



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

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

Título del Proyecto de Investigación:

“MANEJO POST COSECHA DE 31 HÍBRIDOS INTERCLONALES DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA FINCA EXPERIMENTAL “LA
REPRESA”

Autor:

Elba Susana Espín García

Tutor de proyecto de investigación:

Ing. Agrop. Jaime Vera Chang M. Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2017

DECLARACIÓN DE AUDITORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Espín García Elba Susana**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi auditoria; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Espín García Elba Susana

C.I. 120716831-9

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. Agrop. M Sc. **JAIME VERA CHANG**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **ESPÍN GARCÍA ELBA SUSANA**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**MANEJO POST COSECHA DE 31 HÍBRIDOS INTERCLONALES DE CACAO** (*Theobroma cacao* L.) **EN LA FINCA EXPERIMENTAL “LA REPRESA”**, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

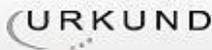
.....

Ing. Agrop. M Sc. JAIME VERA CHANG

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito Ing. Agrop. M Sc. Jaime Vera Chang, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado **“MANEJO POST COSECHA DE 31 HÍBRIDOS INTERCLONALES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA FINCA EXPERIMENTAL “LA REPRESA”**, de autoría de la estudiante de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, **Espín García Elba Susana**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 7%, el mismo que es permitido por el mencionado Software y los requerimientos académicos establecidos.

	
Documento	PROYECTO DE INBESTIGACIÓN ESPIN PARA URKUND .docx (D28148959)
Presentado	2017-05-12 09:46 (-05:00)
Presentado por	Vera Chang Jaime Fabian (jverac@uteq.edu.ec)
Recibido	jverac.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	CAIAGROP01 Mostrar el mensaje completo 7% de esta aprox. 19 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 2 fuentes.

Atentamente,

Ing. Jaime Vera Chang M. SC

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECURIA

PROYECTO DE INVESTIGACION

Título:

**“MANEJO POST COSECHA DE 31 HÍBRIDOS INTERCLONALES DE CACAO
(*Theobroma cacao* L.) EN LA FINCA EXPERIMENTAL “LA REPRESA”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniera Agropecuaria.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING. M. Sc. GERARDO SEGOVIA

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. M. Sc. ROMMEL RAMOS

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. M. Sc. RAQUEL GUERRERO

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2017

AGRADECIMIENTO

Ante todo a Dios por guiarme en el sendero correcto de la vida, por permitirme llegar hasta aquí, por todas las metas que me está permitiendo cumplir y las bendiciones que derrama en mí, iluminándome en cada paso que doy.

A mis padres por ser mi ejemplo a seguir por educarme ya que gracias a ellos pude estudiar en esta distinguida institución, agradezco de forma muy especial a mi madre Norma García Sánchez por guiarme apoyarme he inculcarme valores por su amor incondicional, comprensión y ayuda en los momentos más difíciles, agradezco a mi única Hermana Ing. Nancy Espín García, por ser mi ejemplo a seguir y estar siempre pendiente colaborándome en todo momento, y también a mi hermano Pedro Espín Gorozabel.

A las autoridades: Dra. Yenny Torres, Decana; Ing. Gerardo Segovia, Coordinador de carrera de mi prestigiosa institución Universidad Técnica Estatal de Quevedo por permitirme realizar mis estudios y a todos los docentes que me formaron en el transcurso de mi vida universitaria, gracias por sus ánimos, consejos y enseñanzas, quiero expresar también mi más sincero agradecimiento al Ing. Jaime Vera Chang por su importante aporte, participación, disponibilidad y paciencia en el desarrollo de este proyecto de investigación cabe recalcar que sus conocimientos han enriquecido mi formación profesional.

Agradezco de forma muy especial y de corazón a Damián Calle por su apoyo absoluto, colaboración y motivación durante la investigación y cada uno de mis compañeros, amigos y amigas ya que gracias a ellos pude adquirir y brindar ideas, conocimientos y esfuerzos a todas las personas que favorecieron generosamente en el transcurso de mi tesis, como lo fue el señor Wilson Castro.

Susana Espín

DEDICATORIA

Dedicada esencialmente a mis padres por su apoyo infinito a mí madre Norma García Sánchez por ser mi motor para seguir adelante, porque cada uno de sus consejos me impulsó a superarme.

También se las dedico a mis queridos hermanos:

Ing. Nancy Espín García

Pedro Espín Gorozabel

Susana Espín

RESUMEN

Fueron evaluados 31 cruces interclonales conocidos como híbridos de cacao existentes en la Finca Experimental “La Represa” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, donde se empleó un diseño completamente al azar con 31 tratamientos y tres repeticiones cada unidad experimental estuvo constituida por 10 frutos fisiológicamente maduros, con el propósito de evaluar las características físicas, los resultados más representativos referente a parámetros productivos se reflejaron sobre el DYRCYT-H-293 prevaleciendo de los demás tratamientos con un índice de mazorcas sanas de 17.33, por otra parte el mejor rendimiento de cacao fermentado y seco fue para el DYRCYT-H-281 con 818.67 kg/ha/año valor aceptable en época lluviosa. En los índices de calidad física los tratamientos que resaltaron fueron el DYRCYT-H-281 y DYRCYT-H-297 con los mejores índices de mazorca necesitando solo 15.9 mazorcas para completar un kilogramo de cacao seco y fermentado, el mejor índice de semilla fue para el DYRCYT-H-297 con 1.54 gramos, en cuanto al número de almendra en 100 gramos, el tratamiento que mayor número presentó fue el DYRCYT-H-290 con 102.33 unidades, mientras que el testigo (JHVH-10) predominó entre los factores en estudio con un porcentaje de testa de 16.06 %, al realizar la prueba de corte el DYRCYT-H-295 presentó un excelente atributo físico en el que reveló un total de fermentación de 97.67%, seguido el DYRCYT-H-296 presentó el mejor peso comercial de las cien almendras pesando 157.78 gramos. Según las norma INEN 176 todos los tratamientos cumplen los estándares requeridos, entran en la categoría ASSPS (Arriba Superior Summer Planta Selecta).

Palabras claves: Cacao, híbridos, post cosecha, fermentación, secado, calidad física.

ABSTRACT AND KEYWORDS

31 interclonal crosses known as cocoa hybrids were evaluated in the Experimental Farm "La Represa" owned by Quevedo State Technical University, where a completely randomized design with 31 treatments and three replications was used. Each experimental unit consisted of 10 fruits Physiologically mature, with the purpose of evaluating the physical characteristics, the most representative results referring to productive parameters were reflected on the DYRCYT-H-293 prevailing of the other treatments with an index of healthy ears of 17.33, on the other hand The best fermented and dry cocoa yield was DYRCYT-H-281 with 818.67 kg/ ha/year acceptable in the rainy season, in the physical quality indices the treatments that stood out were DYRCYT-H-281 and DYRCYT-H-297 with the best ear indexes needing only 15.9 Ears to complete one kilogram of dry and fermented cocoa, the best In the case of DYRCYT-H-297 with 1.54 grams, for the number of almonds in 100 grams the highest number of treatments was DYRCYT-H-290 with 102.33 units. (JHVH-10) predominated among the factors under study with a percentage of test of 16.06%, when performing the test of the DYRCYT-H-295 presented an excellent physical attribute in which revealed a total of fermentation of 97.67%, followed by DYRCYT-H-296 presented the best commercial weight of the 100 weighing almonds 157.78 grams. According to the norm INEN 176 all the treatments meet the required standards, enter the category ASSPS (Top Superior Summer Selecta Plant).

Key words: Cocoa, hybrids, post-harvest, fermentation, drying, physical quality.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUDITORIA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	x
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT AND KEYWORDS	ix
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
CÓDIGO DUBLÍN	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
Diagnóstico.....	4
Pronóstico.....	5
1.1.2. Formulación del problema.	5
1.1.3. Sistematización del problema.	6
1.2. Objetivos.	6
1.2.1. Objetivo General.	6

1.2.2. Objetivos Específicos.....	6
1.3. Justificación.....	7
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.2. Marco referencial.....	11
2.2.1. Generalidades del cultivo de cacao en el Ecuador.....	11
2.2.2. Importancia económica.....	11
2.2.3. Grupos genéticos del cacao.....	12
2.2.3.1. Criollo.....	12
2.2.3.2. Forastero.....	12
2.2.3.3. Trinitario.....	13
2.2.3.4. Nacional (fino de aroma) de Ecuador.....	13
2.2.3.5. Copoazú.....	14
2.2.4. Hibridación en variedades de cacao.....	14
2.2.7. Manejo de la cosecha y post cosecha.....	15
2.2.7.1. Cosecha.....	15
2.2.7.2. Post cosecha.....	15
2.2.8. Beneficio de la post cosecha.....	16
2.2.9. Fermentación.....	16
2.2.10. Métodos de fermentación.....	17
2.2.10.1. Fermentación en montones.....	17
2.2.10.2. Fermentación en sacos.....	17
2.2.10.3. Fermentación en cajas de micro fermentación Rohan.....	18
2.2.11. Secado.....	18
2.2.11.2. Secado en tendales.....	19
2.2.11.3. Secado en marquesinas.....	19

2.2.11.4. Secado artificial.....	19
2.2.12. Terminado del secado.	20
2.2.13. Calidad del cacao.	20
2.2.14. Calidad física.....	20
2.2.14.1. Almendras de color marrón rojizo o café.	21
2.2.14.2. Almendras de color medianamente marrón o violeta.....	21
2.2.14.3. Almendras violetas.....	21
2.2.14.4. Almendras pizarras	21
2.2.15. Norma de calidad comercial INEN 176.....	22
2.2.16. Trabajos previos al manejo post cosecha de híbridos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	23
CAPÍTULO III	24
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	24
3.1. Localización.....	25
3.1.1. Características Agro-climatológicas del Lugar Experimental.	25
3.2. Tipo de investigación.	25
3.3. Métodos de investigación.	26
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	26
3.5. Diseño de la investigación.	26
3.6. Instrumento de investigación.....	28
3.6.1. Variables evaluadas.	29
3.6.1.1. Número de mazorcas sanas (#).....	29
3.6.1.2. Numero de mazorcas enfermas (#).....	29
3.6.1.3. Rendimiento (Kg/Ha/Año).....	29
3.6.1.4. Temperatura de la masa (°C).	29
3.6.1.5. Índice de mazorcas (#).....	29
3.6.1.6. Índice de semillas (g).....	29

3.6.1.7. Número de almendras en 100 gramos (#).....	30
3.6.1.8. Largo y ancho de la almendra (cm).....	30
3.6.1.9. Porcentaje de testa (%).....	30
3.6.1.10. Peso de cien almendras (g).....	30
3.6.1.11. Porcentaje de fermentación (%).....	30
3.7. Tratamientos de los datos.	31
3.8. Recursos humanos y materiales.	31
3.8.1. Materiales de campo.....	31
3.8.2. Materiales de oficina.....	32
3.9. Manejo del experimento.	33
3.9.1. Poda de mantenimiento.	33
3.9.2. Control de malezas.....	33
3.9.3. Cosecha.....	33
3.9.4. Fermentación.	33
3.9.5. Secado.....	33
CAPITULO IV	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Efecto de la temperatura de la masa en los híbridos interclonales de cacao durante la fase anaeróbica.	35
4.1.1. Temperatura (°C).	35
4.2. Índices productivos de cacao.	36
4.2.1. Número de mazorcas sanas (#).....	36
4.2.2. Número de mazorcas enfermas (#).....	37
4.2.3. Rendimiento (kg/ha/año).	37
4.3. Índices de calidad física del cacao.	40
4.3.1. Índice de mazorca (#).....	40
4.3.2. Índice de semilla (g).	40

4.3.3.	Número de almendras en 100 gramos (#).....	41
4.3.4.	Porcentaje de testa (%).....	42
4.3.5.	Largo y ancho de almendra (cm).	42
4.4.	Prueba de corte (%).....	45
4.4.1.	Peso de cien almendras (g).....	45
4.4.2.	Buena fermentación.	45
4.4.3.	Mediana fermentación.	46
4.4.4.	Total fermentación (%).	46
4.4.5.	Almendras violetas.....	47
4.4.6.	Almendras pizarras.	47
4.4.7.	Almendra con presencia de moho.	48
4.5.	Matriz de correlación.....	50
CAPITULO V.....		52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		52
5.1.	Conclusiones.....	53
5.2.	Recomendaciones.	54
CAPITULO VI.....		55
BIBLIOGRAFIA.....		55
6.1.	Literatura citada.....	56
CAPITULO VII.....		65
ANEXOS.....		65
7.1.	Anexos de análisis de varianza	66
7.2.	Fotografías de la investigación.	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Requisitos de calidad del cacao Arriba y clon CCN-51 en grano.	22
Tabla 2.	Valores diarios, del Instituto Nacional de Meteorología e hidrología- División de Meteorología-Departamento de sinóptica-Estación Pichilingue.	25
Tabla 3.	Descripción de los tratamientos.	27
Tabla 4.	Esquema de Análisis de Varianza	28
Tabla 5.	Promedios estadísticos de los índices productivos, NMS: Número de mazorcas sanas; NME: Número de mazorcas enfermas; Rend. Kg/Ha/Año: Rendimiento kilogramos/Hectareas/año; CV (%): Coeficiente de variación; Max: valor máximo; Min: valor mínimo. Presentes en 31 híbridos interclonales de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), provenientes de la Finca Experimental “La Represa”.	39
Tabla 6.	Promedios estadísticos de los parámetros de calidad física de las almendras presentes en 31 híbridos interclonales de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) procedentes de la Finca Experimental “La Represa” UTEQ. IM: Índice de mazorca; IS: Índice de semilla; NA en 100g: número de almendra en 100 gramos; PT: Porcentaje de testa; LA: Largo de la almendra; AA: Ancho de la almendra; CV (%): Coeficiente de variación.	44
Tabla 7.	Promedios estadísticos de la prueba de corte, P.100 A.: Peso de 100 almendras; ABF: Almendras bien fermentadas; AMF: Almendras medianamente fermentadas; FT: Fermentación total; AV; Almendras violetas; AP: Almendras pizarras; Moho: almendras con presencia de Moho; CV (%): Coeficiente de variación; Max: valor máximo; Min: valor mínimo. Presentes en 31 híbridos interclonales de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), de la Finca Experimental “La Represa”.	49
Tabla 8.	Matriz de correlaciones de las propiedades físicas de 31 híbridos interclonales de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	51

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Análisis de varianza para el variable número de mazorcas sanas, de 31 híbridos interclonales, obtenidos de la Finca experimental La Represa, FCP-UTEQ-2017.....	66
Anexo 2.	Análisis de varianza para la el factor número de mazorcas enfermas, de 31 híbridos interclonales de cacao existentes en la Finca Experimental “La Represa”	66
Anexo 3.	Análisis de varianza para la variable en estudio peso fresco de 31 híbridos existentes en la Finca Experimental “La Represa”	66
Anexo 4.	Análisis de varianza para la variable rendimiento kg/ha/año de 31 tratamientos presentes en la Finca Experimental “La Represa”- UTEQ-2017.....	67
Anexo 5.	Análisis de varianza para el factor en estudio temperatura de la masa del día 1 de los 31 híbridos interclonales de cacao en la Finca Experimental “La Represa”.....	67
Anexo 6.	Análisis de varianza para el factor temperatura del día 2 de los 31 tratamientos existentes en la Finca Experimental La Represa” UTEQ – 2017.	67
Anexo 7.	Análisis de varianza para el factor temperatura de la masa del día 3 en la Finca Experimental “La Represa” FCP-UTEQ-2017.....	68
Anexo 8.	Análisis de varianza para la variable temperatura de la masa del día 4 en 31 híbridos interclonales de cacao en la Finca Experimental “La Represa”	68
Anexo 9.	Análisis de varianza para la variable índice de mazorca de 31 híbridos interclonales de cacao existentes en la Finca Experimental “La Represa” UTEQ - 2017.	68
Anexo 10.	Análisis de varianza para el factor en estudio índice de semilla de 31 híbridos interclonales de cacao (<i>T. cacao</i>). Finca Experimental “La Represa”	69
Anexo 11.	Análisis de varianza para el variable número de almendras en 100 gramos de los 31 tratamientos en estudio existentes en la Finca de la UTEQ “La Represa” 2017.....	69

Anexo 12.	Análisis de varianza para el índice de calidad porcentaje de testa de 31 híbridos interclonales de la finca Experimental “La Represa”.....	69
Anexo 13.	Análisis de varianza para la variable largo de almendra de los 31 híbridos interclonales existentes en la finca experimental La Represa FCP-UTEQ-2017.	70
Anexo 14.	Análisis de varianza para el variable ancho de almendra de 31 híbridos interclonales existentes en la Finca Experimental “La Represa”.....	70
Anexo 15.	Análisis de varianza para la variable peso de 100 almendras de 31 híbridos interclonales de la Finca Experimental “La Represa”.....	70
Anexo 16.	Análisis de varianza para el factor en estudio almendras bien fermentadas, en 31 híbridos interclonales existentes en la Finca Experimental “La Represa”, FCP-2017.....	71
Anexo 17.	Análisis de varianza para la variable almendras medianamente fermentadas de 31 híbridos de cacao de la Finca Experimental “La Represa”. FCP-UTEQ-2017.....	71
Anexo 18.	Análisis de varianza para la variable total fermentación de 31 híbridos interclonales existentes en la Finca Experimental “La Represa”, UTEQ - 2017.....	71
Anexo 19.	Análisis de varianza para la variable almendras violetas, de 31 híbridos de cacao de la Finca Experimental “La Represa”, FCP-UTEQ-2017.....	72
Anexo 20.	Análisis de varianza para la variable almendras pizarras de 31 híbridos interclonales de cacao de la Finca Experimental “La Represa”, FCP-UTEQ-2017.....	72
Anexo 21.	Cronograma de actividades donde se detallaron las actividades a realizarse durante la investigación.....	73
Anexo 22.	Poda de mantenimiento de los híbridos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	74
Anexo 23.	Registro de datos de mazorcas sanas y enfermas de los híbridos en estudio.	74
Anexo 24.	Cosecha de híbridos interclonales	75
Anexo 25.	Fermentación de los tratamientos con sus respectivas identificaciones	75

