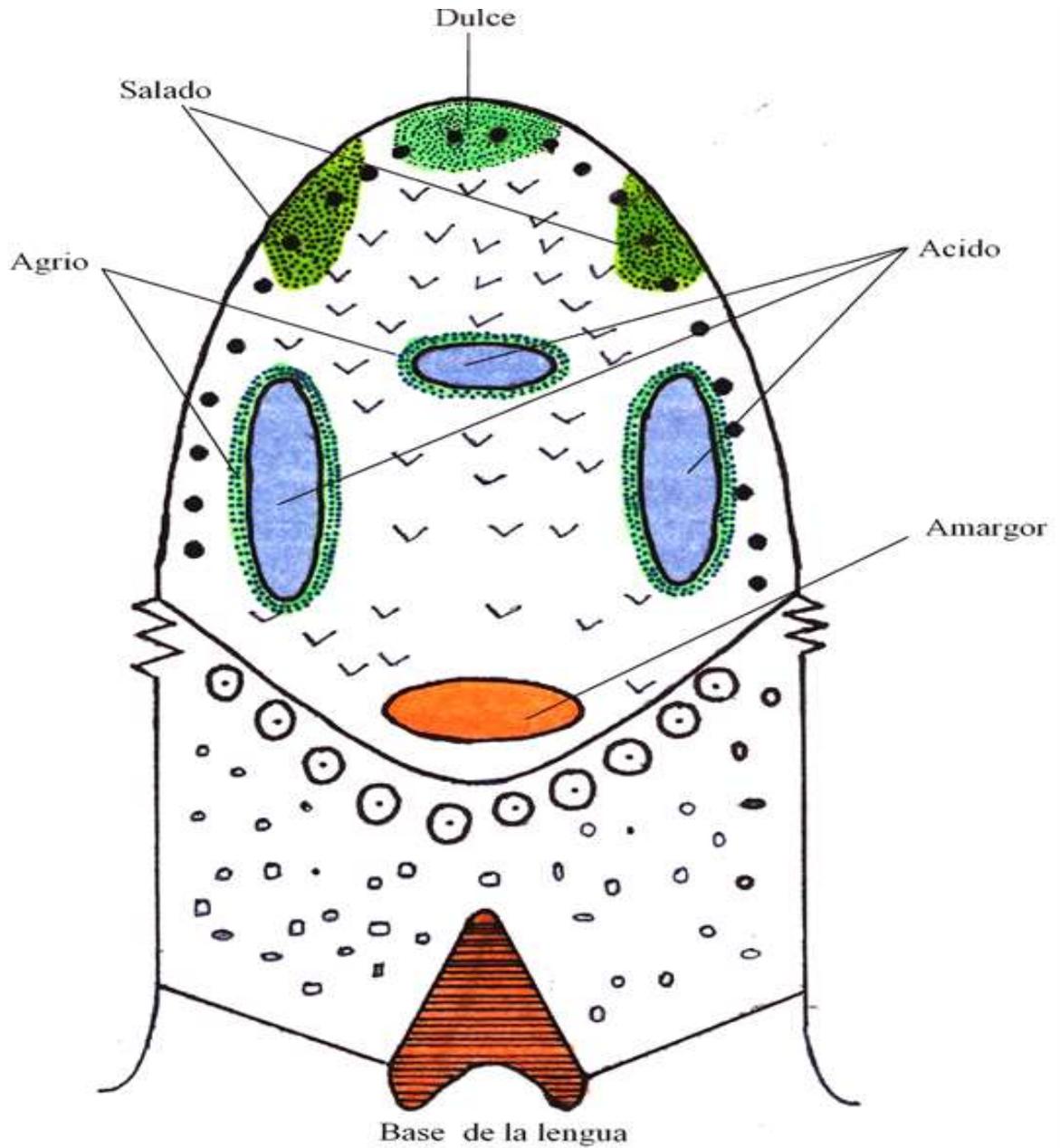
Repita cuantas veces sea necesario para detectar los sabores básicos y específicos que existen en las muestras que realizó las degustaciones. Escriba los resultados de acuerdo a la escala indicada. Después de degustar una muestra lávese la boca, descanse un minuto para iniciar con la siguiente muestra.

