

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE
TECNOLOGÍAS PARA LA FERMENTACIÓN Y
SECADO DEL CACAO (*Theobroma cacao L*) TIPO
CCN-51 Y CRIOLLO EN SU PORCENTAJE DE
FERMENTACIÓN Y SECADO, EN LA PROVINCIA DE
TAMBOPATA – MDD**

TESIS PRESENTADO POR:

Bachiller: GUTIERREZ PAREDES, Roy Rubeli

Bachiller: GONZALES FUENTES, Guisela

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Asesor: Ing. CHAVEZ PINCHI, Miguel

PUERTO MALDONADO, 2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE
TECNOLOGÍAS PARA LA FERMENTACIÓN Y
SECADO DEL CACAO (*Theobroma cacao L*) TIPO
CCN-51 Y CRIOLLO EN SU PORCENTAJE DE
FERMENTACIÓN Y SECADO, EN LA PROVINCIA DE
TAMBOPATA – MDD**

TESIS PRESENTADO POR:

Bachiller: GUTIERREZ PAREDES, Roy Rubeli

Bachiller: GONZALES FUENTES, Guisela

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Asesor: Ing. CHAVEZ PINCHI, Miguel

PUERTO MALDONADO, 2018

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir, A mi madre Florencia, por darme la vida, por el apoyo incondicional y por enseñarme a valorar las cosas más simples de la vida y gracias por su infinito amor, asimismo a mis hermanos que me dieron aliento, sustento y apoyo incondicional, los cuales me ayudaron a cumplir mis propósitos, a mi esposa Keyla gracias por estar siempre en esos momentos difíciles brindándome su amor, paciencia y comprensión y por ultimo a mi querida hija Keith quien es mi motor, la razón para seguir adelante.

Roy

A mis padres, por ser el pilar fundamental de mi vida, y que me dieron aliento, sustento y apoyo incondicional, los cuales me ayudaron a cumplir mis propósitos y a seguir adelante, ellos son los seres que más amo y aprecio en este mundo.

Guisela

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos fe y esperanza, por brindarnos la oportunidad de poder realizarnos como profesionales, guiar nuestros pasos por sendas de justicia y también haber puesto en nuestros caminos a aquellos seres maravillosos que han sido el soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A nuestros padres por tener la fuerza y voluntad de apoyarnos en el proceso de nuestra formación, por formarnos con valores éticos, afectivos, religiosos, morales, por ser el motor importante en nuestras vidas.

Ing. M.Sc. Miguel Chávez Pinchi (Asesor) por el asesoramiento, amistad y paciencia que nos tuvo en el presente trabajo de investigación de nuestra tesis y durante la formación académica profesional en los años de estudio.

A nuestro jurado de tesis, al Ing. Virne Mego Mego, al Ing. Julián Colquehuanca Vilca, Dr. Willian Gerardo Lavilla Condori, al Lic. Ramón Romero Mejía, por sus tiempos y sugerencias realizadas a la presente investigación.

A nuestra Universidad por brindarnos las facilidades en el momento oportuno.

A nuestros docentes de Agroindustria, por sus enseñanzas, consejos paciencia en nuestra etapa universitaria.

Finalmente, un agradecimiento a todas aquellas personas que colaboraron en Forma directa e indirecta durante la ejecución del presente trabajo.

Roy Rubeli Gutierrez Paredes y Guisela Gonzales Fuentes.

PRESENTACIÓN

El presente estudio de investigación se desarrolló en el manejo post cosecha del cacao, con la finalidad de evaluar las tecnologías de fermentación y secado del grano de cacao CCN51 y cacao Criollo que cumpla con las exigencias de calidad del cacao beneficiado y de esta manera puedan ser utilizados en el procesamiento de la industria mantequera, y chocolatera, de acuerdo a los estándares del mercado (requisitos de calidad del cacao beneficiado).

La fermentación del cacao criollo y CCN51 se hizo en fermentadores de cajón de madera y en sacos de polipropileno, en cuanto al secado se hizo un secado al sol en mantas y micas, tecnologías similares a las de otras regiones del país (San Martín, Junín, Huánuco, Piura, etc). El mejor resultado de grano de cacao fermentado se obtuvo con el cacao criollo en fermentadores de cajón de madera y secado en secadores solares de mica, no siendo recomendable fermentar cacao tipo criollos y CCN51 en sacos de polipropileno por no alcanzar grados de calidad para la industria chocolatera.

RESUMEN

El incremento de producción de cacao en Madre de Dios y la falta de información de tecnologías de post cosecha del cacao Criollo y el CCN51, origina el presente trabajo de investigación: donde se plantea como objetivo evaluar las tecnologías de fermentación y secado del grano de cacao (*Theobroma cacao L*), CCN51 y cacao Criollo medidos en su calidad y rendimiento. Utilizando fermentadores de cajón y saco, secadores solares de madera cubiertas con mica y tendales de mantas de polipropileno, tecnologías utilizadas en diferentes zonas del país.