Anexo 26.	Termómetro para tomar la temperatura de las 31 muestras fermentándose.....	76
Anexo 27.	Secado de las muestras al sol para reducir la humedad	76
Anexo 28.	Registro del largo y ancho de las almendras de los 31 tratamientos (medidas en cm).....	77
Anexo 29.	Descascarillado de las muestras para obtener el porcentaje de testa.	77
Anexo 30.	Peso de la cascarilla de cada una de las muestras en estudio	78
Anexo 31.	Peso de las muestras una vez descascarilladas para obtener % de testa	78
Anexo 32.	Corte de las almendras de cada muestra para la prueba de corte	79
Anexo 33.	Clasificación de los granos según las categorías de la prueba de corte, bien fermentadas, medianamente fermentadas, violetas, pizarras y con presencia de moho.....	79

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“MANEJO POST COSECHA DE 31 HÍBRIDOS INTERCLONALES DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L.) EN LA FINCA EXPERIMENTAL “LA REPRESA”					
Autor:	Espín García Elba Susana					
Palabras clave:	Cacao	Híbridos	Post cosecha	Fermentación	Secado	Calidad física
Fecha de publicación:						
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2017.					
Resumen:	<p>Fueron evaluados 31 cruces interclonales conocidos como híbridos de cacao existentes en la Finca Experimental “La Represa” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, donde se empleó un diseño completamente al azar con 31 tratamientos y tres repeticiones cada unidad experimental estuvo constituida por 10 frutos fisiológicamente maduros, con el propósito de evaluar las características físicas, los resultados más representativos referente a parámetros productivos se reflejaron sobre el DYRCYT-H-293 prevaleciendo de los demás tratamientos con un índice de mazorcas sanas de 17.33, por otra parte el mejor rendimiento de cacao fermentado y seco fue para el DYRCYT-H-281 con 818.67 kg/ha/año valor aceptable en época lluviosa. En los índices de calidad física los tratamientos que resaltaron fueron el DYRCYT-H-281 y DYRCYT-H-297 con los mejores índices de mazorca necesitando solo 15.9 mazorcas para completar un kilogramo de cacao seco y fermentado, el mejor índice de semilla fue para el DYRCYT-H-297 con 1.54 gramos, en cuanto al número de almendra en 100 gramos, el tratamiento que mayor numero presentó fue el DYRCYT-H-290 con 102.33 unidades, mientras que el testigo (JHVH-10) predomino entre los factores en estudio con un porcentaje de testa de 16.06 %, al realizar la prueba de corte el DYRCYT-H-295 presento un excelente atributo físico en el que revelo un total de fermentación de 97.67%, seguido el DYRCYT-H-296 presento el mejor peso comercial de las cien almendras pesando 157.78 gramos. Según las norma INEN 176 todos los tratamientos cumplen los estándares requeridos, entran en la categoría ASSPS (Arriba Superior Summer Planta Selecta).</p> <p>Palabras claves: Cacao, híbridos, post cosecha, fermentación, secado, calidad física.</p> <p>31 interclonal crosses known as cocoa hybrids were evaluated in the Experimental Farm "La Represa" owned by Quevedo State Technical University, where a completely randomized design with 31 treatments and three replications was used. Each experimental unit consisted of 10 fruits Physiologically mature, with the purpose of evaluating the physical characteristics, the most representative results referring to productive parameters were reflected on the DYRCYT-H-293 prevailing of the other treatments with an index of healthy ears of 17.33, on the other hand The best dry and fermented cocoa yield was DYRCYT-H-281 with 818.67 kg/ha/year acceptable in the rainy season, in the physical quality indices the treatments that stood out were DYRCYT-H-281 and DYRCYT-H-297 with the best ear indexes needing only 15.9 Ears to complete one kilogram of dry and fermented cocoa, the best In the case of DYRCYT-H-297 with 1.54 grams, for the number of almonds in 100 grams the highest number of treatments was DYRCYT-H-290 with 102.33 units. (JHVH-10) predominated among the factors under study with a percentage of test of</p>					

	<p>16.06%, when performing the test of the DYRCYT-H-295 presented an excellent physical attribute in which revealed a total of fermentation of 97.67%, followed by DYRCYT-H-296 presented the best commercial weight of the 100 weighing almonds 157.78 grams. According to the norm INEN 176 all the treatments meet the required standards, enter the category ASSPS (Top Superior Summer Selecta Plant).</p> <p>Key words: Cocoa, hybrids, post-harvest, fermentation, drying, physical quality.</p>
Descripción:	100 hojas; 21 x 27 cm.
URI:	

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es procedente de América del Sur, del alto Amazonas en países como Brasil, Colombia, Perú y Ecuador, se originaron en los trópicos húmedos de América donde se ha encontrado además las especies como *Theobroma bicolor*, los Mayas fueron quienes verdaderamente domesticaron y utilizaron ancestralmente el cacao aprovechando el grano como moneda a más de emplearlo en una deliciosa bebida, poco tiempo después los españoles llevan su bebida hasta Europa (1). Se siembra primordialmente en la zona húmeda bosque que está dentro de los 20° de la latitud de Ecuador (2).

El Ecuador se identifica por ser el séptimo productor de cacao fino de aroma, producto altamente deseado por los mercados internacionales como su denominación “Sabor Arriba”, los bajos rendimientos de producción debido a enfermedades como la moniliasis (*Moniliothora roreri*), escoba de bruja (*Moniliothora pernicioso*), pudrición del fruto (*Phytophthora* spp.) y el inadecuado manejo agronómico ha llevado a los agricultores a optar por otras variedades de mayor producción que les genera aumento en su rentabilidad (3). El conjunto de estas enfermedades pueden causar grandes pérdidas pudiendo perderse inclusive toda la cosecha si no se hace un manejo adecuado (4).

En el proceso post cosecha existen dos fases críticas las cuales son la fermentación y secado provocando que las paredes celulares se degraden, dejando expuesto a otros componentes químicos los contenidos de semillas que perturban las propiedades organolépticas, los tratamientos después de su cosecha incluida la torrefacción en el aroma del cacao Nacional con condición innata son los factores determinantes de la calidad, olor y sabor que caracteriza al mismo, la tendencia de los mercados industriales es identificar nuevos sabores especiales por lo cual son muy estrictos en cuanto a los componentes que determinan el potencial aromático debido a las exigencias del consumidor (5).

El atributo para la obtención de un grano fino de cacao depende de factores como la genética del cacao en un 50%, el proceso de post cosecha en un 20% requiere del adecuado manejo del mismo donde ya está incluida la fermentación y secado adecuado de las almendras, un 25% el proceso de transformación y finalmente un 5% depende del factor suelo y estación; durante la fermentación se ejecutan dos fases esenciales la fase

anaeróbica donde influyen las levaduras, bacterias metabolizando los azúcares y el ácido cítrico existente en el mucílago, proceso que compone ácido acético y etanol y la siguiente fase aeróbica la cual consiste en darle aire a las almendras. Esto se logra mediante el transcurso de volteado de la masa con el fin de propagar las bacterias ácido acéticas que oxidan el etanol generado en la fermentación (6).

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo a través del Programa de la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica (DYRCYT) desde el 2010 en cacao ha unificado esfuerzos mediante la selección de progenies altamente productivas, tolerantes a enfermedades y de buena adaptación agronómica logrando adquirir cruces interclonales conocidas como híbridos interclonales (7); sin embargo, no se tiene información sobre los procesos de post cosecha de las mismas, por lo cual especialmente en la Finca Experimental “La Represa” se ejecutó la selección de 31 híbridos interclonales de cacao de mayor productividad, además de tener en su genotipo genes de tipo Nacional, la importancia de realizar investigaciones del manejo post cosecha para conocer y darle el debido manejo a las almendras que después de los procesos son un material indispensable en la industria nacional e internacional generando nueva información científica sobre la calidad de estos materiales desarrollos en la zona central de la costa ecuatoriana.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

El Ecuador es considerado uno de los principales exportadores de cacao fino de aroma de primera calidad en los mercados internacionales, pero poco a poco esta situación ha ido cambiando debido a la inexistencia de conocimientos sobre el manejo de post cosecha, existen nuevos híbridos interclonales en estudio en la Finca Experimental “La Represa”, el cual no cuenta con información científica sobre su adecuado manejo, los principales parámetros de calidad y las características agroquímicas de los materiales mejorados del cacao, como de los derivados, la fermentación es una fase muy crítica donde influye la frecuencia de remoción y el método que se ha de utilizar lo cual requiere ser estudiado.

Analizando la importancia de post cosecha hasta que salga al mercado uno de los principales problemas es evitar el riesgo de almacenar el cacao junto a sustancias tóxicas las cuales interfieren causando sabores y aromas desagradables en la etapa de fermentación no aptas para el consumo humano.

Otro problema es el inadecuado manejo que se le da a las almendras que no garantizan que sucedan todos y cada uno de los cambios bioquímicos y físicos durante la etapa de fermentación por la falta de información y/o conocimientos y la rápida salida al mercado los productores no emplean el tiempo necesario que requiere este proceso.

Diagnóstico.

El diagnóstico estratégico que se pretende llevar a cabo está enfocado mediante el método de análisis FODA, presentando las principales fuerzas y oportunidades así como también las debilidades y amenazas como obstáculos para el desarrollo productivo del cacao Nacional.

Fortalezas.

- Excelencia del cacao fino o de aroma y buen sabor producido en el país.
- Nuevos híbridos de cacao genotipo Trinitario x Nacional.

Debilidades.

- Deficiencia de programas de asistencia técnica y transferencia de tecnología en el manejo post cosecha del cacao
- Inoportuno manejo post cosecha, principalmente escasa fermentación del cacao.

Oportunidades.

- Campo de estudio de la institución disponible para la investigación.
- Interés en la aplicación de transferencia de tecnología en el manejo post cosecha del cacao.

Amenazas.

- Pérdida de calidad por mal manejo del producto
- Buenas prácticas de post cosecha aplicadas en otros países

Pronóstico.

El manejo en post cosecha puede verse afectado si no se realiza el debido control durante las etapas del mismo.

1.1.2. Formulación del problema.

Tomando en cuenta que el manejo post cosecha tiene etapas en el proceso fermentativo se formuló la siguiente pregunta de investigación

¿Cómo incide los procesos del manejo post cosecha en la calidad de cacao de los 31 híbridos interclonales en la finca experimental La Represa?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Cuáles son los métodos de fermentación que aseguran los requisitos de calidad del cacao (*Theobroma cacao* L.)?

¿Cuáles son los tipos de secadores de almendra de cacao que pueden utilizarse en el manejo post cosecha?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Evaluar las características físicas en la fermentación y secado de 31 híbridos interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Finca Experimental “La Represa”.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Evaluar el efecto de la fermentación en los parámetros productivos de 31 híbridos existentes en la Finca Experimental “La Represa”.
- Determinar los parámetros de calidad física del grano durante la fase aeróbica y anaeróbica de los diferentes tratamientos para mejorar la calidad de la almendra del cacao

1.3. Justificación.

La calidad del cacao Nacional es dependiente de múltiples factores, así como la procedencia del material genético, manejo de la cosecha al ambiente externo, manejo agronómico y el manejo post cosecha siendo este último de gran importancia, que ha tomado gran demanda por parte de los mercados internacionales donde sus exigencias se centran en la calidad del producto. La presente investigación se justifica en el estudio de las técnicas y los procesos que se realizan después de la cosecha y que poseen una gran influencia en las características físicas de materiales híbridos interclonales de cacao, las mismas que determinarán particularidades exigidas del sector cacaotero Ecuatoriano en los mercados internos y externos.

La aplicación de técnicas correctas de fermentación y secado de las almendras permitirá obtener una almendra de excelente calidad satisfaciendo las necesidades internacionales diferenciando al cacao Nacional Fino de Aroma del cacao productivo Trinitario.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

Híbrido.

Se denomina híbrido a un elemento constituido por otros elementos. El híbrido resulta del cruce de una o más variedades, se selecciona por su gran producción o por su resistencia a enfermedades o ambas haciendo de él un tipo de ser nuevo (8).

Cosecha.

Es la separación o corte de las mazorcas del árbol una vez que este haya alcanzado la completa madurez, en el cacao ocurre a los 5 o 6 meses después de fecundada la flor (9).

Post cosecha.

Se refiere a toda labor realizada después de la cosecha para acondicionar los alimentos ya sean frutos, hortalizas, cereales con destino al consumidor directo o para ser procesados. Dicho en otras palabras es el tiempo transcurrido entre la madurez del cultivo y su consumo (9).

Fenología.

Es una rama de la Agrometeorología, se trata del estudio de las etapas de desarrollo de los fenómenos periódicos, como la foliación, la floración, fructificación, entre otros, y su relación con los cambios climáticos (10).

Mucílago.

Es una sustancia viscosa, en cacao se refiere a la membrana de color blanco que recubre a la almendra o pepa de cacao, previo a su fermentación ya sea en cajas o en algún otro método (11).

Fermentación.

Es el proceso mediante el cual ocurren reacciones bioquímicas de oxidación y microorganismos (levaduras y bacterias), se forman ácidos que penetran en el cotiledón produciéndose la muerte del embrión y la sucesiva formación de percursores que permiten

en las almendras el desarrollo del sabor y aroma. Este proceso ocurre generalmente en el lapso de dos días (48 horas) (12).

Secado.

Es el complemento del proceso de fermentación, es el proceso que se realiza a granos o cereales con el fin fundamental de reducir el porcentaje de humedad para asegurar buenas condiciones al momento de ser almacenado evitando el crecimiento de hongos y el ataque por insectos (12).

El Copoazú.

Es una planta perteneciente al género *Theobroma* con características muy similares al chocolate derivado del *Theobroma cacao* de origen amazónico, la cual es aprovechada para uso comestible y tegumento como acondicionador de suelos, la parte que más se emplea en el uso nutritivo es la pulpa se puede obtener refrescos, sorbetes, néctares, dulces, jaleas, licor entre otros (13).

Remoción del cacao.

Proceso mediante el cual se logra aumentar la aireación y por consiguiente la actividad microbiana, y que además provoca una rápida elevación de la temperatura (14).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Generalidades del cultivo de cacao en el Ecuador.

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es originario de las Cuencas del Río Amazonas donde los nativos de las culturas prehispánicas conocían al árbol como una fruta de uso medicinal. Los españoles se encargaron de hacer propagar esta planta hacia el este y norte del lugar de origen hasta en lo que hoy día es México y el Caribe llegando a difundirse hasta África siendo este el continente que posee mayor producción a nivel mundial, seguido de América Central y del Sur, especialmente en Brasil y Ecuador (15).

El cacao es una especie leñosa tropical, apreciado como uno de los cultivos perennes de la familia Esterculiáceas más significativos a nivel mundial, de las variedades cultivadas el cacao tipo Nacional es reconocido por sus cualidades de aroma y sabor que lo distinguen de los demás cacaos (16). Este fruto de *T. cacao* genera empleo en la actualidad alrededor de 3,5 millones de personas con una producción anual de 3,5 millones de toneladas a nivel mundial (2).

Este árbol en la actualidad producido bajo un cultivo más intenso está limitado a 2,5 a 3,0 m adaptado así para la realización el debido control fitosanitario. El botánico Linnaeus fue quien nombro al género “Theobroma” proveniente del griego “Theos” que significa Dios y “Broma” que quiere decir comida (17). La almendra de cacao fue utilizada por los indígenas hasta que los europeos modificaron su preparación y composición logrando obtener un producto comercial del chocolate en infinitas presentaciones, adicionalmente en la actualidad se conoce que el chocolate es benéfico para la salud humana debido al contenido de flavanoles (18).

2.2.2. Importancia económica.

La producción de cacao ha generado empleo e ingresos a la economía nacional especialmente para 300.000 familias campesinas de las provincias de Los Ríos, Manabí, Guayas y El Oro, para quienes ha sido fuente de sustento, estableciendo grandes explotaciones de este cultivo y generando múltiples beneficios para desarrollar la economía de los Ecuatorianos, el cultivo de cacao esta sujeto a las condiciones del ecosistema siendo este un elemento determinante para incrementar el rendimiento (5).