Código	Cacao	Acidez	Astring	Amargor	Frutal	Floral	Nuez	Dulce	Otros

Formato para análisis sensorial utilizado por el Laboratorio de Calidad de Cacao

Comentarios.....

Anexo 9 Distribución de perfiles de sabores en la lengua



DISTRIBUCION DE PERFILES DE SABORES EN LA LENGUA

Figura 11. Distribución de perfiles de sabores en la lengua,

Anexo 10. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 176.

Cacao en grano. Requisitos.

1 OBJETO.

- 1.1 Esta norma establece la clasificación y los requisitos de calidad que debe cumplir el cacao en grano beneficiado y los criterios que deben aplicarse para su clasificación.

2 ALCANCE.

- 2.1 Esta norma se aplica al cacao beneficiado, destinado para fines de comercialización.

3 DEFINICIONES.

- 3.1 Cacao en grano. Es la semilla proveniente del fruto del árbol *Theobroma cacao* L.
- 3.2 Cacao beneficiado. Grano entero, fermentado, seco y limpio.
- 3.3 Grano defectuoso. Se considera como grano defectuoso a los que a continuación se describen:
- 3.3.1 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.
- 3.3.2 Grano dañado por insectos. Grano que ha sufrido deterioro en su estructura (perforaciones, picados, etc.) debido a la acción de insectos.
- 3.3.3 Grano vulnerado. Grano que ha sufrido deterioro evidente en su estructura por el proceso de germinación, o por la acción mecánica durante el beneficiado.
- 3.3.4 Grano múltiple o pelota. Es la unión de dos o más granos por restos de mucílago.
- 3.3.5 Grano negro. Es el grano que se produce por mal manejo poscosecha o en asocio con enfermedades.
- 3.3.6 Grano ahumado. Grano con olor o sabor a humo o que muestra signos de contaminación por humo.
- 3.3.7 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.
- 3.3.8 Grano partido (quebrado). Fragmento de grano entero que tiene menos del 50% del grano entero.
- 3.4 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.
- 3.5 Grano violeta. Grano cuyos cotiledones presentan un color violeta intenso, debido al mal manejo durante la fase de beneficio del grano.
- 3.6 Grano ligeramente fermentado. Grano cuyos cotiledones ligeramente estriados presentan un color ligeramente violeta, debido al mal manejo durante la fase de beneficio del grano.

- 3.7 Grano de buena fermentación. Grano fermentado cuyos cotiledones presentan en su totalidad una coloración marrón o marrón rojiza y estrías de fermentación profunda. Para el tipo CCN51 la coloración variará de marrón a marrón violeta.
- 3.8 Grano infestado. Grano que contiene insectos vivos en cualquiera de sus estados biológicos.
- 3.9 Grano seco. Grano cuyo contenido de humedad no es mayor de 7,5% (cero relativo).
- 3.10 Impureza. Es cualquier material distinto a la almendra de cacao.
- 3.11 Cacao en baba. Almendras de la mazorca del cacao recubiertas por una capa de pulpa mucilaginosa.
- 3.12 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 CLASIFICACIÓN.

Los cacaos del Ecuador por la calidad se clasifican de acuerdo a lo establecido en la tabla 1.

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 7,5% (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 deberá estar infestado.
- 5.1.4 Dentro del porcentaje de defectuosos el cacao beneficiado no deberá exceder del 1% de granos partidos.
- 5.1.5 El cacao beneficiado deberá estar libre de: olores a moho, ácido butírico (podrido), agroquímicos, o cualquier otro que pueda considerarse objetable.
- 5.1.6 El cacao beneficiado, deberá sujetarse a las normas establecidas por la FAO/OMS, en cuanto tiene que ver con los límites de recomendación de aflatoxinas, plaguicidas y metales pesados hasta tanto se elaboren las regulaciones ecuatorianas correspondientes.
- 5.1.7 El cacao beneficiado deberá estar libre de impurezas.