El modelo de estudio es un modelo de bloques con arreglo factorial de 03 factores: tipo de cacao (CCN51 y cacao criollo); la tecnología de fermentación (fermentación en saco, fermentación en cajón de madera); y la tecnología de secado (Secado solar de madera, secado solar en manta), con un nivel de significancia del 5%.

En la fermentación se concluye que el uso de tecnologías tipo cajón y saco, al fermentar cacao CCN51 y cacao criollo, afecta el rendimiento y calidad de grano de cacao beneficiado.

En el secado etapa complementaria a la fermentación, la calidad del grano y rendimiento son afectados por el tipo de sacador.

En conclusión la mejor tecnología de beneficio de cacao es la fermentación en cajón de madera* y secado en secadores solares de madera. El cacao que mejor se comporta en fermentación y secado es el cacao criollo con 80% de grado de fermentación, en cacao CCN51, se alcanzó un 66% de fermentación.

ABSTRACT

The increase of cocoa production in Madre de Dios and the lack of information on post-harvest technologies of Criollo cocoa and CCN51, originates the present research work: where the objective is to evaluate the Fermentation and drying technologies of cocoa Bean (*Theobroma cacao L*), CCN51 and Criollo Cocoa measured in quality and yield. Using box and bag fermenters, solar wood driers covered with mica and polypropylene blankets, technologies used in different areas of the country.

The study model is a model of blocks with factorial arrangement of 03 factors: Type of cocoa (CCN51 and cocoa Criollo); fermentation technology (fermentation in bags, fermentation in wooden boxes); and the technology of drying (Solar drying of wood, solar drying in blanket), with a level of significance of 5%.

In the fermentation it is concluded that the use of cajon and sack type technologies, when fermenting CCN51 cocoa and Creole cacao, affects the yield and quality of cocoa grain benefited.

In the drying stage complementary to the fermentation, grain quality and yield are affected by the type of punch.

In conclusion, the best technology for the benefit of cocoa is fermentation in wooden coffers * and drying in solar wood driers. The cocoa that best behaves in fermentation and drying is the cacao criollo with 80% of fermentation degree, in cocoa CCN51, 66% of fermentation was reached.

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao L*), es una especie que tiene sus orígenes en los bosques tropicales húmedos de América del Sur. Sus almendras son los componentes básicos para la industria del chocolate y sus derivados; la industria cosmética, y industria farmacéutica (García 2008).

Nuestra Amazonía es un espacio ampliamente diverso que alberga una gran cantidad de diversidad y variabilidad genética de esta especie.

De acuerdo a la Asociación de Productores de cacao en junio del 2012 se exportó 2,396 TM, los excelentes precios del cacao en el mercado internacional y las recompensas que se perciben por comercio justo, cacao orgánico y por denominación de origen, pide ofrecer un producto de superior calidad en términos de fragancia o aroma. Para ello se tiene que lograr un cacao de calidad que cumplan los estándares del mercado, es importante validar las diferentes tecnologías que se utilizan en las zonas productoras de cacao como son: Tumbes, Piura, Cajamarca, San Martín, Amazonas, Cusco, Junín, Ayacucho, Puno y Madre de Dios. En los últimos años se viene incentivando el cultivo del cacao del tipo CCN-51 y recuperando áreas de cultivos de cacao criollo en la región de Madre de Dios. En cada zona productora utilizan diferentes metodologías en el manejo de poscosecha (cosecha, quiebra, fermentación, secado, aplicando tecnologías de fermentación en cajón y saco, en el caso del secado solar lo realizan en mantas, lozas de cemento, secadores de madera, secadores con cubiertas de mica. por eso es importante que en la región Madre para una mejor transferencia de tecnología se uniformice los procesos de fermentación y secado etapas donde el cacao desarrollo las características chocolateras.

Al no existir una validación de la tecnología en la fermentación y secado del cacao beneficiado en las zonas productoras de la región de Madre de Dios no aseguran un buen rendimiento y calidad del grano de cacao tipo CCN51 y cacao Criollo.

El problema de investigación del presente estudio radica en ¿cómo las tecnologías de fermentación y secado afectan en el rendimiento y Calidad, de grano de cacao (*Theobroma Cacao L*) del tipo CCN51 y cacao Criollo?.

El objetivo del trabajo de investigación de evaluar las tecnologías de fermentación y secado del grano de cacao (*Theobroma Cacao L*), CCN51 y cacao criollo que asegure la calidad del cacao beneficiado. De esta manera determinar cuál es el tipo de cacao que presenta mejores características organolépticas para su procesamiento en la industria mantequera, y chocolatera, de acuerdo a los estándares del mercado (requisitos de calidad del cacao beneficiado), debido a esto, el trabajo contribuirá al bienestar socio-económico de los productores cacaoteros de nuestra Región.