El Ecuador es un país conocido por producir y exportar cacao fino de aroma, producto muy conocido y apetecido a nivel mundial en cada una de sus presentaciones, penosamente no se le da el correcto manejo de post cosecha por lo que se hace necesario indagar procesos que permitan renovar considerablemente sus características organolépticas en las etapas de fermentado y secado, el pequeño productor lleva a cabo este desarrollo con instrumentos tradicionales los cuales necesitan ser mejorados para obtener un producto con estándares de excelente calidad para así lograr mejorar la economía del país (19).

El cacao es el principal producto de la agricultura Ecuatoriana y de gran importancia ya que de los resultados de su cosecha depende la prosperidad del comercio del agricultor y del país en general, el cacao que se cosecha en el Ecuador se clasifica en cinco variedades que llevan los nombres de “Arriba, Balao, Machala, Manabí, Esmeraldas” son muy conocidos en los mercados internacionales; el tipo Arriba es considerado el mejor en producción y precio por sus excelentes características físicas y aroma presente, este cacao procede de las regiones localizadas en la Cuenca Alta del río Guayas (20).

2.2.3. Grupos genéticos del cacao.

Dentro de los grupos genéticos del cacao se distinguen tres variedades muy reconocidas las mismas que se detallan a continuación.

2.2.3.1. Criollo.

Este cacao se lo encuentra en la provincia de Esmeraldas, el término Criollo se le atribuye por los españoles, sus mazorcas son de color rojo o amarillo, sus semillas son de color blanco, tiene flores con estaminoides de color rosado pálido con un periodo de fermentación de 2-3 días, la producción de este cacao es muy inferior aunque se lo considera de alta calidad por ser muy aromático por lo que comercialmente se lo denomina “Cacao Fino” este cacao tiene características comerciales aceptables aunque presenta una baja producción (21).

2.2.3.2. Forastero.

Esta raza es cultivada en Brasil y África Occidental concentrando el 80% de la producción mundial. Las mazorcas en algunos casos son lisas y con extremos redondeados, otras se

encuentran dotadas de surcos y rugosidad con una cascara gruesa que al madurarse son de color amarillas con almendras aplanadas de color púrpura, sus flores son de color violeta y el chocolate producido por este cacao es muy básico en cuanto a sabores (22).

2.2.3.3. Trinitario.

Esta raza se obtiene al cruzar material Criollo con materiales de la Cuenca del Orinoco, ocupa del 10 al 15% de la producción mundial, siendo originario de la isla de Trinidad y Tobago. Producto de las investigaciones realizadas en Ecuador, el agrónomo Homero Castro obtuvo el clon CCN-51 este clon presenta las características de alta producción pero no con el aroma que caracteriza al tipo Nacional, adicionalmente es muy tolerante a las enfermedades, muy comercial constituyéndose en la actualidad en la base de la economía del pequeño productor (23).

2.2.3.4. Nacional (fino de aroma) de Ecuador.

El cacao Nacional fue exclusivamente cultivado en Ecuador hasta que aparecieron las enfermedades conocidas como Moniliasis y Escoba de bruja en 1920, las cuales devastaron las plantaciones de cacao Nacional en el país. Como consecuencia el cruce del cacao Trinitario fue introducido incrementándose rápidamente debido a que era más resistente al impacto de estas enfermedades, el cacao Nacional posee características propias pero muy parecidas al Forastero pero en cuanto a sabor y aroma son muy diferentes. Actualmente, hay pocas plantaciones con nacional puro, predominan los cruzamientos Nacional con Trinitario (24).

En el Ecuador existe un tipo de cacao único reconocido a nivel mundial con el nombre de “Nacional”, el cual se distingue de los demás por su sabor, aroma, suave chocolate a más de presentar una fermentación corta. Desde el siglo XIX, este cacao ha sido cultivado en las zonas de la cuenca alta del río Guayas, por sus cualidades se lo denomina cacao fino de aroma, además se le da el nombre “sabor arriba” certificación que le otorga el Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual (IEPI) (25).

El Ecuador produce más del 70% del mejor cacao fino de aroma a nivel mundial, distinguido por sus características físicas-químicas y sensoriales, que a más de ser propio

de la genética del grano es producto de un eficaz manejo de cosecha y post cosecha de las almendras del mismo, lo cual es favorable para la imagen del país (26).

2.2.3.5. Copoazú.

Es un árbol tropical, que se encuentra distribuido de forma silvestre en la cuenca amazónica en los países de Perú, Colombia, Ecuador y Brasil, el cultivo se encuentra en proceso de domesticación por lo que se está estudiando un método de propagación para su mejoramiento genético debido a que hasta ahora la principal forma de obtener esta planta es mediante semillas. Esta planta tiene una duración de 3.5 a 5 años para su cosecha, su valor reside económicamente en su fruto del cual se extrae la pulpa que es comercializada industrialmente, del mismo modo la cáscara es aprovechada como abono orgánico de cobertura en los cultivos (27).

2.2.4. Hibridación en variedades de cacao.

Las enfermedades afectan considerablemente la producción de cacao, por lo que se hace necesario incorporar resistencia a genotipos con alto rendimiento y adaptación a través de cruzamientos (28). Generalmente, se seleccionan clones con características altamente competitivas, resistentes, productivas pero en especial se debe conservar las características de aroma. En Ecuador se realiza la hibridación en cacao Nacional con el fin de aumentar la producción de cacao con certificación “Arriba”, y así mejorar indudablemente la economía del país y de las pequeñas familias productoras de este cultivo (7). La formación de los nuevos híbridos se las realiza por polinización controlada con genotipos resistentes y en condiciones óptimas (29).

2.2.5. Polinización.

Generalmente, la polinización del cacao depende de insectos y de la mano del hombre, puesto que el polen del cultivo de cacao es pegajoso y es muy difícil de que el viento pueda transportarlo, cuando se lo realiza manualmente se pueden cruzar la mejor planta padre y madre para obtener semillas de calidad, durante el proceso de polinización se selecciona la flor donadora del polen, y del progenitor femenino estas acciones deben hacerse en las condiciones apropiadas con el fin de evitar aspectos negativos durante la polinización (29).

2.2.6. Híbridos interclonales.

El cacao por ser una planta alógama se favorece por la estructura de la misma flor, lo que refleja aspectos positivos al momento de querer obtener un híbrido con características favorables como rendimientos, color de mazorca, resistencia a enfermedades y plagas entre otras; el ciclo de selección toma algunos años, donde se logra seleccionar diferentes individuos con características deseables, luego mediante polinización manual se logran los cruzamientos, con el fin de seleccionar los que mejor productividad presenten para ser presentados a los productores (30).

2.2.7. Manejo de la cosecha y post cosecha.

2.2.7.1. Cosecha.

Consiste en la separación o corte de las mazorcas del árbol y la recolección de frutos, esto debe hacerse una vez que las mismas hayan alcanzado la completa madurez; al hacerlo en periodos cortos entre una y otra cosecha hay menor riesgo de pérdida de frutos por lo que las cosechas deben ser realizadas cada 15 días en la época de lluvia y cada 30 días en la época seca (23). Generalmente, la cosecha se debe hacer cuando se detecte la presencia de frutos con un grado de madurez más o menos igual (31).

2.2.7.2. Post cosecha.

En esta etapa es imprescindible el proceso de fermentación de los granos en donde se logra obtener las máximas características de aroma y sabor, existen diversos métodos de fermentación pero los pequeños agricultores optan por el método tradicional en tendales, este método no es muy eficiente debido a que se necesitan volúmenes mínimos para realizar el proceso, motivo por el cual en estos últimos años se han desarrollado varios estudios con el fin de mejorar la post cosecha y fermentar con una condición recomendable el cacao (32). El manejo post cosecha requiere de varios criterios tales como: los costos de procesamiento y la capacidad de adoptar tecnologías post cosecha, esto afecta la decisión de los pequeños productores al momento de adoptar una determinada tecnología (33). Si bien es cierto la tecnología ayuda al desarrollo de fermentación también hay tecnología post cosecha que afecta directamente la calidad de la almendra (34).

La fermentación y secado de la almendra dan como resultado la descomposición de proteínas, aminoácidos, glucosa y fructosa que reaccionan mediante el proceso de tostado para producir productos volátiles típicos del sabor del cacao (35).

2.2.8. Beneficio de la post cosecha.

El beneficio constituye una parte esencial y decisiva para obtener un excelente porcentaje de fermentación según la norma INEN-176 y dar lugar a una correcta comercialización. Se define como benéfico al ligado de buenas prácticas que tienen que ver con la transformación biológica que deben tolerar las almendras una vez cosechadas, el beneficio comprende, cosecha, fermentación, secado y almacenado del cacao (36).

El objetivo de esta práctica en el cultivo del cacao es el aprovechar sus almendras en la industria en derivados como el chocolate, bebidas, polvos para hornear, elaboración de helados a más de emplear una pequeña parte para la industria farmacéutica y cosmética (37).

2.2.9. Fermentación.

Las semillas recubiertas por la pulpa de mucílago son sometidas a la fermentación, proceso fundamental para la obtención de alimentos de excelente calidad. Los fenómenos que ocurren durante este proceso son la actividad microbiana en la pulpa mucilaginosa con obtención de alcohol y ácidos, y complicadas reacciones bioquímicas en el interior de los cotiledones, todo esto es producido por microorganismos y estas transformaciones facilitan el secado de las almendras (38).

Para el perfeccionamiento de las particularidades de la calidad del sabor en los granos de cacao es fundamental realizar la fase de fermentación, durante este proceso las reacciones bioquímicas son provocadas dentro de las almendras, originando cambios para formar los precursores del aroma de las mismas, al realizar la adecuada fermentación se logra la reducción del sabor amargo y de la astringencia que son características sensoriales no deseadas en las almendras al momento de la transformación en la industria (17). Los azúcares de la pulpa de las almendras de cacao son fermentados por microorganismos provocando la muerte del embrión para así dar origen a los precursores del sabor que forman parte en la elaboración del chocolate (39).

Durante la fermentación no solo le elimina la pulpa que recubre el grano sino que es una etapa fundamental para el desarrollo de las características físicas de calidad ya que la fermentación tiene implicaciones comerciales significativas (40). Es una fase muy crítica donde interviene la continuidad de remoción y el método que se ha de utilizar para la fermentación seguido del secado debe tener una secuencia para no afectar al grano (41).

2.2.10. Métodos de fermentación.

Grefa manifiesta que en nuestra zona los métodos más utilizados son: fermentación en montones, fermentación en cajas y micro fermentación propuesto por Rohan (42).

2.2.10.1. Fermentación en montones.

Es uno de los métodos más utilizados, consiste en amontonar las almendras del cacao sobre un piso que puede ser de (cemento, caña o madera) y recubiertas con hojas de bijao (*Heliconia* spp.) o plátano (*Musa paradisiaca*), proceso que se realiza para elevar la temperatura. La fermentación dura 4 días y los montones deben estar removiéndose cada 48 horas para que todas las almendras puedan ser fermentadas homogéneamente, este tiempo puede depender de la variedad de cacao (42). El fermentar en montones tiene sus ventajas tales como: que el mucilago drene fácilmente, pero también tiene sus desventajas como se encuentra expuesto en la superficie este puede ser dañado por animales domésticos como cerdos, gallinas, perros entre otros (43).

2.2.10.2. Fermentación en sacos.

Muchos agricultores optan por esta metodología ya que para ellos es muy sencillo y les permite almacenar sus almendras de cacao, este proceso consiste en colocar el producto en sacos de yute o plástico durante 5 a 6 días estos sacos en bodegas en condiciones favorables, adicionalmente se debe cambiar los sacos cada 2 días, para permitir el fluido normal emitido por las almendras recién cosechadas, aunque es un método muy sencillo y de bajo costo no asegura un alto porcentaje de fermentación ya que dificulta las remociones del grano dejando algunas almendras en mal estado (15).

2.2.10.3. Fermentación en cajas de micro fermentación Rohan.

Este método consiste en fermentar en cajas de madera de: 1,57 m de largo, 0,75m de ancho y 0,10 m de profundidad que tienen en el interior de la caja 24 compartimientos con divisiones de 0,16 m de ancho y largo, estos compartimientos tienen capacidad para dos kilogramos, el factor clave en la caja de Rohan es el grosor de las capas de almendras ya que la mayor fermentación se produce en los primeros 10 cm de profundidad (44).

Las semillas de *T. cacao* son la única materia prima para el chocolate por lo tanto deben ser procesadas de forma eficaz para que desarrollen los precursores necesarios, esto solo se logra con el proceso de fermentación. El grano de cacao se fermenta mejor en cajas debido a la capa fina que permite adquirir incrementos en la temperatura de la masa de cacao y facilita la remoción del grano, los mismos que son parámetros claves para la formación del aroma son el efecto del calor y la edificación (45).

2.2.11. Secado.

Esta fase es la continuación de las reacciones químicas internas que conducen al desarrollo del sabor y aroma de las almendras bien fermentadas, por lo que es uno de los procesos de gran importancia, basado en el movimiento al aire para eliminar la humedad del grano hasta un 7% de humedad interna y así evitar el daño por agentes patógenos (46). Actualmente la técnica de secado depende en su gran parte de los recursos que disponga el agricultor y de la medida de escala de producción (47).

En el secado continuarán las transformaciones químicas iniciadas en la fermentación, durante el secado se evapora el ácido acético junto con el proceso de eliminación de humedad (48). Durante el secado al disminuir los volátiles y polifenoles existentes se reducen los niveles de acidez y astringencia en los granos lo que mejora el aroma y sabor en el producto acabado (40).

2.2.11.1. Métodos del secado.

Desde el punto de vista físico, consiste en la reducción del porcentaje de humedad de las almendras del cacao que tienen una permanente de 50 por ciento de humedad que se requiere eliminar para mejorar las características físicas (43), los métodos más empleados por los agricultores se detallan a continuación:

2.2.11.2. Secado en tendales.

Consiste en eliminar el exceso de mucílago que haya quedado en el grano, esto se lo hace exclusivamente cuando hay suficiente radiación solar, la mayoría de los productores lo realizan durante dos días. el punto exacto para saber si está listo el pre-secado se puede determinar luego de tomar y apretar un puñado de granos semi-secos, si estos se separan significa que están listo para la comercialización, de lo contrario, si permanecen unidos significa que necesitan perder más mucílago (32).

Esta técnica sigue siendo actualmente la más empleada especialmente por los pequeños productores debido a sus costumbres y la facilidad de este proceso, los productores aseguran que los granos expuestos al sol poseen una mejor calidad de sabor y son menos ácidos debido al transcurso de secado suave que se le brinda a las almendras, características que no se logran con otras técnicas (47).

2.2.11.3. Secado en marquesinas.

Este tipo de secado se realiza para proteger el granos de cacao de la lluvia teniendo como principal ventaja que se lo puede utilizar durante todo el año, la marquesina son construidas de madera y cubierta por material polimérico, cubierta a su vez la parte superior y el contra piso. La primera cubierta separa del piso a una altura de dos metros y el contra piso está conformado por una malla metálica horizontal suspendida aproximadamente a un metro del piso, la cubierta lateral tiene la finalidad de que exenta un flujo de aire en el interior tipo circular y se concentre el vapor de agua para ser expulsado del interior de la marquesina ya que este flujo de aire ingresa por el contra piso (49).

2.2.11.4. Secado artificial.

Generalmente, este tipo de secado se lo realiza donde hay plantaciones de cacao sembradas en grandes cantidades o donde el clima de la localidad no permita un secado natural, consiste en usar baterías, adecuando una fuente de calor artificial la que permite el paso del aire caliente por la masa o almendras de cacao secándolas pero siempre teniendo en cuenta las normas de calidad del mismo, se recomienda iniciar el secado a una temperatura cercana a los 50°C por un mínimo de 5 horas y subir la temperatura hasta llegar a los 60°C que es lo recomendable en esta técnica (36).

El secado artificial es una técnica intensiva de energía que emplea alrededor de 15-25% de la energía industrial en la mayoría de los países, es un proceso que puede ser no aceptado y que degrada los nutrientes existentes en las almendras (41). También se pueden emplear un cilindro rotatorio, empleado para describir el modelo físico de una cámara para secado artificial de granos de cacao (42).

2.2.12. Terminado del secado.

Una vez secado el cacao se limpia de cuerpos extraños que se hayan adquirido durante la cosecha, también se separan los granos defectuosos para no afectar la calidad de los demás, esto se lo puede realizar con la ayuda de equipos si se posee los recursos en caso de que sean grandes producciones pero si no se presenta esta facilidad se lo realiza a mano o con ayuda de una zaranda; se afirma que se termina el proceso de secado cuando el porcentaje está debajo de los 7% caso contrario la almendra estará dispuesta al ataque de hongos que contaminan y por ende generan malos olores y sabores no aptos para la industria (50).

2.2.13. Calidad del cacao.

La calidad del cacao está asociada directamente con el proceso adecuado de post cosecha, de este depende las particularidades de la misma (51). Los procesos de transformación de cacao y procedimientos agrícolas, entre otros son factores que incrementan el costo (oferta y demanda) al momento de sacar al mercado los derivados del cacao (52). El cultivo de cacao es uno de los productos que genera ingresos económicos en todo el país, especialmente para los agricultores por lo que debe ser mejorado genéticamente al fin de cumplir con las cualidades exigidas en los mercados, rendimiento, calidad de las almendras así como la aprobación y satisfacción del mismo por los clientes (53).