8 ETIQUETADO.

8.1 Los envases destinados a contener cacao beneficiado, serán etiquetados de acuerdo a las siguientes indicaciones:

- Nombre del producto y tipo.
- Identificación del lote.
- Razón social de la empresa y logotipo.
- Contenido neto y contenido bruto en unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI).
- País de origen.
- Puerto de destino.

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 173:1997 Cacao en grano. Determinación de la humedad.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 177:1997 Cacao en grano. Muestreo.

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. Cacao. Instituto Colombiano de Normas Técnicas Industrias alimentarias. Bogotá, 1988.

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. Cocoa beans. Specifications. International Organization for Standardization. Geneva 1973.

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

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 176 (3R)

TÍTULO: CACAO EN GRANO. REQUISITOS.

Código: AL.02.06-401

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 19

REVISIÓN:

Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo: 1995-07-04

Óctilización con el Carácter de Obligatorio
por Acuerdo No. 298 de 1995-09-05

publicado en el Registro Oficial No. 790 de 1995-09-27

Fecha de iniciación del estudio: 2000-10-05

Subcomité Técnico: "CACAO Y PRODUCTOS DE CACAO"

Fecha de iniciación: 2000-10-18 * Fecha de aprobación: 2000-11-13

TABLA 1. Requisitos de las calidades del cacao beneficiado.

Requisitos	Unidad	Cacao Arriba					CCN-51
		ASSPS	ASSS	ASS	ASN	ASE	
Cien granos pesan	g	135-140	130-135	120-125	110-115	105-110	135-140
Buena fermentación (mínimo)	%	75	65	60	44	26	65***
Ligera fermentación* (mínimo)	%	10	10	5	10	27	11
Total fermentado (mínimo)	%	85	75	65	54	53	76
Violeta (máximo)	%	10	15	21	25	25	18
Pizarroso/pastoso (máximo)	%	4	9	12	18	18	5
Moho (máximo)	%	1	1	2	3	4	1
Totales (análisis sobre 100 pepas)	%	100	100	100	100	100	100
Defectuoso (máximo) (análisis sobre 500 gramos)	%	0	0	1	3	4**	1

ASSPS Arriba Superior Summer Plantación Selecta

ASSS Arriba Superior Summer Selecto

ASS Arriba Superior Selecto

ASN Arriba Superior Navidad

ASE Arriba Superior Época

* Colocación marrón violeta

** Se permite la presencia de granza solamente para el tipo ASE.

*** La coloración varía de marrón violeta

5.2 Requisitos complementarios.

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

5.2.2 Cuando se aplique plaguicidas, se deberán utilizar los permitidos por la Ley para formulación, importación, comercialización y empleo de plaguicidas y productos afines de uso agrícola (Ley No 73).

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

5.2.4 Los envases conteniendo el cacao beneficiado deberán estar almacenados sobre palets (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 la muestra reservada para tales efectos.

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

7 ENVASADO.

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

	INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGRPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Parícutin Sur Km 1, Coadjuvante, 28060-Santa Catalina, Tlax. 307124 Calle 3059 17-31-360	
---	---	---

INFORME DE ENSAYO No. 13-224

NOMBRE PETICIONARIO: Sr. Jaime Vera	INSTITUCION: Universidad Ayacucho
DIRECCION: Santo Domingo	ATENCIÓN: Sr. Jaime Vera
FECHA DE EMISION: 30 de julio del 2013	FECHA DE RECEPCION: 05 de Julio del 2013
FECHA DE ANALISIS: Del 25 al 26 de Julio del 2013	HORA DE RECEPCION: 10:57
	ANÁLISIS SOLICITADO: Teodomina, Cateina, Proteína Polifenoles