ÍNDICE

Resumen	i
Abstract.....	ii
Introducción	iii
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Formulacion del problema.....	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.	2
1.4 Variables	2
1.4.1 Variables independientes.....	2
1.4.2 Variables dependientes.....	2
1.5 Operacionalizacion de variables	3
1.6 Hipótesis	4
1.7 Justificación.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes de estudio.....	7
2.2.1 Generalidades del cacao.	9
2.2.2 Identificación y descripcion botanica.....	9
2.2.3. Produccion de variedades comerciales.	11
2.3. Beneficio del cacao.....	15
2.3.1. Cosecha.....	17
2.3.2. Quiebra.....	18
2.3.3. Fermentación.....	19
2.3.4. Secado.....	31
2.3.5. Selección:	35
2.3.6. Almacenamiento.....	36
2.4. Calidad del cacao.	37

2.4.1. Calidad física del grano.....	41
2.4.2. Calidad organoléptica del grano.	42
2.5. Definición de términos.....	45
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACION	46
3.1 Tipo de estudio:	46
3.2 Diseño de estudio:	46
3.3 Poblacion y muestra.....	47
3.3.1. Población.....	47
3.3.2. Muestra.....	47
3.4 Métodos y técnicas.	47
3.4.1. Para el proceso de fermentacion.	47
3.4.2. Para el proceso de secado.	49
3.4.3. Metodologia.	50
3.4.4. Controles realizados.	54
3.5 Tratamiento de los datos.....	56
3.5.1. Analisis estadistico.....	56
3.5.2. Analisis fisico-quimicos.	59
CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE TRABAJO DE INVESTIGACION	60
4.1 Resultados y discusion de la evaluacion de las tecnologías de fermentación.	60
4.1.1. Evaluacion del proceso de fermentación.	64
4.2. Resultados y discusion de la evaluacion del proceso de secado.....	73
4.3. Caracterizacion fisico quimica del grano cacao beneficiados.	88
CONCLUSIONES.	89
SUGERENCIAS.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	91
ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables/fermentación.....	3
Tabla 2: Operacionalización de variables/secado.....	4
Tabla 3: Caracteres diferenciales de los grupos de cacao criollo, forastero y trinitario.	13
Tabla 4: Cambios en la masa fermentante y granos del cacao durante los días de fermentación	25
Tabla 5: Características de calidad de acuerdo a los diferentes grupos de cacao.	39
Tabla 6: Normas para pruebas físicas del grado de medición del grado de fermentación en diferentes países sobre el manejo de poscosecha del cacao.	40
Tabla 7: Porcentaje de los componentes químicos de almendras.	40
Tabla 8: Matriz general del diseño experimental de tratamientos a seguir en la investigación	46
Tabla 9: Resumen de tratamientos:	46
Tabla 10: Matriz de diseño experimental del proceso de fermentación a seguir en la Investigación.....	57
Tabla 11: Escala de medición del grado de fermentación.....	57
Tabla 12: Matriz de diseño experimental del proceso de secado a seguir en la Investigación en cacao CCN51.	58
Tabla 13: Matriz de diseño experimental del proceso de secado a seguir en la investigación en cacao Criollo.	58
Tabla 14: Resultados del proceso de fermentación de cacao CCN-51 y criollo, fermentados en cajón de madera y saco.	69
Tabla 15: Análisis de los estadísticos descriptivos del proceso de fermentación del cacao CCN-51 y criollo.	71
Tabla 16: Análisis de varianza del proceso de fermentación del cacao CCN-51 y Criollo.	72
Tabla 17: Análisis de varianza del efecto inter-sujetos en el proceso de Secado del cacao CCN-51 y Criollo.....	74
Tabla 18: Resultados del análisis proximal del cacao fermentado y	