2.2.14. Calidad física.

La evaluación de calidad física de las almendras es una valoración de gran importancia ya que de ello depende las cualidades comerciales de las mismas, adicionalmente es donde se puede medir el grado de fermentación adquirida externa e internamente logrado durante el proceso de post cosecha. La calidad física se distingue por la coloración que presentan los granos, los mejores resultados se observa fermentando en cajas de madera en un lapso de 4 y 5 días (54).

Tradicionalmente el fermentado en cajones de madera y secado al sol han sido los promotores de las cualidades físicas de las almendras, así como también los percusores del sabor de las mismas. Sin embargo se pueden probar otras opciones, según señalaron Álvarez *et al.* (55). Quienes obtuvieron el óptimo atributo físico de las almendras probando la fermentación en cestas plásticas mediante diferentes frecuencias de remoción durante 5 días de fermentación, obtuvieron un producto con características deseables de calidad.

El cacao debe reunir los requisitos esenciales para su consumo, esto hace que los grandes productores fabricantes de los mejores chocolates estén interesados en ofrecer a sus consumidores un producto con características aceptables (50).

2.2.14.1. Almendras de color marrón rojizo o café.

Esta coloración se observa cuando el grano posee una fermentación y secado óptimo una vez que los ácidos han matado el embrión desaparece el color púrpura y se observa un color marrón rojizo o café. Generalmente, cuando presentan esta coloración se deduce que están aptos para la producción de chocolates de alta calidad dado que posee las características organolépticas deseables.

2.2.14.2. Almendras de color medianamente marrón o violeta.

A menudo se presenta esta coloración cuando las almendras presentan una fermentación media, es decir, los ácidos no terminaron su función, pero igual son aprovechadas para la elaboración de chocolate.

2.2.14.3. Almendras violetas.

Habitualmente presentan esta coloración cuando los ácidos no penetraron al cotiledón generando una fermentación incompleta, se observa el cotiledón compacto de color violeta intenso y con sabor poco deseable.

2.2.14.4. Almendras pizarras

Normalmente se observa almendras de color gris negruzcas compactas con sabores de astringencia y amargos debido a que no hubo ningún efecto de la fermentación.

2.2.15. Norma de calidad comercial INEN 176.

Esta norma establece los requisitos de calidad y clasificación para el cacao en grano, estas cualidades deben estar presentes en las almendras para la comercialización.

Tabla 1. *Requisitos de calidad del cacao Arriba y clon CCN-51 en grano (56).*

Requisitos	Unidad	Cacao Arriba					CCN-51
		ASSPS	ASSS	ASS	ASN	ASE	
Cien granos pesan	G	135-140	130-135	120-125	110-150	105-110	135-140
Buena fermentación (Min)	%	75	65	60	44	26	65***
Ligera fermentación* (Min)	%	10	10	5	10	27	11
Total fermentado (Min)	%	85	75	65	54	53	76
Violeta (Max)	%	10	15	21	25	25	18
Pizarroso/pastoso (Max)	%	4	9	12	18	18	5
Moho (Max)	%	1	1	2	3	4	1
Totales (análisis sobre 100 almendras)	%	100	100	100	100	100	100
Defectuoso (Max) análisis sobre 500 g	%	0	0	1	3	4**	1
TOTAL FERMENTADO	%	85	75	65	54	53	76

ASSPS: Arriba Superior Summer Plantación Selecta.

ASSS: Arriba Superior Summer Selecto.

ASS: Arriba Superior Selecto

ASN: Arriba Selección Navidad

ASE: Arriba Superior Época

* Coloración marrón violeta

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

*** La coloración varía de marrón a violeta.

2.2.16. Trabajos previos al manejo post cosecha de híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.).

En el trabajo de investigación *Caracterización físico-química y sensorial de treinta materiales elites de cacao (Theobroma cacao L.)*, realizado en la Finca Experimental de la UTEQ, “La Represa”, se observó que las almendras de cacao bajo el efecto de micro cajas de fermentación en la variable prueba de corte presentaron un promedio general de 75.68 almendras bien fermentadas, mostrando no significancia entre los tratamientos en estudio, sin embargo, hubieron tratamientos con índices de optima fermentación sobresaliendo a los testigos (1).

La investigación *Auto – compatibilidad genética y calidad física de almendra en veinte híbridos interclonales de cacao (Theobroma cacao L.)* efectuado en la finca “La Represa”, mostró un índice de semilla general de 1.25, mientras que en el número de almendras en 100 gramos, se observó un promedio general de 78 unidades, debido a que el peso está directamente relacionado con el tamaño, existiendo diferencias entre los híbridos en estudio (57).

En la investigación *Evaluación agronómica de híbridos de cacao (Theobroma cacao L.), para selección de alto rendimiento y resistencia en campo a Moniliasis*, se observó que en cuanto a la variable índice de mazorca, el híbrido PA – 169 x RIM – 117 presenta un IM =10 necesitando tan solo 10 mazorcas para formar un kilogramo de cacao seco, diferenciándolo del híbrido, UF – 273 x SCA – 6 que requiere más de 25 mazorcas para formar 1k de cacao seco (58).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La investigación se efectuó en la Finca Experimental “La Represa”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), localizada en el recinto Fanta, kilómetro 7.5 de la Vía San Carlos - Quevedo provincia de Los Ríos. Su ubicación geográfica corresponde a 1°03`18`` de latitud Sur y 79°25`24`` de longitud Oeste, localizada en una zona clasificada como bosque húmedo tropical a una altura de 90 msnm, la investigación tuvo una duración de tres meses en época lluviosa.

3.1.1. Características Agro-climatológicas del Lugar Experimental.

Las características agroclimáticas del lugar del experimento son las siguientes: temperatura promedio de 26°C, con pH 5.7

Tabla 2. *Valores diarios, Del Instituto Nacional de Meteorología e hidrología-División de Meteorología-Departamento de sinóptica-Estación Pichilingue*

Parámetro	Promedio
Temperatura promedio:	26 °C
Humedad relativa:	83.2 %
Heliofanía:	1041.1 horas/luz/año
Precipitación:	3229.3 mm/año

Fuente: (59).

3.2. Tipo de investigación.

La investigación fue de tipo diagnóstica-exploratoria obtenida mediante las variables empleadas y un objetivo general para evaluar las características físicas de almendras durante la fermentación y secado de 31 híbridos interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Finca Experimental “La Represa”.

- El estudio tiene antecedentes con diversas técnicas de manejo después de su cosecha empleadas en varios materiales clonales, pero actualmente se necesita conocer las tecnologías de post cosecha en los nuevos 31 híbridos interclonales.

- La presente investigación se convertirá en un referente para los trabajos que indaguen de una forma más profunda el uso de nuevos métodos en el manejo post cosecha en nuevos híbridos.

3.3. Métodos de investigación.

El método empleado en la investigación fue de observación. Se evaluaron las características físicas en la fermentación y secado de 31 híbridos interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre los parámetros productivos (número de mazorcas sanas, número de mazorcas enfermas, rendimiento kg/ha/año), índices de calidad física del cacao (índice de semilla, índice de mazorca, número de almendras en 100 g, porcentaje de testa, largo y ancho de la almendra) y prueba de corte (porcentaje de fermentación).

3.4. Fuentes de recopilación de información.

La información recopilada en la investigación se la obtuvo de fuentes primarias a través de la observación directa en el campo y fuentes secundarias tales como: revistas, artículos científicos, libros, documentos de tesis, entre otros.

3.5. Diseño de la investigación.

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con 31 tratamientos (híbridos interclonales pertenecientes al programa de cacao de la Unidad de Investigación Científica y Tecnológica de la UTEQ, más un testigo JHVH-10), con tres repeticiones y 10 unidades experimentales de cada tratamiento en estudio, tal como se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos.

N°	Dyrcyt-h	Tratamientos	Genotipo	U.E	R
1	272	LR17 X L46H88	Trinitario x Nacional	10	3
2	273	LR17 X L12H27	Trinitario x Nacional	10	3
3	274	CCN-51 XL46H75	Trinitario x Nacional	10	3
4	275	LR18 X T19	Trinitario x Nacional	10	3
5	276	CCN-51 X L46H57	Trinitario x Nacional	10	3
6	277	CCN-51 X L49H98	Trinitario x Nacional	10	3
7	278	LR17 X JHVH-10	Trinitario x Nacional	10	3
8	279	CCN-51 X L4H98	Trinitario x Nacional	10	3
9	280	CCN-51 X L26H64r1	Trinitario x Nacional	10	3
10	281	CCN-51 X L26H64	Trinitario x Nacional	10	3
11	282	LR14 X L12H27	Trinitario x Nacional	10	3
12	283	LR14 X L46H67	Trinitario x Nacional	10	3
13	284	LR20 X L12H27	Trinitario x Nacional	10	3
14	285	LR20 X L40H49	Trinitario x Nacional	10	3
15	286	LR20 X L8H12	Trinitario x Nacional	10	3
16	287	LR18 X L12H37	Trinitario x Nacional	10	3
17	288	LR18 X LN3H27	Trinitario x Nacional	10	3
18	289	LR18 X L21H38	Trinitario x Nacional	10	3
19	290	LR14 X L13H37	Trinitario x Nacional	10	3
20	291	LR14 X L46H75	Trinitario x Nacional	10	3
21	292	LR46H75 X LR14	Trinitario x Nacional	10	3
22	293	LR20 X L40H66	Trinitario x Nacional	10	3
23	294	LR15 X L20H43	Trinitario x Nacional	10	3
24	295	LR16L11H18 X L19H43	Trinitario x Nacional x Nacional	10	3
25	296	LR14 X LR16L18H58	Trinitario x Nacional	10	3
26	297	LR20H21XLR14X L18H58	Trinitario x Nacional x Nacional	10	3
27	298	LR19 X L42H80	Trinitario x Nacional	10	3
28	299	LR14L26H64 X L46H66	Trinitario x Nacional	10	3
29	300	LR20H26XLR18X L49H98	Trinitario x Nacional	10	3
30	301	LR19 X LR18L26H64	Trinitario x Nacional x Nacional	10	3
31	302	JHVH-10 (Testigo)	Trinitario	10	3

DYRCYT-H = Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

JHVH-10 = Testigo

R = repetición

UE = Unidad experimental

Para determinar las diferencias estadísticas entre tratamientos se empleó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Tabla 4. *Esquema de Análisis de Varianza.*

Fuente de Variación	Formula	Grados de libertad
Tratamientos	t-1	30
Error experimental	t (r-1)	62
Total	t*r-1	92

Elaborado: Autor

El modelo matemático:

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

Dónde:

Y_{ij} = Valor de la variable respuesta i "ésimo" efecto de las observaciones

μ = Valor de la media general

T_i = Efecto de los tratamientos en estudio

E_{ij} = Error experimental o efecto aleatorio.

3.6. Instrumento de investigación.

Entre los instrumentos utilizados en la investigación están la observación directa en el campo, síntesis y registro de datos de las variables que fueron evaluadas mediante un libro de campo y luego plasmadas en los resultados.

3.6.1. Variables evaluadas.

3.6.1.1. Número de mazorcas sanas (#).

El registro de datos para esta variable se obtuvo al cosechar y contar el número de mazorcas sanas por árbol de cada tratamiento.

3.6.1.2. Número de mazorcas enfermas (#).

El registro de datos para este descriptor se efectuó al mismo tiempo que el variable número de mazorcas sanas realizando el conteo de mazorcas enfermas por árbol.

3.6.1.3. Rendimiento (kg/ha/año).

El rendimiento de cacao seco por año (kg ha^{-1}) se estimó con el peso seco en gramos de cada tratamiento, este resultado se transformó a kilogramos por hectárea y año.

3.6.1.4. Temperatura de la masa (°C).

La temperatura de la masa durante el proceso de fermentación se obtuvo en las tardes cada 24 horas con la ayuda de un termómetro a 5 cm de la superficie de la masa.

3.6.1.5. Índice de mazorcas (#).

Esta variable se refiere al número de mazorcas necesarias (20-22 mazorcas) para obtener un kilogramo de cacao seco, se recolectaron mazorcas maduras y sanas y se lo determino mediante esta fórmula:

$$\text{IM} = \frac{\text{Número de mazorcas}}{\text{peso en gramos de las almendras secas de las mazorcas}} \times 1000$$

3.6.1.6. Índice de semillas (g).

De las mazorcas recolectadas para determinar el IM, se tomaron 300 semillas fermentadas y secadas correctamente, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IS} = \frac{\text{Peso en gramos de 300 semillas fermentadas y secas}}{\text{Número de semillas (300)}}$$

3.6.1.7. Número de almendras en 100 gramos (#).

Se tomaron al azar muestras de almendras que fueron pesadas en una balanza hasta obtener 100 gramos, posteriormente se registró el número de almendras que completaron los 100 gramos.

3.6.1.8. Largo y ancho de la almendra (cm).

Se seleccionaron almendras al azar, que luego estas fueron medidas con la ayuda de un hoja milimetrada, el ancho se realizó de la parte más ancha de la almendra y así mismo del largo que se tomó desde la base del embrión hasta el ápice.

3.6.1.9. Porcentaje de testa (%).

En esta variable se pesaron almendras fermentadas y secas, para luego proceder a descascarillarlas y pesar el cotiledón por separado, el porcentaje de Testa se determinó mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ de Testa} = \frac{(\text{Peso de testa})}{\text{Peso de amendras}} \times 100$$

3.6.1.10. Peso de cien almendras (g).

Se seleccionaron al alzar almendras fermentadas y secas de cada tratamiento, que se colocan en una abalanza para luego registrar su peso, las mismas almendras fueron utilizadas en la prueba de corte.

3.6.1.11. Porcentaje de fermentación (%).

Esta variable se registró a través de una prueba de corte, siguiendo el procedimiento de la norma ecuatoriana INEN 176, consistió en partir a lo largo 100 almendras tomadas al azar por cada muestra, las mismas que fueron colocadas sobre un fondo blanco, en base a las características se las clasificó se la siguiente manera: bien fermentadas, Medianamente fermentadas, fermentación total, violetas, pizarras y con presencia de moho, estos valores se expresaron en porcentajes, estas almendras fueron fermentadas en una caja micro-fermentadora de madera de laurel con dimensiones de 1.57 m de largo y 0.75 m de ancho, en la misma caja se realizó el secado después de ser fermentadas las almendras

exponiéndolas al sol hasta alcanzar el 7% de humedad como indicador final del secado debe estar crujiente al tomar y presionar un puñado de almendras.

3.6.1.12. Análisis de correlación.

Se realizó un análisis de correlación lineal de Pearson (+1-1) de las variables físicas de 31 híbridos interclonales procedentes de la Finca Experimental La Represa.

3.7. Tratamientos de los datos.

El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza ANOVA y las medias fueron comparadas mediante la prueba del Test de Tukey ($P \leq 0.05$), con la utilización del paquete estadístico de Software libre, cuadros y figuras y el procedimiento de los datos se efectuó en Excel paquete Office de Microsoft.

3.8. Recursos humanos y materiales.

En la presente investigación se contó con la contribución de talentos humanos como el Director del proyecto de investigación Ing. Vera Chang Jaime y la Autora del proyecto de investigación Espín García Elba Susana.

Para desarrollar la investigación fue necesario el uso de materiales y equipos, los mismos que detallan en el enunciado posterior.

3.8.1. Materiales de campo.

- Cruces de cacao (híbridos)
- Cámara fotográfica
- Gavetas plásticas
- Tijeras podadoras
- Mochila
- Estiletes
- Balanza eléctrica
- Balanza portátil
- Fundas plásticas
- Caja de fermentación de 24 compartimientos

- Fundas de papel
- Baldes plásticos
- Marcador permanente
- Termómetro
- Papel milimetrado

3.8.2. Materiales de oficina.

- Computador
- Lápiz y bolígrafo
- Grapadora
- Impresora
- Pen driver
- Hojas A4
- Libro de campo
- Calculadora

3.9. Manejo del experimento.

3.9.1. Poda de mantenimiento.

Se realizaron las podas de mantenimiento con el fin de contribuir al desarrollo de la planta, así mismo se eliminaron las ramas enfermas con Escoba de bruja y los chupones.

3.9.2. Control de malezas.

Se efectuó un control de malezas manual en el área del experimento con el fin de mantener limpio el cultivo para su cosecha, este control se hizo varias veces durante la época lluviosa.

3.9.3. Cosecha.

Se cosecharon las mazorcas fisiológicamente maduras y sanas por cada tratamiento en estudio. La masa fresca obtenida se colocó en fundas con su respectiva identificación para luego estas ser llevadas al sitio donde posteriormente se fermentaron, esto se lo realizó cada quince días dependiendo de la disponibilidad de mazorcas maduras.

3.9.4. Fermentación.

Cada muestra fue colocada en los cajones de madera previamente identificadas con el nombre del híbrido y tratamiento, posteriormente se taparon con hojas de verde, sacos de yute y un plástico por 5 días. Cada 2 días se realizaba la remoción de la masa con el fin de obtener una fermentación equitativa.

3.9.5. Secado.

Terminada la fermentación se procedió al secado al sol, dentro de los cajones de madera hasta llegar a un 7 % de humedad, aspecto requerido para obtener las cualidades físicas de calidad y/o comercialización.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de la temperatura de la masa en los híbridos interclonales de cacao durante la fase anaeróbica.