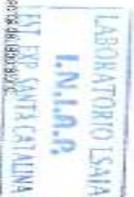
ANÁLISIS	TEODOMINA	CAFEINA	PROTEINA	POLIFENOLES	IDENTIFICACION
METODO	MO-LSA-A-30	MO-LSA-A-11	MO-LSA-A-10A	MO-LSA-A-11	
METODO REF:	AOAC 980.14-1989	AOAC 980.14-1989	U.F.LORCA 1970	Cross E. y Mingo, 6-1874-882	
UNIDAD	%	%	%	mg/kg Galactolig	
13-1339	1.99	0.22	13.48	49.44	Almendra de cacao DCM-81
13-1340	2.64	0.40	15.50	55.56	Almendra de cacao D-102
13-1341	2.14	0.39	14.20	55.59	Almendra de cacao D-103
13-1342	2.42	0.32	13.54	72.10	Almendra de cacao D-107
13-1343	1.95	0.53	13.05	55.55	Almendra de cacao D-114
13-1344	2.22	0.35	14.23	55.25	Almendra de cacao D-120
13-1345	1.77	0.27	14.45	91.92	Almendra de cacao D-129
13-1346	1.96	0.30	15.33	88.00	Almendra de cacao D-225
13-1347	1.95	0.42	16.06	74.68	Almendra de cacao D-226
13-1348	2.41	0.36	14.70	73.25	Almendra de cacao D-234
13-1349	2.12	0.36	13.41	49.88	Almendra de cacao D-238
13-1350	2.04	0.31	14.21	61.06	Almendra de cacao D-251
13-1351	1.89	0.13	13.64	44.94	Almendra de cacao D-255
13-1352	2.14	0.28	14.85	36.14	Almendra de cacao EET-103
13-1353	2.11	0.26	14.40	28.86	Almendra de cacao INC-07

Los ensayos marcados con (*) se reportan en base seca

DISTRIBUCIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME


Dr. Armando Rubio
RESPONSABLE DE CALIDAD




Dr. Msc. Ivan Samaniego
RESPONSABLE TÉCNICO

Este documento puede ser reproducido, distribuido o almacenado en la computadora si la aprobación es por escrito del responsable de ensayo.

NOTA DE CALIDAD: La política de calidad es parte integrante de la misión institucional, esta política orientada a asegurar la calidad de los servicios que se ofrecen a los clientes, se basa en la identificación de los requisitos de los clientes y en la satisfacción de los mismos, se implementa mediante procedimientos, sistemas de gestión de calidad y recursos humanos, materiales y financieros, se asegura la identificación y el control de los cambios.

Anexo 11. Técnicas de determinación de las características físicas–químicas.

a. Porcentaje de humedad.

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

Instrumental.

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

Preparación de la muestra.

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

Procedimiento.

1. La determinación debe efectuarse por duplicado.
2. Calentar el crisol de porcelana durante 30 min. en la estufa, en donde va a ser colocada la muestra, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar.
3. Homogenizar la muestra y pesar 1 gr con aproximación al 0.1 mg.
4. Llevar a la estufa a 130° C por dos horas o 105° C por 12 horas.
5. Transcurrido este tiempo sacar y dejar enfriar en el desecador por media hora, pesar con precisión.

Cálculos.

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

HT= Humedad Total.

W_0 = Peso de la Muestra (gr.)

W_1 = Peso del crisol más la muestra después del secado.

W_2 = Peso del crisol vacío más la muestra húmeda

b. Porcentaje de cenizas.

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

Instrumental.

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

Preparación de la muestra.

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

Procedimiento.

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

Cálculos:

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

C= Cenizas.

W₀ = Peso de la Muestra (gr.)

W₁= Peso del crisol vacío.

W₂= Peso del crisol más la muestra después del calcinado.

Determinación de pH.