secado.	88
Tabla 19: Resultados del comportamiento de los indicadores de fermentación (temperatura y pH), en cacao CCN51	94
Tabla 20 Resultados del comportamiento de los indicadores de fermentación (temperatura y pH), en cacao Criollo.....	95
Tabla 21 Análisis de los estadísticos descriptivos del proceso de fermentación del cacao CCN51 y criollo, por bloques de repeticiones.	96
Tabla 22: Resultado ordenado de acuerdo al nivel de calidad en la fermentación.	97
Tabla 23: Análisis de los estadísticos descriptivos del proceso de secado del cacao CCN51 y Criollo.....	103
Tabla 24: Resultados ordenado de acuerdo al nivel de calidad de almendras de grano seco	107
Tabla 25: Resultados del proceso de secado de cacao CCN51 y Criollo, fermentados en cajón de madera, saco y secado en manta y secador de madera.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Frutos y flores de cacao.	11
Figura 02: Frutos de cacao criollo.....	12
Figura 03: Frutos de cacao forastero.....	12
Figura 04: Frutos de cacao trinitarios.	13
Figura 05: Fruto y semilla de cacao CCN-51	14
Figura 06: Fruto y semilla de cacao Criollo	15
Figura 07: Esquema del proceso de manejo de post cosecha del cacao ..	16
Figura 08: Granos de cacao en diferentes estados de madurez y deterioro.....	18
Figura 09: Proceso de quiebre de mazorcas de cacao.	18
Figura 10: Proceso de fermentación fase anaeróbica o alcohólica	22
Figura 11: Proceso de fermentación fase anaeróbica o de oxidación.	23
Figura 12: Fotos del proceso de fermentación del cacao en sacos.....	26
Figura 13: proceso de fermentación del cacao en montones.	27
Figura 14: proceso de fermentación del cacao en cajones de madera,	28
Figura 15: Prueba de corte del cacao.....	29
Figura 16: Aspectos físicos de los granos de cacao en diferentes estados de fermentación.	31
Figura 17: diferentes formas de secado del cacao	32
Figura 18: proceso de selección de granos de cacao	36
Figura 19: representación gráfica del almacenamiento del cacao en forma de rumas apiladas.....	36
Figura 20: Factores que influyen en la calidad de los granos de cacao.	38
Figura 21: Árbol de cacao de CCN-51 y Criollo, en la provincia de Tambopata, Región de Madre de Dios,	51
Figura 22: Diagrama de flujo del procedimiento experimental de la investigación	52
Figura 23: Comportamiento del proceso de fermentación del Cacao CCN-51, fermentado en cajón de madera, durante 07 días.	60
Figura 24: Cambios en el mucílago durante el proceso de fermentación... ..	61
Figura 25: Comportamiento del proceso de fermentación del cacao CC-	

N51, fermentado en saco durante 07 días.....	62
Figura 26: Comportamiento del proceso de fermentación del cacao Criollo, fermentado en cajón durante 04 días.	63
Figura 27: Comportamiento del proceso de fermentación del cacao Criollo, fermentado en saco durante 04 días.	63
Figura 28: Variación del peso en el proceso de fermentación del cacao CCN-51 y Cacao criollo, fermentado en cajón	65
Figura 29: Variación del peso en el proceso de fermentación del cacao CCN-51 y criollo, fermentado en saco	65
Figura 30: Comportamiento de la temperatura en el proceso de fermentación del cacao CCN-51, fermentado en cajón y saco	66
Figura 31: Comportamiento de la temperatura en el proceso de fermentación del Cacao criollo, fermentado en cajón y saco.....	66
Figura 32: Comportamiento del pH en el proceso de fermentación del cacao CCN-51, fermentado en cajón y saco	67
Figura 33: Comportamiento del pH en el proceso de fermentación del cacao criollo, fermentado en cajón y saco.	68
Figura 34: Resultado del grado de fermentación de cacao CCN-51, fermentado en cajón y saco	70
Figura 35: Análisis grafico de medias, del proceso de fermentación del cacao CCN-51, Criollo, fermentado en cajón y saco.	73
Figura 36: Calidad del grano fermentado en cajón, secado en manta y secador de madera del CCN51 y criollo	75
Figura 37: Análisis grafico de medias, del proceso de secado del cacao CCN-51,Criollo, fermentado en cajón secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras fermentadas.	76
Figura 38: Análisis grafico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en cajón secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras parcialmente fermentadas.....	77
Figura 39: Análisis grafico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51 Criollo , fermentado en cajón secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras violetas.	78

- Figura 40:** Análisis grafico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en cajón secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras pizarrosas.....79
- Figura 41:** Análisis grafico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en cajón secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras defectuosas.....80
- Figura 42:** Análisis grafico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en cajón secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras mohosas.....81
- Figura 43:** Análisis grafico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en saco, secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras fermentadas.82
- Figura 44:** Análisis grafico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en saco, secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras parcialmente Fermentadas83
- Figura 45:** Análisis grafico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en saco, secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras violetas.84
- Figura 46:** Análisis grafico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en saco, secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras pizarrosas.....85
- Figura 47:** Análisis grafico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en saco, secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras defectuosas.86
- Figura 48:** Análisis grafico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en saco, secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras mohosas.....87
- Figura 49:** Análisis fisicoquímico del cacao en grano CCN51.....114
- Figura 50:** Análisis fisicoquímico del cacao en grano CCN51.....115

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACION.

1.1 Descripción Del Problema

Nuestra Amazonía representa un espacio ampliamente diverso que acoge una gama de diversidad y variabilidad genética de cacao. MINAGRI (2018), afirma que el cultivo de cacao se ha convertido en uno de los cultivos de mayor importancia para el país, su última producción durante 2017 fue 120 toneladas, los excelentes precios que posee el cacao en el mercado mundial y los premios que se alcanzan por el justo comercio, cacao orgánico y por denominación de origen, exige ofrecer un producto de mayor calidad.