4.1.1. Temperatura (°C).

Este es factor de gran importancia durante la fermentación razón por la cual se la considero en la interpretación de los resultados. En el análisis de varianza no se observó significancia estadística en los cuatro días, siendo relativamente iguales las temperatura del día 1, 2, 3, 4, al presentar igualdad entre los tratamientos.

Resultados opuestos se presentan en la investigación llevado a cabo por Ortiz *et al.*, (60), se obtuvieron diferencias estadísticas en el estudio del tiempo de fermentación y la remoción de la masa en el cacao Criollo y Forastero, en almendras fermentadas en cajas de madera por 5 días con distintas frecuencias de remoción a las que se les midió la temperatura con la ayuda de un termómetro calibrado de 0 a 100 °C.

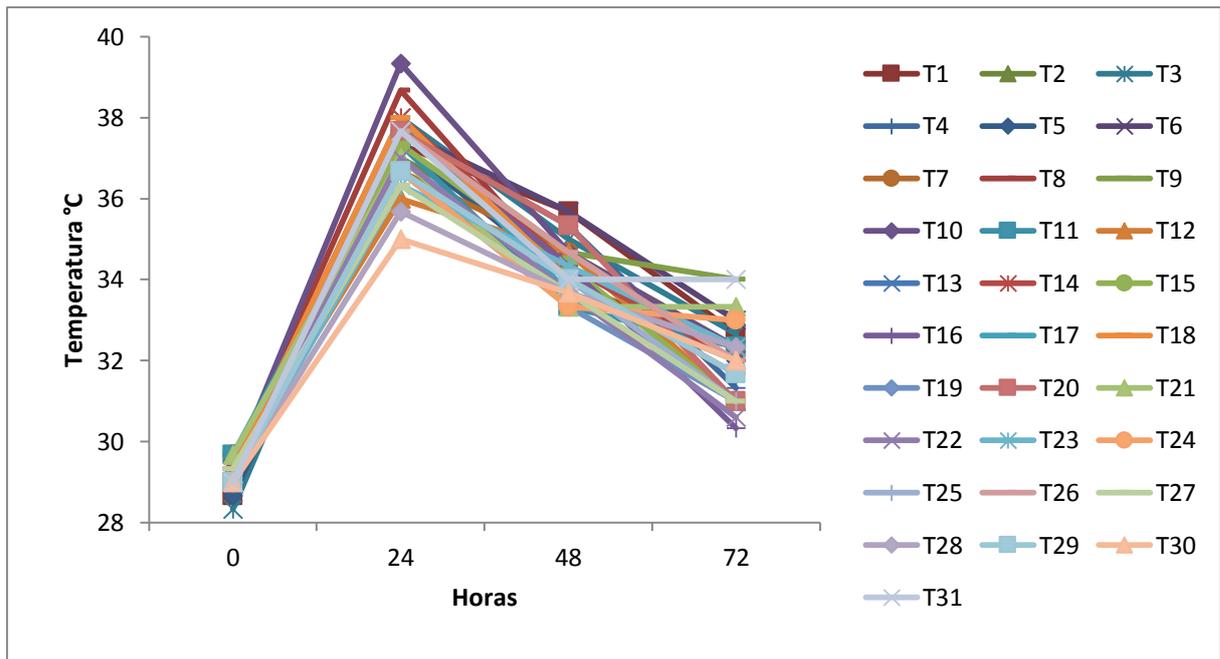


Figura 1. Descripción de la temperatura de la masa de cacao en las diferentes horas, FCP – UTEQ. 2017.

4.2. Índices productivos de cacao.

4.2.1. Número de mazorcas sanas (#).

El análisis de varianza del factor en estudio número de mazorcas sanas reveló significancia estadística, indicando el valor más alto para el T22. DYRCYT-H – 293 con 17.33 mazorcas sanas, mientras que los valores mínimos residen sobre el T6. DYRCYT-H – 297 y T11. DYRCYT-H – 282 respectivamente, con valores de 10 mazorcas sanas por tratamiento, el promedio general fue de 12.26 y un coeficiente de variación de 19.80 %, (Tabla 5).

Los valores actuales superan a los registrados por Sánchez *et al.*, (61), donde se estudió el efecto de cuatro especies maderables; Guayacán, Laurel, Fernán Sánchez y Caoba, más dos tipos y niveles de zeolitas incluidas en la fertilización química sobre el número de mazorcas sanas del cacao CCN-51 en las dos épocas del año, en este se observó un coeficiente de variación de 44.30 %, mientras que el mayor número de mazorcas sanas fue de 12, en época seca bajo el efecto de la sombra de la especie maderable Fernán Sánchez.

Según Sánchez *et al.*, (62), quienes evaluaron el potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador en las localidades de Quevedo y Tenguel, lugares donde se estudió el comportamiento de 10 clones experimentales de tipo Nacional (*Theobroma cacao* L.), se encontraron datos similares a los de la actual investigación, donde el clon L46-H57 y el testigo CCN-51 presentaron los mayores promedios de mazorcas sanas 14.5 y 11.2, y totales 22.2 y 18.9, respectivamente.

Por otra parte Escobar (63), quien monitoreó el comportamiento de seis clones de cacao frente a las condiciones ambientales del sector de Guasaganda, durante seis años, registró un índice de mazorcas sanas de 208 el clon EET-103.

4.2.2. Número de mazorcas enfermas (#).

El análisis de varianza de la variable número de mazorcas enfermas reveló significancia estadística, el número de mazorcas enfermas más alto fue para el T1. DYRCYT-H – 272 con 6.33 mazorcas, los valores mínimos se vieron reflejados en el T30. DYRCYT-H – 301, con 0.33 mazorcas enfermas, con un coeficiente de variación de 32.64 % y un promedio general de 2.20 (Tabla 5).

Maldonado (4) registró valores superiores a los del actual trabajo de investigación cuando evaluó el desarrollo varias prácticas de manejo (poda sanitaria, mantenimiento y rehabilitación, aceleración de la descomposición del material vegetal, entre otras), para reducir la incidencia de las enfermedades (monilia, mazorca negra y escoba de bruja) en los clones de cacao control (*T. cacao*), encontrando un índice de mazorcas enfermas de 15.62 y afectadas con monilla 5.64.

De la misma forma se observa con los datos de Solís *et al.*, (58) quienes realizaron una indagación de cuatro años, donde se estudia el manejo agronómico de 11 familias híbridas de cacao (*Theobroma cacao* L.) resistentes a moniliasis, en plantas obtenidas mediante polinización controlada de clones bajo condiciones del trópico húmedo, el trabajo presentó un promedio general de mazorcas enfermas de 12.83.

Según datos registrados por Sánchez *et al.*, (3), quienes estudiaron el comportamiento agronómico de 150 clones de cacao Nacional en la Finca Experimental “La Represa”, durante el año de investigación en el mes de Junio se proyecta el mayor número de mazorcas enfermas con un promedio general de 7.5.

4.2.3. Rendimiento (kg/ha/año).

En el ANOVA se observó diferencias altamente significativas para la variable rendimiento kg/ha/año, el rendimiento más alto se reflejó sobre T10. DYRCYT-H – 281 con 818.67 kg/ha/año, diferente del T30. DYRCYT-H – 293 con un rendimiento de 485.37 kilogramos por hectárea al año, el Coeficiente de Variación fue de 15.82 y un promedio general de 648.26 kg/ha/año.

Estos valores superan a los datos registrados por Sánchez *et al.*, (61) quienes evaluaron el efecto de cuatro especies maderables y dos tipos de zeolita, efecto del uso de fertilización química, obteniendo el mayor rendimiento en época seca de 623.37 kg/ha/año con la asociación de Fernán Sánchez y un coeficiente de variación de 49.36 %.

Mientras que en la indagación de Rúaless *et al.*, (64) obtuvieron valores que duplican a los de la actual investigación, bajo el efecto de la fertilización química donde al T1 se le aplicó (500 g de Yaramila Hydran + 350 g de Nitrabor + 250 g Kmag y 25 g KCl granulado), y al T2 se le aplicó la mitad de lo que se le aplicó al primer tratamiento, alcanzando un rendimiento de 2910 kg/ha/año bajo el efecto de la fertilización química del T1.

De igual manera Vera *et al.*, (65) registraron valores superiores a los actuales cosechando frutos provenientes de la polinización artificial en el clon CCN-51 de 7 años de edad, donde el T3 (Presión de aire con neblinadora sobre el suelo) presenta un rendimiento de 1243.64 kg

Tabla 5. Promedios estadísticos de los índices productivos, NMS: Número de mazorcas sanas; NME: Número de mazorcas enfermas; Rend. Kg/ha/año: Rendimiento kilogramos/hectárea/año; CV (%): Coeficiente de variación; Max: valor máximo; Min: valor mínimo. Presentes en 31 híbridos interclonales de cacao (*Theobroma cacao L.*), provenientes de la Finca Experimental “La Represa”. UTEQ – FCP. 2017.

	TRATAMIENTOS	NMS (#)		NME (#)		Rend. (kg/ha/año)	
T1	DYRCYT-H – 272	15,00	ab	6,33	a	716,59	ab
T2	DYRCYT-H – 273	16,33	ab	4,00	ab	608,27	ab
T3	DYRCYT-H – 274	10,66	ab	1,33	ab	552,03	ab
T4	DYRCYT-H – 275	11,00	ab	2,33	ab	739,51	ab
T5	DYRCYT-H – 276	10,33	ab	2,00	ab	691,60	ab
T6	DYRCYT-H – 277	10,00	b	1,00	ab	566,61	ab
T7	DYRCYT-H – 278	15,00	ab	4,67	ab	783,25	ab
T8	DYRCYT-H – 279	11,33	ab	2,00	ab	697,85	ab
T9	DYRCYT-H – 280	11,00	ab	5,33	ab	577,03	ab
T10	DYRCYT-H – 281	13,33	ab	4,33	ab	818,67	a
T11	DYRCYT-H – 282	10,00	b	0,67	ab	708,27	ab
T12	DYRCYT-H – 283	11,00	ab	0,67	ab	573,69	ab
T13	DYRCYT-H – 284	13,66	ab	1,67	ab	737,43	ab
T14	DYRCYT-H – 285	11,66	ab	0,67	ab	727,01	ab
T15	DYRCYT-H – 286	11,33	ab	2,33	ab	674,93	ab
T16	DYRCYT-H – 287	11,67	ab	1,00	ab	654,10	ab
T17	DYRCYT-H – 288	11,00	ab	1,33	ab	658,27	ab
T18	DYRCYT-H – 289	16,33	ab	3,00	ab	552,03	ab
T19	DYRCYT-H – 290	14,00	ab	1,67	ab	493,70	ab
T20	DYRCYT-H – 291	12,33	ab	1,00	ab	670,76	ab
T21	DYRCYT-H – 292	10,33	ab	1,33	ab	661,60	ab
T22	DYRCYT-H – 293	17,33	a	5,33	ab	608,27	ab
T23	DYRCYT-H – 294	12,33	ab	0,67	ab	497,87	ab
T24	DYRCYT-H – 295	10,33	ab	0,67	ab	491,62	ab
T25	DYRCYT-H – 296	10,67	ab	0,67	ab	681,18	ab
T26	DYRCYT-H – 297	12,33	ab	2,67	ab	791,59	ab
T27	DYRCYT-H – 298	11,00	ab	2,67	ab	602,02	ab
T28	DYRCYT-H – 299	11,67	ab	2,33	ab	681,18	ab
T29	DYRCYT-H – 300	12,00	ab	2,00	ab	647,85	ab
T30	DYRCYT-H – 301	10,67	ab	0,33	b	485,37	b
T31	JHVH-10 (Testigo)	14,33	ab	2,33	ab	643,69	ab
Promedio		12,26		2,20		648,26	
CV (%)		19,80		32,64(-)		15,82	
Max		17,33		6,33		818,67	
Min		10,00		0,33		485,37	

Los promedios con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey ($p \geq 0.05$)

(-) Datos transformados a $\sqrt{n + 0,5}$

4.3. Índices de calidad física del cacao.

4.3.1. Índice de mazorca (#).

El análisis de varianza de la variable índice de mazorca mostró diferencias altamente significativas, siendo el T24. DYRCYT-H – 295 el de mayor índice con 26.13 mazorcas, seguido del T10. DYRCYT-H – 281 y T26. DYRCYT-H – 297 con 15.98 y 15.90 mazorcas, respectivamente, el promedio general fue de 20.18 con un Coeficiente de Variación de 15.58%.

Datos semejantes registraron Graziani *et al.*, (66). Quienes seleccionaron parcelas de la localidad Cumboto con el fin de determinar las cualidades físicas de los tipos de cacao Criollo, Forastero y Trinitario, encontrando que en la localidad de Cumboto presentó el mejor índice de mazorca en los tres tipos de cacao reflejando en un índice de 25 mazorcas.

Mientras que Zambrano (67) al evaluar 150 genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Finca Experimental La Represa, obtuvo un CV de 26.61% y un promedio general de 21.77.

Según Solís *et al.*, (58) quienes estudiaron durante cuatro años el comportamiento agronómico de 11 familias híbridas con resistencia a monilla (*M. royeri*), presenta un promedio general de 21.31 y el mejor índice se acentúa sobre el híbrido PA-169 x RIM-117 valores que se asemejan a los de la actual trabajo experimental.

4.3.2. Índice de semilla (g).

En el análisis de varianza para la variable índice de semilla no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, obteniéndose un promedio general en índice de semilla de 1.37 y un coeficiente de variación de 12.34 %, esto puede estar influenciado con el ambiente y la conformación genética del material en estudio.

Valores que hacen referencia con Puentes *et al.*, (68), donde experimentó la capacidad de absorción y distribución de los elementos N, P y K en la cáscara, almendras y hojas además de ver si influyen en los parámetros productivos de los clones CCN-51; ICS-95; TSH-565; ICS-39, con valores de índice de semilla que fluctúan entre 1.3 y 2 siendo los datos mayores.

Valores superiores se reflejaron según Sánchez *et al.*, (3), quienes estudiaron durante el año 2010 el comportamiento agronómico de 150 clones de cacao tipo Nacional, establecidos en la finca de UTEQ en la Provincia de los Ríos, con el fin de identificar materiales altamente productivos, donde se destaca el clon L32H72 por obtener índices de semillas de 1.9 y un coeficiente de variación de 16.19%.

Quintana *et al.*, (69), evaluaron tres variables, índice de mazorca, índice de grano y porcentaje de cascarilla, según la Norma Técnica colombiana 1252 para tres clones introducidos: CCN-51, ICS 60 e ICS 95 en diferentes altitudes. Los resultados presentaron un índice promedio de semilla en el clon CCN-51 de 1.6 sin presentar diferencias significativas donde no se puede concluir que la altitud influyó en estas variables de calidad.

4.3.3. Número de almendras en 100 gramos (#).

El Anova correspondiente del variable número de almendras en 100 gramos, mostró diferencia estadística. El mayor número de almendras lo presentó el T19. DYRCYT-H – 290 con 102.33 unidades, mientras que el valor mínimo se expresó en el T25. DYRCYT-H – 296 con 68.67 unidades. Los datos varían de acuerdo al tamaño de la almendra ya que está relacionado directamente con el peso, con un promedio general de 81.27 unidades y un coeficiente de variación de 9.70%.

Valores inferiores se manifestaron Zambrano *et al.*, (70), con el propósito de valorar el proceso de secado y características físicas del grano, donde el número mayor de almendras en 100 g lo presentó el cacao de tipo Forastero “IMC-67xOC-61” con 78 unidades y el menor se obtuvo en el cacao de tipo Criollo 65 unidades.

Según Vargas, V, Soto, J y Enríquez, G. (71), afirman que bajo el método de fermentación Rohan, la temperatura es más alta debido a que la masa se encuentra apretada, permite logrando una fermentación óptima puesto que alcanzó un número de almendras en 100 gramos 92.25.

4.3.4. Porcentaje de testa (%).

El test de Tukey expresa igualdad entre los tratamientos, es decir, no presentan diferencias estadísticas entre los mismos, es posible que se presente esto en materiales del mismo genotipo debido a la época en que se realizó la investigación o al manejo que se le da a la almendra. Sin embargo, el mayor porcentaje de testa se acentuó sobre el JHVH-10 (Testigo) con un valor de 16.06 %, presentó un promedio general de 14.28 y un coeficiente de variación de 12.74 %.

Resultados similares presento Martínez (72), en Colombia quien evaluó clones universales y regionales de cacao (*Theobroma cacao* L.), en los que se analizan las cualidades comerciales de 16 clones de diferentes orígenes en los cantones de Arauca, Huila y Santander con el fin de establecer diferencias entre localidades, se observa un promedio general en Arauca, Huila y Santander de 13.4%; 14% y 12.25%.

Resultados que superan a los obtenidos por Chévez (1) quien estudió treinta materiales élites de cacao (*Theobroma cacao* L.), encontrando un promedio general de 9.86 % y variación de 12.13 %.

Según los datos registrados por Zambrano *et al.*, (70), quienes evaluaron la calidad del proceso de secado y el comportamiento físico del grano de tres tipos de cacao (*T. cacao*) Criollo, Trinitario y Forastero, indicó el mayor porcentaje de testa con 17.81 para el Criollo.