Matemáticamente, el pH es definido como el logaritmo negativo en base diez de la concentración de iones H⁺ expresada en molaridad, es decir, pH= -log (H)⁺.

Materiales.

1. PH metro
2. Vaso de precipitación
3. Papel o paño suave

Reactivos.

1. Solución Buffer a pH conocido
2. Agua destilada

Procedimiento.

1. Luego de calibrado el electrodo con una solución tampón de pH conocido, se lava y se seca.
2. Se introduce en la solución a examinar, calibrando el control de temperatura a aquella de la sustancia en examen.
3. Para tener una lectura precisa es necesario mantener sumergido algunos segundos a fin de compensar la temperatura entre electrodo y la sustancia.
4. Efectuando la medición se limpia la membrana del electrodo con papel o tela suave libre de pelusa y se deja sumergido en agua destilada.

Determinación de proteína.

Materiales y equipos.

1. Balanza analítica, sensible al 0.1 mg
2. Unidad de Digestión Tecator 2006
3. Unidad de Digestión Tecator 1002
4. Plancha de calentamiento con agitador mecánico
5. Tubos de destilación de 250 ml
6. Matraz Erlenmeyer de 250 ml
7. Gotero
8. Bureta graduada y Accesorios
9. Espátula
10. Gradilla

Reactivos.

1. Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4)
2. Solución de Hidróxido de Sodio al 40% (NaOH)
3. Solución de Ácido Bórico al 2% (HBO_3)
4. Solución de Ácido Clorhídrico 0.1 N (HCl), Debidamente Estandarizada
5. Tabletas Catalizadoras
6. Indicador Kjeldahl

7. Agua destilada

Preparación de la muestra.

1. Transferir rápidamente la muestra molida y homogenizada a un recipiente herméticamente cerrado, hasta el momento de análisis.
2. Se homogeniza la muestra interviniendo varias veces el recipiente que lo contiene.

Procedimiento.

Digestión:

1. Pesar aproximadamente 0.3 gr. De muestra prepara sobre un papel exento de nitrógeno y colocarle en el tubo digestor.
2. Adicionar una tableta catalizadora y 10 ml de ácido sulfúrico concentrado.
3. Encender el digestor y colocar los tapones.
4. Encender el digestor, calibrar a 420 °C y dejar la muestra hasta su clarificación (color verde claro).
5. Dejar enfriar la temperatura ambiente.

Destilador:

1. En cada tubo adicionar 35 ml. De agua destilada
2. Colocar el tubo y el Matraz de recepción con 50 ml. De ácido Bórico al 2% en el sistema kjeltec.
3. Encender el sistema y adicionar 50 ml. De hidróxido de sodio al 40%, cuidado que exista un flujo normal de agua.
4. Recoger aproximadamente 200 ml. De destilado, retirar del sistema los accesorios y apagar.

Titulación:

1. Del destilado recogido en el matriz colocar tres gotas de indicador.

2. Titular con ácido clorhídrico 0.1 N utilizando un agitador mecánico.
3. Registrar el volumen de ácido consumido.

Cálculos: El contenido de proteínas bruta en los alimentos se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\%PB = \frac{(V_{HCl} - V_b) * 1.401 * N_{HCl} * F}{g. muestra}$$

Siendo:

14.01= Peso atómico del nitrógeno

N_{HCl}= Normalidad de Ácido Clorhídrico 0.1 N

F = Factor de conversión (6.25)

V_{HCl} = Volumen del ácido clorhídrico consumido en la titulación

V_b = Volumen del Blanco (0.1)

Determinación de Energía

Objeto

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

Instrumental

1. Balanza Analítica, sensible al 0.1 mg
2. Bomba de ignición
3. Prensa para pastillado
4. Calorímetro
5. Cubeta del calorímetro
6. Alambre cromo-niquel
7. Tanque de oxígeno
8. Bureta graduada de 25 ml.
9. Matraz Erlenmeyer