Para ello se tiene que lograr un cacao de calidad que cumplan los estándares del mercado, es importante validar las diferentes tecnologías que se utilizan en las diferentes zonas productoras de cacao Tumbes, Piura, Cajamarca, San Martín, Amazonas, Cusco, Junín, Ayacucho, Puno y Madre de Dios, donde el beneficio del cacao (cosecha, quiebra, fermentación, secado, selección y el almacenaje), están siendo desarrolladas aplicando tecnologías de fermentación en cajón, saco y rumas, de igual modo el secado solar lo realizan en mantas, lozas de cemento, secadores de madera, secadores de calamina, secadores de mica y un secado en manta por eso es importante que se valide las tecnologías de fermentación y secado es donde el cacao desarrolla las características chocolateras

Al no existir una validación de la tecnología en la fermentación y secado del cacao beneficiado en las áreas de producción en la región de Madre de Dios no aseguran un buen rendimiento y calidad del grano de cacao tipo CCN-51 y cacao Criollo.

¿Influyen las tecnologías de fermentación y secado en el rendimiento y calidad, de grano de cacao (*Theobroma Cacao L*) Del tipo CCN-51 y Cacao Criollo?.

1.2 Formulación del problema

¿Influyen las tecnologías de fermentación y secado en el rendimiento y calidad, de grano de cacao (*Theobroma Cacao L*) del tipo CCN51 y cacao Criollo?.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Evaluar las tecnologías de fermentación y secado del grano de cacao (*Teobroma cacao L*), CCN51 y cacao Criollo que asegure los requisitos de calidad del cacao beneficiado.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Evaluar las tecnologías de fermentación tipo cajón y sacos en el rendimiento y calidad de grano fermentado del cacao CCN-51y cacao Criollo.
- Evaluar las tecnologías de secado tipo de secado solar de madera y secado solar en manta. En el rendimiento y calidad de grano seco del cacao CCN-51 y cacao Criollo.
- Seleccionar la tecnología de fermentación y secado efectivo que cumpla los requisitos del cacao beneficiado para el CCN51y cacao criollo en las condiciones de la Región de Madre de Dios.

1.4 Variables

1.4.1 Variables independientes.

Fermentación y secado del grano de cacao.

1.4.2 Variables Dependientes.

Porcentaje de fermentación.

Porcentaje de secado.

1.5 Operacionalización de variables

La Operacionalización de variables se hará para la fermentación y el secado. (Ver tabla 1 y 2).

- Fermentación

Tabla 1: Operacionalización de variables de la fermentación.

Variab les		Indicadores	Instrumentos de medición
Independiente.			
- Fermentación. En cajón.		- Temperatura.	- Termómetro de 0 a 100°C
- Fermentación en saco.		- Tiempo de fermentación de 4 días cacao criollo y 7 a 8 días cacao CCN51.	- Matriz de control.
		- pH.	- Matriz de control.
		- Olor de fermentación.	- pH metro o papel pH.
		- Hinchamiento del grano.	- Evaluación sensorial ficha de escala.
		- Presencia de líquido color vino tinto.	- Vernier.
			- Prueba de corte
			- Evaluación sensorial
Dependiente			
- Porcentaje de fermentación		- Grano de buena fermentación.	- Prueba de corte, se examina visualmente las dos mitades de cada grano a plena luz del día o bajo una luz artificial
		- Grano ligeramente fermentado.	
		- Grano violeta.	
		- Grano pizarroso.	
		- Grano mohoso.	
		- Grano defectuoso.	

Fuente: Elaboración Propia.

- **Secado**

Tabla 2: Operacionalización de variables del Secado.

Variables	Indicadores	Instrumentos de medición
Independiente.		
<ul style="list-style-type: none"> - Secado solar en secador de mica. - Secador solar en manta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura - Pérdida de agua en peso. - Humedad. - Olor a chocolate. 	<ul style="list-style-type: none"> - Termómetro de 0 a 150 °C - Balanza gramera. - Determinador de humedad. - Matriz de registro. - Evaluación sensorial.
Dependiente		
Grado de secado	<ul style="list-style-type: none"> - Desprendimiento de la cascara del cacao. - Humedad de 7% 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación sensorial, ficha de análisis. - Determinador de Humedad.
Porcentaje de secado	<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de: fermentado 54-85%, violeta 25-10%, pizarroso de 18-4%, defectuoso de 3-0% 	<ul style="list-style-type: none"> - Balanza para medir el rendimiento y ficha de evaluación sensorial.

Fuente: Elaboración Propia.

1.6 Hipótesis

A. Referente a la fermentación

- H1: El uso de tecnologías tipo cajón, saco, en el proceso de fermentado del cacao CCN-51 y cacao criollo. Afectará el rendimiento y calidad de grano de cacao beneficiado.
- H0: El uso de tecnologías tipo cajón, saco, en el proceso de fermentado del cacao CCN-51 y cacao criollo no afectará el rendimiento y calidad de grano de cacao beneficiado.