Ortiz *et al.*, (41), estudiaron el efecto de secar los granos en tendales de cemento con textura lisa, rugosa e intermedia entre las dos con diferentes tiempos de remoción presentó valores de porcentaje de testa de 18.05 % al secar las almendras en una textura de piso liso y con una remoción de cada media hora.

4.3.5. Largo y ancho de almendra (cm).

El análisis de varianza de la variable largo de almendras encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos teniendo los mayores tamaños el T25. DYRCYT-H – 296 con 2.51 cm de largo de almendra y los valores menores se expresan sobre T16. DYRCYT-H – 287 y T9. DYRCYT-H – 280 con 2.15 y 12.13 cm respectivamente, con un promedio general de 2.27 y un coeficiente de variación de 4.73 %.

De la misma manera, para la variable ancho de almendras el análisis de varianza refleja diferencias altamente significativas entre tratamientos, colocándose sobre el T11. DYRCYT-H – 282 el mayor ancho de almendras con 1.36 cm y sobre le T27. DYRCYT-H – 298 el menor ancho de almendra con 1.13 cm, el coeficiente de variación fue de 5.01 % con un promedio general de 1.36 cm.

Según datos de la indagación realizada por Álvarez, Pérez & Lares (73) quienes estudiaron las cualidades de las almendras en 5 genotipos que forman parte de la colección del banco de germoplasma del INIA más una muestra comercial, se registró el mayor ancho 1.35 cm y largo 2.32 cm de almendra, parecidos a los de la actual trabajo experimental.

De la misma manera Álvarez (55), quien estudió el tipo de fermentadores y tiempo de remoción, alegando que el mejor tipo de fermentador fue en cajones de madera y la remoción optima fue la realizada cada 48 horas, obtuvo un promedio general de largo de almendras de 2.48 cm.

Tabla 6. Promedios estadísticos de los parámetros de calidad física de las almendras presentes en 31 híbridos interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) procedentes de la Finca Experimental “La Represa” UTEQ. IM: Índice de mazorca; IS: Índice de semilla; NA en 100g: número de almendra en 100 gramos; PT: Porcentaje de testa; LA: Largo de la almendra; AA: Ancho de la almendra; CV (%): Coeficiente de variación. FCP - UTEQ. 2017.

TRATAMIENTOS	IM (#)		IS (g)		NA (#)		PT (%)		LA (cm)		AA (cm)			
T1	DYRCYT-H – 272	17,92	ab	1,38	a	75,67	abcd	a	14,51	ab	1,33	abc		
T2	DYRCYT-H – 273	20,61	ab	1,34	a	74,33	bcd	a	13,43	ab	1,21	abcd		
T3	DYRCYT-H – 274	23,35	ab	1,31	a	79,33	abcd	a	15,71	ab	1,27	abcd		
T4	DYRCYT-H – 275	17,10	b	1,42	a	80,33	abcd	a	14,80	ab	1,20	abcd		
T5	DYRCYT-H – 276	21,66	ab	1,34	a	83,00	abcd	a	13,59	ab	1,19	abcd		
T6	DYRCYT-H – 277	22,09	ab	1,39	a	73,33	bcd	a	13,93	ab	1,26	abcd		
T7	DYRCYT-H – 278	16,54	ab	1,47	a	77,67	abcd	a	13,29	ab	1,31	abcd		
T8	DYRCYT-H – 279	18,03	ab	1,35	a	79,00	abcd	a	14,34	ab	1,29	abcd		
T9	DYRCYT-H – 280	21,75	ab	1,35	a	83,67	abcd	a	13,78	a	1,25	abcd		
T10	DYRCYT-H – 281	15,98	b	1,49	a	77,33	abcd	a	15,12	ab	1,24	abcd		
T11	DYRCYT-H – 282	17,73	ab	1,30	a	81,33	abcd	a	14,32	ab	1,36	a		
T12	DYRCYT-H – 283	21,91	ab	1,32	a	84,00	abcd	a	15,82	a	2,22	ab	1,13	cd
T13	DYRCYT-H – 284	17,38	b	1,43	a	76,00	bcd	a	13,36	a	2,31	ab	1,17	abcd
T14	DYRCYT-H – 285	18,50	ab	1,40	a	76,00	bcd	a	14,85	a	2,41	ab	1,26	abcd
T15	DYRCYT-H – 286	18,79	ab	1,49	a	78,33	abcd	a	15,69	a	2,33	ab	1,25	abcd
T16	DYRCYT-H – 287	19,41	ab	1,43	a	71,67	cd	a	13,25	a	2,15	b	1,24	abcd
T17	DYRCYT-H – 288	19,02	ab	1,38	a	77,00	abcd	a	13,89	a	2,22	ab	1,22	abcd
T18	DYRCYT-H – 289	22,74	ab	1,26	a	87,00	abcd	a	15,55	a	2,29	ab	1,26	abcd
T19	DYRCYT-H – 290	25,32	ab	1,27	a	102,33	a	a	12,95	a	2,32	ab	1,17	abcd
T20	DYRCYT-H – 291	18,63	ab	1,35	a	84,00	abcd	a	15,52	a	2,34	ab	1,17	abcd
T21	DYRCYT-H – 292	18,91	ab	1,42	a	84,33	abcd	a	14,54	a	2,34	ab	1,21	abcd
T22	DYRCYT-H – 293	20,58	ab	1,38	a	85,00	abcd	a	14,43	a	2,22	ab	1,14	bcd
T23	DYRCYT-H – 294	25,93	ab	1,18	a	98,33	ab	a	14,92	a	2,11	b	1,15	bcd
T24	DYRCYT-H – 295	26,13	a	1,20	a	89,00	abcd	a	12,82	a	2,18	ab	1,14	bcd
T25	DYRCYT-H – 296	18,40	ab	1,52	a	68,67	d	a	13,67	a	2,51	a	1,33	ab
T26	DYRCYT-H – 297	15,90	b	1,54	a	72,00	cd	a	14,47	a	2,41	ab	1,25	abcd
T27	DYRCYT-H – 298	21,71	ab	1,35	a	75,33	bcd	a	14,16	a	2,21	ab	1,13	d
T28	DYRCYT-H – 299	18,55	ab	1,41	a	84,00	abcd	a	13,97	a	2,25	ab	1,21	abcd
T29	DYRCYT-H – 300	19,87	ab	1,37	a	84,67	abcd	a	13,80	a	2,21	ab	1,24	abcd
T30	DYRCYT-H – 301	25,82	ab	1,33	a	82,33	abcd	a	12,22	a	2,22	ab	1,24	abcd
T31	JHVH-10 (Testigo)	19,47	ab	1,45	a	94,33	abc	a	16,06	a	2,24	ab	1,23	abcd
Promedio		20,18		1,37		81,27			14,28		2,27		1,23	
CV (%)		15,58		12,34		9,70			12,74		4,73		5,01	
Max		26,13		1,54		102,33			16,06		2,51		1,36	
Min		15,9		1,18		68,67			12,22		2,11		1,13	

Los promedios con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey ($p \geq 0.05$)

4.4. Prueba de corte (%).

4.4.1. Peso de cien almendras (g).

Con respecto al peso de cien almendras el análisis de varianza no presentó diferencias estadísticas, esto puede atribuirse al manejo durante la fermentación como la variabilidad de la cantidad de la masa a fermentar. El coeficiente de variación fue 11.83% con un promedio general de 135.91 (Tabla 6).

Valores similares manifestaron Vera *et al.*, (5) quienes al indagar almendras de quince clones de cacao Nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador, obtuvieron un promedio general de 136.42 g y un coeficiente de variación de 21.55%.

De la misma forma presenta valores equipares Zambrano *et al.*, (70) quienes evaluaron los parámetros físicos de calidad en almendras de cacao Criollo, Trinitario y Forastero, observando el mayor peso de cien almendras con valores de 159.36 gramos y el mínimo representado en 128.75 gramos.

Según Álvarez *et al.*, (55), quienes evaluaron el efecto dos tipos de fermentadores y frecuencia de remoción sobre la calidad física del grano, afirman que la frecuencia de remoción de la masa influye de manera positiva sobre las almendras ya que lo ideal es lograr una fermentación uniforme, logrando un promedio general de 157.45 gramos en cajones de maderas con remociones cada 48 y 96 horas.

4.4.2. Buena fermentación.

Para esta variable el Anova indica diferencia estadística, el valor más alto se acentúa en el T24. DYRCYT-H – 295 con 86.67 almendras bien fermentadas y el menor índice de buena fermentación en el T13. DYRCYT-H – 284 con 65 almendras. Todos los tratamientos cumplen los requisitos de calidad según las normas técnicas de calidad NTE INEN 176, con un coeficiente de variación de 8.63 % y un promedio general entre tratamientos de 77.90.

Estos valores son similares a los datos registrados por Rivera *et al.*, (54) quienes evaluaron el efecto del tipo y tiempo de fermentación en el cacao Nacional, utilizaron cuatro tipos de fermentadores (saco de yute, montón, caja de madera y tina plástica), instrumentos que generalmente usan los productores en la provincia de Manabí. El tiempo de fermentación

fue de 2 a 5 días, encontrándose que en 5 días de fermentación dada presentaron un 80 % de buena fermentación de almendras y en cajones de madera alcanzo una fermentación de 73.3 %, superior a los otros tipos de fermentadores.

Por otra parte los datos de la actual investigación discrepan con los valores registrados por Vera & Goya (7), en la cual se expresa no significancia estadística y un promedio general entre tratamientos de 49,46 donde el número mayor de almendras con buena fermentación se plasmó sobre el híbrido DYRCYT-H-253 con 62.25 y un Coeficiente de Variación de 31.76 %.

4.4.3. Mediana fermentación.

Para el factor mediana fermentación el análisis de varianza presentó significancia estadística, la prueba de Tukey señala que el valor más alto se plasmó sobre el T13. DYRCYT-H – 284 con 24 almendras medianamente fermentadas mientras que el valor más bajo se presentó en el T24. DYRCYT-H – 295 con 8 almendras, el promedio general entre tratamientos fue de 13.91 con un coeficiente de variación de 16.07 %.

Sin embargo Vera & Goya (7), quienes evaluaron el comportamiento agronómico de 21 híbridos, logrando un promedio general de 40.80 de granos medianamente fermentados y un coeficiente de variación 32.33 %, valores superiores a los actuales.

Mientras que Veliz (57), presentó datos inferiores a los del actual trabajo experimental. Indicando un promedio general entre tratamientos de 18.02 y un coeficiente de variación de 46.37 %.

4.4.4. Total fermentación (%).

El análisis de varianza para la variable total fermentación no presentó significancia estadística, sin embargo, el mejor porcentaje de total de fermentación fue para el T24. DYRCYT-H – 295 con 97.67 %, con un promedio general entre tratamientos de 91.74 % y un coeficiente de variación de 3.63 %. La igualdad entre tratamientos puede verse influenciada por el genotipo de sus progenitores, la cantidad de masa a fermentar así como la variabilidad de la misma.

Datos que superan a los valores registrados por Morales *et al.*, (74), quienes al adicionar una enzima PPO (polifenol oxidasa) y levaduras (*Saccaromyces cerevisiae*) en el proceso de fermentación del clon CCN-51, presentaron el valor más alto en el tratamiento E7 con un porcentaje total de fermentación de 85,33. Con un promedio general de 72.83 % y un coeficiente de variación de 5.4 %.

Sin embargo Graziani *et al.*, (75), evaluaron el efecto de la fermentación de cacao tipo Criollo en dos diseños de cajas de maderas una cuadrada y la otra rectangular con remociones cada 24 y 48 horas, obteniendo que en la caja de madera cuadrada se presentaron los mejores resultados con un total de fermentación de 78.86%.

4.4.5. Almendras violetas.

El análisis de varianza de la variable almendras no presentó significancia estadística lo que indica que todos los tratamientos son relativamente iguales con un coeficiente de variación de 20.31 % y una media general de 7.92. Esta igualdad puede estar influenciada por la cantidad de masa a fermentarse y relacionada con el grado de madurez de los frutos.

Rivera *et al.*, (54) afirman que el efecto del tiempo y tipo de fermentación influyen en la calidad física de las almendras, en cuatro tipos de fermentadores (saco de yute, cajones de madera, montón y tina plástica). De los cuatro fermentadores el que dio mejores resultados fue el cajón de madera durante cinco días de fermentar, donde se alcanzó el menor porcentaje de almendras violetas reflejándose en un 15%.

Los valores obtenidos discrepan con los datos registrados por Díaz (44), quien presenta valores muy altos de almendras violetas 22.25, con diferencias estadísticas entre los tratamientos, con un promedio general de 12,18 y un Coeficiente de Variación de 51.09 %.

4.4.6. Almendras pizarras.

El análisis de varianza de la variable almendras pizarras indicó no significancia estadística entre los tratamientos, sin embargo exhibe un promedio general de 0.33 almendras pizarrosas con un coeficiente de variación de 39.87 %, estos valores clasifican en la categoría ASSPS (Arriba Superior Summer Plantación Selecta) lo que certifica que se le dio el manejo adecuado durante el proceso de post cosecha.

Según Morales *et al.*, (74) este factor no se presentó durante el proceso, al valorar la adición de una enzima y levadura durante el proceso de fermentación en el cacao CCN-51 con el fin de mejorar la calidad física y sensorial de las almendras de este clon.

Datos similares registró Álvarez (55), al fermentar durante cinco días en cajones de madera con un intervalo de remoción de la masa cada dos días, obteniendo un promedio general de 3 granos pizarrosos, granos en los cuales no ocurrió ningún efecto de la fermentación.

4.4.7. Almendra con presencia de moho.

Este factor no se vio presente durante la investigación por lo que el análisis de varianza no encontró diferencia estadística para esta variable. Esto asegura que el manejo brindado a los granos durante el proceso de fermentación y secado fue el óptimo, sin embargo, el trabajo registrado por Díaz (44), presenta valores superiores a los del actual trabajo experimental con un promedio general de 1.48 y un coeficiente de variación de 95.01 %.

Tabla 7. Promedios estadísticos de la prueba de corte, P.100 A.: Peso de 100 almendras; ABF: Almendras bien fermentadas; AMF: Almendras medianamente fermentadas; FT: Fermentación total; AV; Almendras violetas; AP: Almendras pizarras; Moho: almendras con presencia de Moho; CV (%): Coeficiente de variación; Max: valor máximo; Min: valor mínimo. Presentes en 31 híbridos interclonales de cacao (*Theobroma cacao L.*). FCP - UTEQ. 2017.

	TRATAMIENTOS	P. 100 A (g)		ABF		AMF		FT (%)		AV		AP		Moho	Arriba
T1	DYRCYT-H – 272	137,10	a	73,33	ab	17,67	ab	91,00	a	9,00	a	0,00	a	0,00	ASSS
T2	DYRCYT-H – 273	133,63	a	74,33	ab	20,00	ab	94,33	a	5,33	a	0,33	a	0,33	ASSS
T3	DYRCYT-H – 274	130,53	a	73,00	ab	16,67	ab	89,67	a	9,67	a	0,67	a	0,00	ASSS
T4	DYRCYT-H – 275	141,67	a	78,00	ab	12,00	ab	90,00	a	10,00	a	0,00	a	0,00	ASSPS
T5	DYRCYT-H – 276	133,87	a	78,00	ab	15,33	ab	93,33	a	6,67	a	0,00	a	0,00	ASSPS
T6	DYRCYT-H – 277	143,87	a	75,00	ab	13,00	ab	88,00	a	10,33	a	1,67	a	0,00	ASSPS
T7	DYRCYT-H – 278	146,67	a	80,67	ab	10,33	ab	91,00	a	9,00	a	0,00	a	0,00	ASSPS
T8	DYRCYT-H – 279	135,00	a	79,33	ab	13,67	ab	93,00	a	6,00	a	1,00	a	0,00	ASSPS
T9	DYRCYT-H – 280	128,30	a	79,33	ab	11,67	ab	91,00	a	9,00	a	0,00	a	0,00	ASSPS
T10	DYRCYT-H – 281	149,22	a	75,00	ab	16,67	ab	91,67	a	8,33	a	0,00	a	0,33	ASSPS
T11	DYRCYT-H – 282	131,63	a	68,00	b	23,33	ab	91,33	a	8,67	a	0,00	a	0,00	ASSS
T12	DYRCYT-H – 283	132,22	a	75,67	ab	18,00	ab	93,67	a	5,67	a	0,67	a	0,00	ASSPS
T13	DYRCYT-H – 284	143,00	a	65,00	b	24,00	a	89,00	a	11,00	a	0,00	a	0,00	ASSS
T14	DYRCYT-H – 285	140,00	a	78,67	ab	14,00	ab	92,67	a	7,33	a	0,00	a	0,00	ASSPS
T15	DYRCYT-H – 286	146,66	a	80,33	ab	14,00	ab	94,33	a	5,67	a	0,00	a	0,00	ASSPS
T16	DYRCYT-H – 287	138,89	a	77,00	ab	13,33	ab	90,33	a	9,67	a	0,00	a	0,00	ASSPS
T17	DYRCYT-H – 288	136,11	a	84,33	ab	9,33	ab	93,67	a	6,33	a	0,00	a	0,00	ASSPS
T18	DYRCYT-H – 289	126,11	a	79,33	ab	11,33	ab	90,67	a	9,33	a	0,00	a	0,00	ASSPS
T19	DYRCYT-H – 290	119,78	a	84,33	ab	11,67	ab	96,00	a	3,00	a	1,00	a	0,00	ASSPS
T20	DYRCYT-H – 291	135,00	a	75,33	ab	14,67	ab	90,00	a	9,67	a	0,33	a	0,00	ASSPS
T21	DYRCYT-H – 292	141,67	a	78,33	ab	12,67	ab	91,00	a	8,33	a	0,00	a	0,00	ASSPS
T22	DYRCYT-H – 293	127,22	a	81,00	ab	11,00	ab	92,00	a	7,00	a	0,67	a	0,00	ASSPS
T23	DYRCYT-H – 294	117,89	a	78,33	ab	13,67	ab	92,00	a	7,67	a	0,33	a	0,00	ASSPS
T24	DYRCYT-H – 295	127,11	a	89,67	a	8,00	b	97,67	a	2,33	a	0,00	a	0,00	ASSPS
T25	DYRCYT-H – 296	157,78	a	81,33	ab	10,33	ab	91,67	a	8,33	a	0,00	a	0,33	ASSPS
T26	DYRCYT-H – 297	150,00	a	78,00	ab	14,00	ab	92,00	a	8,00	a	0,00	a	0,00	ASSPS
T27	DYRCYT-H – 298	125,00	a	76,00	ab	13,33	ab	89,33	a	10,00	a	0,67	a	0,00	ASSPS
T28	DYRCYT-H – 299	141,55	a	80,33	ab	11,33	ab	91,67	a	7,33	a	1,00	a	0,00	ASSPS
T29	DYRCYT-H – 300	137,44	a	76,67	ab	11,67	ab	88,33	a	11,67	a	0,00	a	0,00	ASSPS
T30	DYRCYT-H – 301	133,33	a	81,00	ab	11,67	ab	92,67	a	5,33	a	2,00	a	0,00	ASSPS
T31	JHVH-10 (Testigo)	125,00	a	77,00	ab	13,00	ab	90,00	a	10,00	a	0,00	a	0,00	ASSPS
	Promedio	135,91		77,79		13,91		91,71		7,92		0,33		0,00	
	CV (%)	11,83		8,63		16,07(-)		3,64		19,92(-)		39,87(-)		----	
	Max	157,78		89,67		24,00		97,67		11,67		2,00		----	
	Min	117,89		65,00		8,00		88,00		2,33		0,00		----	