10. Vasos de precipitación

11. Espátula

Reactivos

1. Carbonato de Sodio 0.1 N
2. Solución de Fenolftaleína al 2%
3. Oxígeno
4. Agua destilada

Procedimiento

1. En la prensa realizar una pastilla de la muestra, y pesar sobre la capsula en una balanza analítica entre 1 gr a 1.5 gr. de muestra.
2. Llevar la muestra a la bomba de ignición, sellar y colocar 30 atmosfera de oxígeno.
3. En la cubeta del calorímetro colocar 2000 ml de agua destilada o desmineralizada. La temperatura del agua debe estar por debajo de la temperatura de la sala de trabajo.
4. Colocar la bomba de ignición en la cubeta del calorímetro, llevar al calorímetro y conectar los electrodos de conducción de la corriente eléctrica.
5. Colocar la tapa del calorímetro y la correa en las poleas para accionar el brazo agitador.
6. Dejar funcionar el brazo agitador durante tres minutos para que se estabilice la temperatura.
7. Registrar la temperatura inicial y obturar el botón de encendido con la consiguiente ignición , la temperatura empieza a subir, leer la temperatura cada minuto hasta que se estabilice

8. Registrar la temperatura final, parar el motor y retirar la correa, levantar la cubierta del calorímetro y colocarlo sobre el soporte estándar para que permanezca sostenido.
9. Desconectar los electrodos, y levantar la bomba, secarla con una toalla limpia.
10. Abrir lentamente la válvula situada en la parte superior de bomba y expulsar los gases.
11. Después de haberse liberado toda la presión, desenroscar la tapa, halar de la cabeza del cilindro y colocarlo sobre el soporte estándar.
12. Examinar el interior de la bomba y enjuagar con agua destilada los residuos en el interior de la bomba y colocarlos en un matraz Erlenmeyer.
13. Luego adicionar al matraz con el contenido 1 ml. de solución de fenolftaleína al 2%.
14. Determinar la cantidad de ácidos presentes mediante la valoración de la solución acuosa, con solución de carbonato de sodio 0.1 N
15. Los ácidos formados (sulfuro y nítrico), durante la ignición de la muestra se expresa como ácido nítrico.

Cálculos:

$$Hg = \frac{Tw - e1 - e2 - e3}{m}$$

Hg= Calor de combustión Cal/gr.

T = Temperatura final – Temperatura inicial

W = Energía equivalente del calorímetro 2410,16

e1 = Mililitros consumidos de sol. Carbonato de Sodio

e2= (13.7 X 1.02) peso de la pastilla

e3 = cm. del alambre restante X 2.3

m = Peso de la pastilla

Determinación grasa

OBJETO

Esta norma establece el método para determinar el contenido de grasa o extracto etéreo en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados.

INSTRUMENTAL

- Vasos Beacker para grasa
- Aparato Golfish
- Dedales de Extracción
- Porta dedales
- Vasos para recuperación del solvente
- Balanza analítica
- Estufa (105°C)
- Desecador
- Espátula
- Pinza Universal
- Algodón Liofilizado e Hidrolizados

REACTIVOS

Éter de Petróleo

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.

La cantidad de la muestra extraída dentro de un lote debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.

Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que lo contiene.

PROCEDIMIENTO:

La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

Secar los vasos beakers en la estufa a $100^{\circ} \pm C$, por el tiempo de una hora. Transferir al desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg, cuando haya alcanzado la temperatura ambiente.

Pesar aproximadamente 1 gr. de muestra sobre un papel filtro y colocarlos en el interior del dedal, taponar con suficiente algodón hidrófilo, luego introducirlo en el porta dedal.

Colocar el dedal y su contenido en el vaso beaker, llevar a los ganchos metálicos del aparato de golfish.

Adicionar en el vaso beaker 40 ml. de solvente, al mismo tiempo abrir el reflujo de agua.