B. Referente al secado

- H1: El uso de tecnologías de secado solar en calamina, secador solar en mica y secado solar en manta del cacao CCN-51 y cacao criollo, afectará el rendimiento y calidad de grano de cacao beneficiado.
- H0: El uso de tecnologías de secado solar en calamina, secador solar en mica y secado solar en manta del cacao CCN-51 y cacao criollo, no afectará el rendimiento y calidad de grano de cacao beneficiado.

1.7 Justificación

En nuestro departamento la actividad económica se encuentra fuertemente vinculada a las actividades extractivas del oro, la castaña, madera y la comercialización de productos, y la producción agrícola que en los últimos años viene ampliándose con cultivos como el plátano, yuca, piña, papaya, copoazu con el apoyo que se tiene de nuestro ente Regional y como también el de otras instituciones públicas y privadas se viene incentivando el cultivo de cacao con clones CCN-51 y la recuperación de cacao criollo que se encuentran en parcelas de los productores. El cacao es un cultivo de enorme potencial agroindustrial poseen un mercado estandarizado ocupa el tercer lugar del mercado mundial, más del 90% de nuestra producción nacional se comercializa en el mercado internacional. El aprovechamiento industrial es en la rama de la alimentación, cosmética y farmacéutica, que trabajan a partir de pasta de cacao y manteca, así mismo este aprovechamiento es solo del 10% del fruto, quedando un elevado porcentaje como sub producto (cáscara, mucílago, etc.) que pueden ser utilizados para otros productos. Sin embargo no se cuenta con información relevante validada en nuestro medio (Región de Madre de Dios) sobre las tecnologías utilizadas en la etapa de fermentación y secado de los clones CCN-51, así como del cacao criollo que nos provean de un grano de cacao de calidad con un buen grado de fermentación y secado con un aroma y sabor a chocolate como exige el mercado.

El propósito del presente estudio es validar las tecnologías existentes para la etapa de fermentación y secado del cacao del tipo CCN-51 y el cacao

Criollo en el grado de grano de cacao fermentado y seco con características sensoriales a chocolate y de esta manera determinar cuál es el tipo de cacao que presenta mejores características organolépticas para su procesamiento en la industria mantequera, y chocolatera, de acuerdo a los estándares del mercado (requisitos de calidad del cacao beneficiado), debido a esto, el trabajo contribuirá al bienestar socio-económico de los productores cacaoteros de nuestra Región.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Rivera (2012), realizó la investigación: Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física –química del cacao (*Theobroma cacao L*), tipo nacional. El trabajo de investigación que se planteó tuvo como finalidad evaluar los tipos de fermentadores y los diferentes tiempos de fermentación usados por los productores de cacao. Se estudió cuatro tipos fermentadores: caja de madera, saco de yute, montón, y tina plástica, de una capacidad de almacenamiento de 60 kg de cacao y los tiempos de fermentación fueron de 2 a 5 días; también, se valuó un testigo (sin fermentar). El diseño utilizado fue bloques completos al azar en arreglo factorial con tres réplicas. La data se analizó mediante análisis de varianza realizándose la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Las variables físicas analizadas fueron: porcentaje de granos fermentados, violeta y pizarrosos (prueba de corte); y químicas: polifenoles (fotometría 760 nm), acidez volátil (arrastre de vapor) y teobromina-cafeína (Cromatografía Líquida de Alta resolución, HPLC). Sus resultados analizados mostraron que el periodo de fermentación a diferencia del tipo de fermentador, influyó sobre las variables físicas y químicas que se analizaron. El incremento porcentual de granos fermentados y la reducción de los granos violetas se dieron desde se inició hasta que finalizó la fermentación. La disminución de concentración de compuestos polifenólicos y alcaloides mejora la calidad química, lo cual incide sobre las particularidades organolépticas propias del cacao. La fermentación durante el cuarto y quinto día, es donde se genera la mejor calidad, en base a los fermentadores y a los tiempos que se emplearon por los propios productores, en cajas de madera.

Cabrera (2006), realizó trabajos de diferentes métodos de fermentación, utilizó la semilla del cacao producto del cruce natural entre cacao venezolano y cacao tipo nacional. Los frutos fueron recolectados el mismo

día en que se empezó a realizar las pruebas y/o análisis de investigación, para ello se utilizó solamente frutos maduros, en el mismo instante se aislaron las semillas o granos de la mazorca, en donde planteo un diseño experimental del tipo de bloques al azar, el que constaba de 7 tratamientos con 3 repeticiones.

Cabrera (2006), empleó los siguientes tratamientos:

- T1 - montón grande (240 lb) cubierto con hojas de bijao.
- T2 - montón pequeño (120 lb) cubierto con hojas de bijao.
- T3 - montón grande (240 lb) cubierto con láminas de polietileno.
- T4 - montón pequeño (120 lb) cubierto con láminas de polietileno.
- T5 - cajas grandes de madera, capacidad 220 lb.
- T6 - cajas pequeñas, capacidad 115 lb.
- T7 - cestos de bejuco, capacidad 170 lb.