Los promedios con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey ($p \geq 0.05$); (-) Datos transformados a $\sqrt{n + 0,5}$

4.5. Matriz de correlación.

La variable mazorcas sanas esta correlacionada con la variable mazorcas enfermas, esta relación nos indica que si crece la variable MS crecerá también la variable mazorcas enfermas

Se determina que la variable rendimiento kg/ha/año presentó significancia estadística con las variables índice de mazorca, índice de semilla, numero de almendras en 100 gramos, largo de almendras y peso de 100 almendras, esta relación de crecimiento entre la variable rendimiento y las variables índice de semilla, largo de almendra se debe a la genética de los progenitores, la relación rendimiento y peso de 100 almendras es evidente ya que a medida que aumente el rendimiento el peso de la almendra también acrecentara.

La variable índice de mazorca esta correlacionada con las variables índice de semilla, número de almendras en 100 gramos y peso de 100 almendras, esta relación nos indica que si crecen las variables índice de semilla y peso de cien almendras necesitaremos menos mazorcas para completar un kilogramo de cacao fermentado y seco

Se comprueba que la variable índice de semilla presentó significancia estadística al relacionarse con las variables número de almendras en 100 gramos, largo de almendras y peso de 100 almendras, de la misma forma la variable número de almendras en 100 gramos presente significancia estadística al relacionarse con la variable peso de 100 almendras.

Las variables largo y ancho de almendras presentan significancia estadística, están correlacionadas con el variable peso de 100 almendras.

Por otra parte la variable almendras bien fermentadas presenta significancia estadística al correlacionarse con las variables almendras medianamente fermentadas, fermentación total y almendras violetas, así mismo la variable fermentación total presento significancia estadística al correlacionarse con la variable almendras violetas.

Tabla 8. Matriz de correlación de las propiedades físicas de 31 híbridos interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.)

	MS (#)	ME(#)	Rend Kg/Ha/Año	IM (#)	IS (g)	NA(#)	PT (g)	LA(cm)	AA(cm)	P. 100 A.(g)	ABF	AMF	FT	AV	Moho
MS (#)	1														
ME (#)	0,649**	1													
Rend Kg/Ha/Año	0,074	0,304	1												
IM (#)	-0,111	-0,312	-0,959**	1											
IS (g)	0,034	0,240	0,758**	-0,796**	1										
NA (#)	0,164	-0,111	-0,550*	0,577*	-0,618**	1									
PT (g)	0,097	0,051	0,174	-0,235	0,099	0,111	1								
LA (cm)	0,010	-0,117	0,477*	-0,440	0,517*	-0,361	0,056	1							
AA (cm)	-0,063	0,148	0,405	-0,437	0,360	-0,438	0,004	0,315	1						
P.100 A	-0,186	0,024	0,714**	-0,716**	0,834**	-0,744**	-0,053	0,604**	0,462*	1					
ABF	-0,060	-0,057	-0,355	0,379	-0,151	0,312	-0,268	-0,079	-0,208	-0,132	1				
AMF	0,076	0,013	0,285	-0,274	0,009	-0,219	0,191	0,149	0,125	0,046	-0,889**	1			
FT	0,003	-0,101	-0,272	0,341	-0,309	0,293	-0,246	0,088	-0,231	-0,204	0,619**	-0,191	1		
AV	0,028	0,149	0,385	-0,440	0,354	-0,319	0,298	-0,050	0,270	0,245	-0,628**	0,220	-0,970**	1	
Moho	0,194	0,166	0,213	-0,211	0,296	-0,346	-0,072	0,422	0,179	0,397	-0,066	0,158	0,131	-0,090	1

>0,441 = Significativo (*)

>0,592 = altamente significativo (**)

MS= Numero de mazorcas sanas
ME= Numero de mazorcas enfermas
Rend= Rendimiento kg/ha/año
IM= índices de mazorca
IS= Índices de semilla
NA= Número de almendras en 100 g

PT= Porcentaje de testa (PT)
LA= Largo de la almendra
AA=Ancho de la almendra
P.100.A= Peso de 100 almendras
ABF= Almendras bien fermentadas.

AMF= Almendras medianamente fermentadas
AV= Almendras violetas
TF= Total, fermentación.
Moho= Almendras con moho

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones.

Al analizar los parámetros productivos se destacó el T22. DYRCYT-H-293, quien predominó de los demás tratamientos referente a mazorcas sanas, y el T10. DYRCYT-H-281 el cual presentó el mejor rendimiento kg/ha/año, un valor aceptable en época lluviosa.

En los índices de calidad los tratamientos que resaltaron en cuanto a índice de Mazorca fue el T10. DYRCYT-H-281 y T26. DYRCYT-H-297, de la misma forma el T26. DYRCYT-H-297 presenta el Índice de semilla más alto, en cuanto al número de almendra en 100 g, el tratamiento que mayor número de almendras presentó fue el T19. DYRCYT-H-290, mientras que el testigo JHVH-10 predominó en el porcentaje de testa, el largo de almendra se acentuó sobre el T25. DYRCYT-H-296 y el ancho sobre el T11. DYRCYT-H-282.

El T24. DYRCYT-H-295 presenta un excelente atributo físico al realizar la prueba de corte en el que reveló el mayor total de fermentación, seguido el T25. DYRCYT-H-296 presentó el mejor peso comercial de las 100 almendras. Según la norma INEN 176, todos los tratamientos cumplen los estándares requeridos, la gran parte de los tratamientos de la investigación entran en la categoría ASSPS (Arriba Superior Summer Planta Selecta).

5.2. Recomendaciones.

Establecer en futuros ensayos a los tratamientos T10. DYRCYT-H-281, T24. DYRCYT-H-295, T25. DYRCYT-H-296 y T26. DYRCYT-H-297, ya que sobresalieron en los índices de calidad física y las pruebas de corte, híbridos a los que se les pueden adicionar atributos sensoriales y otros tipos de análisis, con el fin de mejorar la calidad la misma, que los diferencia del cacao comercial CCN-51.

De acuerdo al rendimiento kilogramos por hectárea al año y baja incidencia de mazorcas enfermas, que presentaron los tratamientos se recomienda la utilización de estos híbridos para la siembra en el campo, en diferentes ambientes para comprobar su adaptabilidad.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

6.1. Literatura citada.

1. Chévez HD. "Caracterización físico-química y sensorial de treinta materiales élites de cacao (*Theobroma cacao* L.)". Proyecto de investigación. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias; 2015.
2. Didie K, Simplicite T, Kouakou B, Durand N, Aguilar P, Fontana A, et al. Effect of post-harvest treatments on the occurrence of ochratoxin A in raw cocoa beans. *Food Additives & Contaminants*. 2015 Noviembre; XXXIII(1).
3. Sánchez F, Zambrano J, Vera J, Ramos R, Gárces F, Vásconez G. Type Nacional cocoa clone productivity in an area of Tropical rainforest in Los Ríos, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*. 2014 Enero; VII(1).
4. Maldonado C. Efecto del manejo en la reducción de incidencia de enfermedades (Moniliasis, Escoba de Bruja y Mazorca Negra) en el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Estación Experimental de Sapecho. *Apthapi*. 2015 Diciembre; I(1).
5. Vera J, Vallejo C, Párraga D, Morales W, Mácias J, Ramos R. Physical-chemical and sensory attributes of the cocoa Nacional (*Theobroma cacao* L.) fifteen clones beans in Ecuador. *Ciencia y Tecnología*. 2014 Septiembre; VII(2).
6. Cordona L, Rodríguez E, Cadena E. Diagnosis of cocoa post-harvest practices in the department of Arauca. *Lasallista Investig*. 2016 Junio; XIII(1).
7. Vera J, Goya A. Comportamiento agronómico, calidad física y sensorial de 21 líneas híbridas de cacao (*Theobroma cacao* L.). *La Técnica*. 2015 Diciembre;(15).
8. Pirillo E. Mejoramiento del Cacao E P, editor.: licencia de Creative Commons; 2009.
9. APPCACAO, 2013. Cosecha y postcosecha del cacao, Veliz A B, editor. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2015.
10. Lorenzana S J. slideshare. [Online].; 2013 [cited 2016 Septiembre 14. Available from: <http://es.slideshare.net/te87re/observaciones-fenologicas-48519977>.
11. Villagómez G S. Optimización y aprovechamiento del residuo (exudado del mucilago)

- de la almendra fresca del cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 en la elaboracion de vinagre. Tesis de grado. Quito: Universidad Tecnologica Equinoccial, Facultad de Ciescias de la Ingenieria; 2013.
12. Wiener F. Pos cosecha del cacao. Agrobanco - Revista Agropecuaria 5. 2012 Julio; 5.
 13. Castro Z. Caracterización del proceso de fermentacion del grano de Copoazú. Tesis de grado. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Ciencia y tecnologia de alimentos; 2010.
 14. Gutiérrez M. Effect of the removal frequency and fermentation time in square drawer on the temperature and the fermentation rate of cacao (*Theobroma cacao* L.). UDO Agricola. 2012 Diciembre; 12(4).
 15. Crespo I. In Mercado Rivadeneria AF, editor. Propuesta para el mejoramiento del manejo poscosecha del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) de la variedad CCN-51 en el Cantón Quinsaloma - Los Ríos. Quito; 2013. p. 93.
 16. Reynel V, Loor O, Bolaños M, Tezara W. Effect of drye system in the organoleptic quality of cacao (*Theobroma cacao* L.) In Esmeraldas, Ecuador. Investigacion y Saberes. 2015 Diciembre; V(1).
 17. Lima L, Almeida M, Nout M, Zwietering M. *Theobroma cacao* L., "The food of the Gods": quality determinants of commercial cocoa beans, with particular reference to the impact of fermentation. Food Science and Nutrition. 2011 septiembre ; LI(8).
 18. Valenzuela A. Chocolate, a healthy pleasure. Chilena de Nutrición. 2007 Septiembre; XXXIV(3).
 19. Gil M, Orrego F, Cadena E, Alegria R, Londono J. Effect of Pectin Lyase Enzyme on Fermentation and Drying of Cocoa (*Theobroma cacao* L.): An Alternative to Improve Raw Material in the Industry of Chocolate. Food and Nutrition Sciences. 2016 Abril; VII(4).
 20. Moreno A. Ensayo de la agricultura del Ecuador. In Sainz L, editor. El cacao y su cultivo. Madrid; 1910. p. 94 -102.

21. (2008) PJ. Diseño de una línea procesadora de pasta de cacao. In Lucero M, editor. Caracterización de la manteca de cacao de tres variedades Trinitario (CCN-51), Nacional (EET-103) y Forastero (IMC-67), Quevedo – Ecuador. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2014. p. 112.
22. Rosero Galarraga CG. Selección estable de mazorcadores moleculares microsatélites (ssrs) para la identificación de clones comerciales de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.), recomendados por el INIAP. Tesis de grado. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército, De ciencias de la vida; 2013.
23. Enriquez G. Cacao orgánico: Guía para productores Ecuatorianos. 2nd ed. Fernández Pérez M, editor. Quito; 2010.
24. Camino Castillo CE. Estudio del contenido de grasa, alcaloides y polifenoles totales en almendras de cacao Nacional fino de aroma en zonas del litoral Ecuatoriano para comparar su calidad y facilitar su comercialización. Tesis de grado. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Nutrición y Calidad; 2014.
25. PRO ECUADOR Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. Google academico-proecuador.gob.ec. [Online].; 2013 [cited 2017 Febrero 14. Available from:http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC_AS2013_CACAO.pdf.
26. Pava D. Eficacia de los métodos de fermentación y secado para optimizar la calidad de las almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.). Titulación. Machala: Universidad Técnica de Machala, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias; 2016. Report No.: 48000/7607.
27. Abanto C, Cardoso P, Alves E, Rengifo C, Pérez W, Rosello E, et al. Indolebutyric effect of acid and type of rooting stakes in copoazú (*Theobroma grandiflorum*). Ciencia amazónica (Iquitos). 2015 Oct; V(2).
28. Barrón Y, Azpeitia A, López P, Mirafuentes F. Methodology adapted to the formation of F1 hybrids of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Tabasco. SciELO. 2014 Agosto; V(5).
29. Barrón Y, Azpeitia A, López P, Mirafuentes F. Methodology adapted to the formation

- of F1 hybrids of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Tabasco. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2014 Junio; V(5).
30. Quiroz J. Caracterización molecular y fenológica de genotipos de cacao Nacional de Ecuador. In Saucedo A, editor. Comportamiento de híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo Nacional en la zona de Quevedo. Babahoyo; 2003. p. 11-12.
 31. James C. Guía técnica para el manejo orgánico del cacao en la Amazonía Ecuatoriana. primera ed. COMAGA , editor. Quito: COMAGA; 2006.
 32. Carrión Santos J. Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (*Theobroma cacao* L.) Variedad CCN-51, Jama-Manabí. Tesis de grado. Quito: Universidad San Francisco de Quito, Agricultura, Alimentos y Nutrición; 2012.
 33. Vera L, Baviera A, Garcia J. Selection Of Cocoa Post-Harvest Technology Using Fuzzy Logic. *researchgate*. 2014 Noviembre; 19(2).
 34. Moreau J, Leite P, Soares S, Silva E. Assessment of the fermentative process from different cocoa cultivars produced in Southern Bahia, Brazil. *African journal of biotechnology*. 2013 Agosto; XII(33).
 35. Kongor J, Hinneh M, Van de Walle D, Afoakwa E, Boeckx P, Dewettinck K. Factors influencing quality variation in cocoa (*Theobroma cacao*) bean flavour profile — A review. *Food Research International*. 2016 Abril; LXXXII(1).
 36. Dias A. Caracterización física de calidad en almendras de plantas de caco (*Theobroma cacao* L.) En Huehuetán, Chiapas. Tesis de grado. Chiapas: Universidad Autonoma Agraria ANTONIO NARRO; 2013.
 37. Carr M, Lockwood G. The water relations and irrigation requirements of cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Experimental Agriculture*. 2011 Mayo; XLVII(04).
 38. Navia Orcés A, Pazmiño Piedra V. Mejoramiento de las características sensoriales del cacao CCN-51 a través de la adicción de enzimas durante el proceso de fermentación. Tesis de grado. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción; 2012.