Colocar el anillo en el vaso y llevar a la hornilla del aparato golfish, ajustar al tubo refrigerante del extractor. Levantar las hornillas y graduar la temperatura a 5.5 ($55^{\circ} C$). Cuando existe sobre presión abrir las válvulas de seguridad 2 o 3 veces.

El tiempo óptimo para la extracción de grasa es de 4 horas, mientras tanto se observa que éter no se evapore caso contrario se colocará más solvente.

Terminada la extracción, bajar con cuidado los calentadores, retirar momentáneamente el vaso con el anillo, sacar el porta dedal con el dedal y colocar el vaso recuperar del solvente. Levantar los calentadores, dejar hervir hasta que el solvente este casi todo en el vaso de recuperación, no quemar la muestra.

Bajar los calentadores, retirar los beaker, con el residuo de la grasa, el solvente transferir al frasco original. El vaso con la grasa llevar a la estufa a $105^{\circ} C$ hasta completar la evaporación del solvente por 30 minutos. Colocar los vasos beaker que contiene la grasa, durante 30 min, en la estufa calentada a $100 \pm 5^{\circ} C$, enfriar hasta temperatura ambiente en desecador, Pesar y registrar. Calcular el extracto etéreo por diferencia de pesos.

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

G = Porcentaje de grasa

W₀= Peso de la muestra

W₁= Peso del vaso beaker vacío

W₂=Peso del vaso más la grasa

Determinación teobromina y cafeína

Principio

Para la determinación de teobromina se realiza una extracción con cloroformo, El extracto se evapora a sequedad y se pone en solución acuosa y se trata con un volumen adecuado de solución de nitrato de plata. El ácido nítrico que se libera se titula por solución de hidróxido de sodio.

Materiales y aparatos

Matraces de 500 ml de fondo plano y esmerilado

C) Procedimiento

1. Se pesan 10g como máximo (precisión 1mg), que no contengan más de 80 mg de teobromina.
2. Se introducen en matraz de 500 ml y se añaden 270 ml de cloroformo y 10 ml de amoníaco.
3. Tapar el matraz y agitar 10 minutos.
4. Se añaden a continuación 12g de sulfato de anhídrido, y se agita y se deja reposar unas 12 horas.
5. Se filtra en Erlenmeyer de 500 ml y se lava el residuo con 100 ml de cloroformo.
6. Se destila el disolvente y se elimina los últimos restos en baño de agua hirviendo.
7. Se recoge el extracto en 50 ml de agua y se lleva a ebullición.

8. Se refrigera y se neutraliza con hidróxido de sodio en presencia de 0,5 ml de rojo de fenol.
9. Se valora el ácido nítrico liberado con la solución de hidróxido de sodio hasta el viraje del indicador.

Cálculos

- 1 ml de NaOH 0,1 N corresponde a 18 mg de teobromina. El resultado se expresa en porcentaje de la muestra.

Anexo 12. Fotografías del Experimento

ANALISIS FISICOS

Muestra de cacao



peso mazorca



Longitud



Diámetro



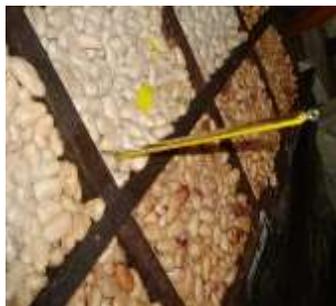
Masa de cacao



Fermentación



Toma de temperatura



Remoción de la masa



Toma de muestras para PH



PH Testa y Cotiledón de las muestras



Secado de las muestras



ANALISIS DE LABORATORIO

Molienda de almendras



Refinado de la almendra de cacao



Peso de las muestras



Peso final



Estufa



Preparación de las muestras para la pasta (licor)

Muestras de cacao



Tostado



Descascarillado



Limpieza del Nisf



Molido y Refinado



Pasta de licor



Muestra terminada y codificada



DEGUSTACIÓN