Ortiz (2004), estudiaron el efecto del secado al sol sobre la calidad del grano fermentado del cacao. La finalidad de su pesquisa fue analizar el efecto de algunas variables del secado natural al sol sobre los índices físicos de calidad y características químicas del grano fermentado de cacao (*Theobroma cacao L.*), donde determinó el porcentaje de cascara a sus muestras de cacao seco, también el color, los granos que presentan mala fermentación, múltiples y partidos, como también la acidez volátil, acidez total titulable, taninos y pH, no obstante también determinó la humedad a los 3 y 4 días luego de haber iniciado el secado. Para ello arribó en cuanto al color no cambió al variar las condiciones del secado, por cuanto a los granos magullados reflejaron que incrementaron al ser el piso más rugoso y también debido a la remoción; por lo que los porcentajes de cáscara y de granos múltiples descendieron cuando fueron removidos con mayor frecuencia. Del mismo modo pudo observar que las peculiaridades químicas no se vieron afectadas por la rugosidad del piso, ni debido a la constante remoción utilizada en los granos de cacao para su secado solar. Chávez y Mansilla (2004), manifestaron que la utilidad del cacao es un proceso que se debe a unos fundamentos esenciales que corresponden a la preservación de alimentos el cual se realiza con el fin de mejorar la calidad del grano, el cual se ve influenciado por la recolecta, secado,

quiebra, selección y fermentación.

Así mismo tenemos en base al artículo científico publicado por agricultura orgánica (2008). La fermentación tiene por finalidad suprimir los residuos de pulpa que se encuentran adheridos a la almendra, aniquilar el germen en el interior de la almendra y dar inicio al desarrollo del aroma, como también del sabor y el color de la almendra.

Reyes et al. (2000), nos indican que la fermentación viene a ser un proceso bioquímico donde ocurren cambios considerables en la estructura de la semilla y este se da a nivel externo como interno del grano.

Reyes et al. (2000), Manifiestan que la fermentación se puede caracterizar como una fase que consta de dos etapas: Una primera etapa que es de hidrólisis o alcohólica, el cual se genera en condiciones anaeróbicas, y una segunda etapa, que es la de oxidación, que se produce generalmente en la oxidación y condensación de los compuestos poli fenólicos en productos complejos, aminoácidos volátiles insolubles e solubles que poseen poco o son carentes de sabor. Según las investigaciones de Vidal (1996), expresa que el secado del cacao es una etapa donde cual las almendras culminan perdiendo el exceso de humedad que contenían, en referencia al secado solar del cacao este termina su índice de fermentación. Es en esta fase donde se necesita que el producto obtenga una humedad entre 7 y 8%. Por consiguiente, se concluye que al poseer una humedad por debajo del 7%, los inconvenientes tanto el de condensación como el de la presencia de moho, disminuyen casi en su totalidad.

2.2.1 Generalidades del cacao

2.2.2 Identificación y descripción botánica

De acuerdo a UEA (2018), el *Theobroma cacao L*, pertenece a la familia de las Sterculiaceae, la ubicación taxonómica de la especie es:

Reino Plantae
 División Magnoliophyta
 Clase Magnoliopsida
 Subclase Dilleniidae

Orden Málvales

Familia Sterculiaceae

Género Theobroma

Especie *Theobroma cacao L*

El cacaotero es un arbusto que requiere tanto de humedad como de calor, posee hoja constante y siempre floreciente, tiene un crecimiento que oscila entre los 6 y 10 m de altura. Necesita de sombra (se desarrollan bajo la sombra de otros árboles de mayor altura como los cocoteros, plataneros y otros), también requiere de otras exigencias como el de la protección del viento, de un suelo nutritivo y poroso, sin embargo, este no crece bien en tierras bajas que poseen vapores cálidos. La altura ideal se encuentra aproximadamente a unos 400 msnm. El suelo necesita poseer nitrógeno y potasio, el clima debe ser húmedo, y su temperatura que oscilen entre 20°C a 30°C. El color de sus diminutas flores son rosa, los frutos crecen directamente del tronco principal y de sus ramas más viejas o antiguas. El tipo de fruto es una baya al cual también se le llama mazorca o maraca, cuya apariencia es semejante al de calabacín alargado, se torna rojo o amarillo purpúrea y su peso aproximado es de 0.450 kg cuando se encuentra madura (de 0.15 – 30.0 m de largo por 0.7 – 0.12 de ancho). Un árbol empieza a producir cuando tiene entre 4 ó 5 años. En su año de maduración puede poseer 6,000 flores, y sólo 20 mazorcas. No obstante, de que sus frutos maduren durante todo el año, por lo general solo se hacen dos recolectas: la mayor cosecha (comienza próximo a fines de la temporada lluviosa y dura hasta principios de la temporada seca) y la colecta intermedia (se da al inicio de la próxima temporada de lluvias), y se requieren de cinco a seis meses en promedio entre su fertilización y su cosecha.