39. Ho V, Zhao J, Fleet G. Yeasts are essential for cocoa bean fermentation. *International Journal of Food Microbiology*. 2013 Diciembre.
40. Afoakwa E, Paterson A. Cocoa Fermentation: Chocolate Flavor Quality. *Encyclopedia of Biotechnology in Agriculture and Food*. 2011 Agosto.
41. Ortiz L, Camacho G, Graziani L. Efecto del secado al sol sobre la calidad del grano fermentado de cacao. *Agronomía Tropical-SciELO*. 2004 Enero ; LIV(1).
42. Morales Alcoser MS, Tanguila Grefa O. Investigación participativa para el manejo y control manual de monilla (*Monilia roleri*), y escoba de bruja (*Crinipellis pernicioso*), en cacao fino de aroma (*Theobroma cacao* L.), en producción en dos comunidades del Cantón Archidona, Provincia del Napo. Tesis de grado. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, Recursos Naturales; 2011.
43. Santizo C, Orellana D. Situación del cacao, recursos y necesidades , tecnificación del procesamiento del cacao. In Santizo C, Orellana D, editors. *The quality of cocoa its importance to producers, buyers and consumers*. Guatemala: DIGESA/ICTA; 1992. p. 31-43.
44. Díaz I. Caracterización y evaluación de pasta de cacao (*Theobroma cacao* L.) Semi-refinados de 20 híbridos interclonales para Quevedo. Tesis de grado. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias; 2013.
45. Kadow D, Niemenak N, Rohn S, Lieberei R. Fermentation-like incubation of cocoa seeds (*Theobroma cacao* L.), Reconstruction and guidance of the fermentation process. *Food Science and Technology*. 2015; LXII(1).
46. Díaz Ponce L, Pinoargote Chang H. Análisis de las características organolépticas del chocolate a partir del cacao CCN-51 tratado enzimáticamente y tostado a diferentes temperaturas. Tesis de grado. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral; 2012.
47. Hii C, Law C, Cloke M. Modelling of thin layer drying kinetics of cocoa beans during artificial and natural drying. *Science and Technology*. 2008 Abril; III(1).

48. Chinenye N, Ogunlowo A, Olukunle O. Cocoa bean (*Theobroma cacao* L.) Drying Kinetics. CHILEAN JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH. 2010 Diciembre; LXX(4).
49. Bravo Cueva I, Mingo Morocho R. Valoración de tres métodos de fermentación y secado para mejorar la calidad y rentabilidad del cacao fino de aroma (*Theobroma cacao* L.) En la parroquia Panguintza del Cantón Centinela del Cóndor, Provincia de Zamora Chinchipe. Tesis de grado. Loja: Universidad Nacional de Loja, Área agropecuaria y de recursos naturales renovables; 2011.
50. Moreno L, Sánchez J. Beneficio del cacao Moreno L, Sánchez J, editors. Costa Rica: Tecnología, comunicación y desarrollo; 1989.
51. Betancourt E, Graziani L, Portillo E. Efecto de los Tratamientos post-cosecha sobre la Temperatura y el Índice de Fermentación en la calidad del cacao Criollo Porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. Dialnet- Fac. Agronoma. 2005 Diciembre; XXII(4).
52. Tinoco H, Ospina D. Análise do processo de desidratação de cacau para a Diminuição do tempo de secado. EIA. 2010 Julio;(13).
53. Oliva C, Benito J, Acuña R, Bocanegra A, Baltazar J. Estimation of repeatability and genetic selection of aromatic cacao trees with genetic material from EE-INIA-San Martin and UC Lebuaf in Peru. Scientia Agropecuaria. 2014; V(1).
54. Rivera R, Mecías F, Guzmán A, Peña M, Medina H, Casanova L, et al. Effect of time and type of fermentation in physical and chemical quality of cocoa (*Theobroma cacao* L.) National type. Ciencia y Tecnología. 2012 Junio; V(1).
55. Álvarez C, Tovar L, García H, Morillo F, Sánchez P, Girón C, et al. Evaluation of commercial quality of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.) using two types of fermentors. Revista Científica UDO Agrícola. 2010 Noviembre; X(1).
56. NTE INEN 0176. Cacao en grano, requisitos. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 176. Primera ed. 0176 NI, editor. Quito: Cocoa Beans. Specifications.; 2006.

57. Véliz B. Auto-compatibilidad genética y calidad física de almendra en veinte híbridos interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis de grado. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ciencias pecuarias; 2015.
58. Solís L, Zamarripa A, Pecina Q, Garrido E, Hernández E. Agronomic evaluation of cocoa hybrids (*Theobroma cacao* L.) for high-yield selection and field resistance to moniliasis. *Ciencia agrícola*. 2015 Febrero; VI(1).
59. INAMHI. Servicio meteorológico. [Online].; 2016 [cited 2016 11 21. Available from: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am2011.pdf>.
60. Ortiz L, Rovedas G, Graziani L. Influence of several factors on physical indexes Of cocoa seeds in fermentation. *Agronomía Tropical*. 2009 Octubre; LIX(1).
61. Sánchez F, Vásquez G, Abril F, Vera J, Ramos R, Díaz G, et al. Zeolitas en la fermentación Química del cacao CCN-51 asociado con cuatro especies maderables. *Ciencia y Tecnología*. 2013 Diciembre; VI(2).
62. Sánchez F, Medina S, Díaz G, Ramos R, Vera J, Vásquez V, et al. Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. *Fitotec. Mex.* 2015 Abril; XXXVIII(3).
63. Escobar R. Comportamiento de seis clones de “cacao” (*Theobroma cacao* L.) en Guasaganda, provincia de Cotopaxi, Ecuador. *La Granja, Revista de la vida*. 2008; VII(1).
64. Ruales J, Burbano H, Ballesteros W. Efecto de la fertilización con diversas fuentes sobre el rendimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Ciencias Agrícolas*. 2011 Febrero; XXVIII(2).
65. Vera J, Cabrera R, Morán J, Neira K, Haz R, Molina H, et al. Evaluation of three methods of artificial pollination in clones of cocoa (*Theobroma cacao* L.) CCN-51. *Idesia Chile*. 2016 Diciembre; XXXIV(6).
66. Graziani L, Ortiz L, Angulo A, Parra P. Características físicas del fruto de cacao tipos Criollo, Forastero y Trinitario de la localidad de Cumboto, Venezuela. *Agronomía*

- Tropical. 2002 Septiembre; LII(3).
67. Zambrano J. Evaluación sanitaria y productiva de 150 genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Finca Experimental la Represa. Tesis de titulación. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ciencias Agrarias; 2011.
 68. Puentes Y, Menjivar J, Gómez A, Aranzazu F. Absorption and distribution of nutrients in cocoa and its effect on yield. Acta Agronómica- SciELO. 2014 Junio; LXIII(2).
 69. Quintana L, Gómez S, García A, Martínez N. Characterization of three indexes of cocoa harvest of the clones CCN51, ICS60 and ICS 95 in the santandereana mountain, Colombia. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 2015 Junio; VI(1).
 70. Zambrano A, Gómez A, Ramos G, Romero C, Lacruz C, Rivas E. Aracterization of physical quality parameters in Criollo, Trinitario and Forastero cocoa beans during the drying process. Agronomía Tropical- SciELO. 2010 Octubre; LX(4).
 71. Vargas V, Soto J, Enríquez G. Métodos de fermentación de cacao para pequeños productores en seis localidades de Costa Rica. Pruebas de calidad. In IICA/CATIE BO, editor. Memoria Seminario Regional sobre Tecnología poscosecha y calidad mejorada del Cacao. Turrialba: IICA/CATIE, Bib. Oton; 1989. p. 147-161.
 72. Martinez N. Evaluación de componentes físicos, químicos, organolépticos y de rendimiento de clones universales y regionales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en las zonas productoras de Santander, Arauca y Huila. Magister. Bogota: Universidad Nacional de Colombia, Ciencias Agrarias ; 2016.
 73. Álvarez C, Pérez E, Lares L. Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua. Agronomía Tropical-SciELO. 2007 Diciembre; LVII(4).
 74. Morales W, Vallejo C, Sinche P, Torres Y, Vera J, Anzules E. Mejoramiento de las características físico-químicas y sensoriales del cacao CCN51 a través de la adición de una enzima y levadura durante el proceso de fermentación. Ciencia y Tecnología. 2016 Junio; V(2).

75. Graziani L, Ortiz L, Alvarez N, Trujillo A. Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. *Agronomía Tropical*. 2003 Mayo; LIII(2).

CAPITULO VII

ANEXOS.

7.1. Anexos de análisis de varianza

Anexo 1. *Análisis de varianza para el variable número de mazorcas sanas, de 31 híbridos interclonales, obtenidos de la Finca experimental La Represa, FCP-UTEQ-2017.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	372,47	12,42	2,11*	1,75	2,20
Error	62	365,33	5,89			
Total	92	737,81				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo.

Anexo 2. *Análisis de varianza para la el factor número de mazorcas enfermas, de 31 híbridos interclonales de cacao existentes en la Finca Experimental “La Represa”.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	229,78	7,66	2,46**	1,75	2,20
Error	62	193,33	3,12			
Total	92	423,12				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo.

Anexo 3. *Análisis de varianza para la variable en estudio peso fresco de 31 híbridos interclonales de cacao existentes en la Finca Experimental “La Represa”.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	2680422,80	89347,43	3,63**	1,75	2,20
Error	62	1527929,33	24644,02			
Total	92	4208352,13				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 4. *Análisis de varianza para la variable rendimiento kg/ha/año de 31 tratamientos presentes en la Finca Experimental “La Represa”-UTEQ-2017.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	735025,33	24500,84	2,35**	1,75	2,20
Error	62	645246,84	10407,21			
Total	92	1380272,17				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 5. *Análisis de varianza para el factor en estudio temperatura de la masa del día 1 de los 31 híbridos interclonales de cacao en la Finca Experimental “La Represa”*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	7,30	0,24	1,71 NS	1,75	2,20
Error	62	8,33	0,13			
Total	92	15,63				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 6. *Análisis de varianza para el factor temperatura del día 2 de los 31 tratamientos existentes en la Finca Experimental La Represa” UTEQ – 2017.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	68,45	2,28	1,21 NS	1,75	2,20
Error	62	116,67	1,88			
Total	92	185,12				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 7. *Análisis de varianza para el factor temperatura de la masa del día 3 en la Finca Experimental “La Represa” FCP-UTEQ-2017.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	41,31	1,38	1,19 NS	1,75	2,20
Error	62	72,00	1,16			
Total	92	113,31				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 8. *Análisis de varianza para la variable temperatura de la masa del día 4 en 31 híbridos interclonales de cacao en la Finca Experimental “La Represa”.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	73,96	2,47	1,50 NS	1,75	2,20
Error	62	102,00	1,65			
Total	92	175,96				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 9. *Análisis de varianza para la variable índice de mazorca de 31 híbridos interclonales de cacao existentes en la Finca Experimental “La Represa” UTEQ - 2017.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	770,24	25,67	2,60**	1,75	2,20
Error	62	613,24	9,89			
Total	92	1383,47				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 10. *Análisis de varianza para el factor en estudio índice de semilla de 31 híbridos interclonales de cacao (T. cacao). Finca Experimental “La Represa”*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	0,64	0,02	0,75 NS	1,75	2,20
Error	62	1,78	0,03			
Total	92	2,43				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 11. *Análisis de varianza para el variable número de almendras en 100 gramos de los 31 tratamientos en estudio existentes en la Finca de la UTEQ “La Represa” 2017.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	5101,61	170,05	2,74**	1,75	2,20
Error	62	3852,67	62,14			
Total	92	8954,28				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 12. *Análisis de varianza para el índice de calidad porcentaje de testa de 31 híbridos interclonales de la finca Experimental “La Represa”.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	84,21	2,81	0,85 NS	1,75	2,20
Error	62	205,27	3,31			
Total	92	289,48				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 13. *Análisis de varianza para la variable largo de almendra de los 31 híbridos interclonales existentes en la finca experimental La Represa FCP-UTEQ-2017.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	0,68	0,02	1,97 *	1,75	2,20
Error	62	0,72	0,01			
Total	92	1,40				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 14. *Análisis de varianza para el variable ancho de almendra de 31 híbridos interclonales existentes en la Finca Experimental “La Represa”.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	0,33	0,01	2,94 **	1,75	2,20
Error	62	0,23	0,003			
Total	92	0,57				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 15. *Análisis de varianza para la variable peso de 100 almendras de 31 híbridos interclonales de la Finca Experimental “La Represa”.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	7487,07	249,57	0,97 NS	1,75	2,20
Error	62	16013,26	258,28			
Total	92	23500,33				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 16. *Análisis de varianza para el factor en estudio almendras bien fermentadas, en 31 híbridos interclonales existentes en la Finca Experimental “La Represa”, FCP-2017.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	1907,12	63,57	1,81*	1,75	2,20
Error	62	2796,00	45,10			
Total	92	4703,12				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 17. *Análisis de varianza para la variable almendras medianamente fermentadas de 31 híbridos de cacao de la Finca Experimental “La Represa”. FCP-UTEQ-2017.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	1221,98	40,73	1,76*	1,75	2,20
Error	62	1467,33	23,67			
Total	92	2689,31				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 18. *Análisis de varianza para la variable total fermentación de 31 híbridos interclonales existentes en la Finca Experimental “La Represa”, UTEQ - 2017.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	413,83	13,79	1,24 NS	1,75	2,20
Error	62	691,33	11,15			
Total	92	1105,16				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 19. *Análisis de varianza para la variable almendras violetas, de 31 híbridos de cacao de la Finca Experimental “La Represa”, FCP-UTEQ-2017.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	440,49	14,68	1,58 NS	1,75	2,20
Error	62	577,33	9,31			
Total	92	1017,83				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 20. *Análisis de varianza para la variable almendras pizarras de 31 híbridos interclonales de cacao de la Finca Experimental “La Represa”, FCP-UTEQ-2017.*

F.V.	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Tratamientos	30	25,33	0,84	1,11 NS	1,75	2,20
Error	62	47,33	0,76			
Total	92	72,67				

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 21. *Cronograma de actividades donde se detallaron las actividades a realizarse durante la investigación.*

ACTIVIDADES SEMANALES	MESES																			
	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Días	1	5	6	25	3	11	20	28	4	11	18	25	9	14	20	25	6	10	20	26
Presentación del anteproyecto	*																			
Aprobación del anteproyecto		*																		
Comienzo del trabajo de campo			*																	
MANEJO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION (A NIVEL DE CAMPO)																				
Toma de datos fenológicos de la investigación			*				*			*			*				*			
Toma de datos productivos (MS, ME,PF)				*				*			*			*				*		
MANEJO TEORICO																				
Tabulación e interpretación de resultados																		*		
Elaboración y redacción del proyecto de investigación																			*	
Corrección de proyecto de investigación																				*
Presentación final del proyecto de investigación																				*

7.2. Fotografías de la investigación.



Anexo 22. *Poda de mantenimiento de los híbridos de cacao (Theobroma cacao L.)*



Anexo 23. *Registro de datos de mazorcas sanas y enfermas de los híbridos en estudio.*



Anexo 24. *Cosecha de híbridos interclonales*



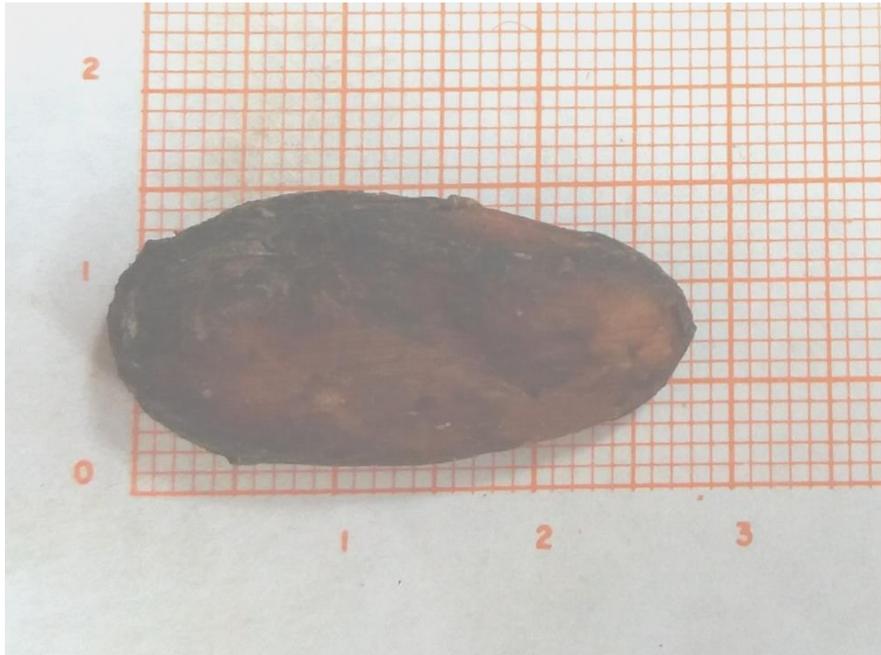
Anexo 25. *Fermentación de los tratamientos con sus respectivas identificaciones*



Anexo 26. *Termómetro para tomar la temperatura de las 31 muestras fermentándose*



Anexo 27. *Secado de las muestras al sol para reducir la humedad*



Anexo 28. *Registro del largo y ancho de las almendras de los 31 tratamientos (medidas en cm)*



Anexo 29. *Descascarillado de las muestras para obtener el porcentaje de testa.*



Anexo 30. *Peso de la cascarilla de cada una de las muestras en estudio*



Anexo 31. *Peso de las muestras una vez descascarilladas para obtener % de testa*



Anexo 32. Corte de las almendras de cada muestra para la prueba de corte



Anexo 33. Clasificación de los granos según las categorías de la prueba de corte, bien fermentadas, medianamente fermentadas, violetas, pizarras y con presencia de moho.