La mazorca posee corteza rugosa de aproximadamente 4 cm de grosor. Está saturada de una pulpa viscosa color rosada de sabor dulce comestible, que aglomera entre 30 a 50 granos largos que son blancos y carnosos, y se encuentran ordenados en filas en el enrejado que moldea aquella pulpa. Las semillas o granos del cacao adoptan una forma similar al de las judías: dos artes y un germen envueltas por una cobertura rica en tanino. Su sabor peculiar en bruto es bastante amargo y a la vez astringente (ver figura 1).



Figura 1: Frutos y flores de cacao.

Fuente: UEA (2008).

2.2.3. Producción de variedades comerciales

Cacao Criollo, se desarrolla en condiciones semi-silvestre, son árboles de poca vigorosidad, de crecimiento lento, muy susceptibles al ataque de enfermedades y de insectos que los 'Forasteros' y se identifican por poseer una morfología diversa, (ver figura 2,3 y 4).



Figura 2: Frutos de cacao criollo.

Fuente: UEA (2008).

Cacao Forastero del Alto Amazonas, se desarrollan en un estado silvestre cultivado dentro de la Alta Amazonía (Perú, Colombia y Ecuador). Árboles fuertes con frutos verdes y de forma variable, las almendras por lo general son pequeñas de sección transversal aplanada y sus cotiledones presentan una coloración entre morado o violeta, producen un chocolate de calidad básico o corriente.



Figura 3: Frutos de cacao Forastero.

Fuentes: UEA (2008).

Trinitarios, son arbustos que no se han podido encontrar en estado silvestre y por lo general poseen peculiaridades intermedias entre los cacaos del tipo 'Criollos' y los 'Forasteros'. Sus clones 'Trinitarios' han sido conseguidos del cruce natural entre Forasteros y los 'Criollos' de origen desconocido.



Figura 4: Frutos de cacao trinitario.

Fuente: UEA (2008).

El cacao posee diferentes caracteres diferenciales como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Caracteres diferenciales de los grupos de cacao criollo, forastero y trinitario.

ORGANO/CARATER	TIPO DE CACAO		
	CRIOLO	FORASTERO	TRINITARIO
SEMILLA			
1. Color cotiledones	Blanco o violeta	Morado excepcionalmente blanco.	Morado
2. Forma (sec. transversal)	redondeada	aplanado o intermedia	variable
FRUTO			
1. Color al estado inmaduro	Rojo o verde	verde o verde pigmentado	rojo o verde
2. Rugosidad	Rugoso o lig.	liso o medio	Variable
4. Constricción basal	liso	variable	Variable
4. Grosor de cáscara	ausente o ligero	Gruesa o media	Delgada o media
5. números de semillas	delgada media 20 - 40	20 – 60	30 – 45
AGROINDUSTRIAL			
1. Inicio de la producción	4 a 6 año	3 a 6 año	3° a 4° año
2. periodo de fermentación	3-4 días	5-7 días	5-6 días
3. Sabor y aroma	Extrafino-fino	corriente	fino-medio
4. Contenido de grasa	Bajo (<54%)	Variable (45-60%)	Variable (45-57%)

Fuente: García (2008).

De acuerdo al catálogo de cultivares de cacao detallado por García (2009), describe al cacao CCN-51 y cacao Criollo.

- **Cacao tipo ccn-51**



Figura 5: Fruto y semilla de cacao CCN-51.

Fuente: García (2009).

1. Nombre varietal : CCN –51
2. Grupo genético : (IMC-67 x ICS-95) Forastero desconocido
3. Color del fruto en estado inmaduro: rojo.
4. Forma básica del fruto: oblongo.
5. Rugosidad del fruto: fuerte.
6. Grosor de la cascara del fruto: intermedia.
7. Color de cotiledones de la semilla: morado.
8. Tamaño del fruto: muy grande, N° de semillas por fruto: 44.
9. Peso seco de semilla: 1.4 g.
10. Rendimiento: 2,750 kg/ha (desde 937 a 2,812 kg/ha).
11. Contenido de grasa: 54%.
12. Sabores básicos y específicos de pulpa:

Debe poseer una dulzura media, una acidez media, medianamente astringente; amargor de almendra (medio); floral (muy bajo) y frutal (bajo).
13. Sabores básicos y específicos del licor: debe poseer una acidez media, de astringencia media; de amargor medio; floral (ausente); frutal (bajo), y nuez (ausente). Tiene una nota de corteza destacada y notable intensidad de chocolate.

- **Cacao tipo criollo.**



Figura 6: Fruto y semilla de cacao Criollo

Fuente: García (2009).

1. Nombre varietal: Chuncho.
2. Grupo genético/genealogía : Forastero Alto Amazonas.
3. Color del fruto en estado inmaduro: verde y verde pigmentado.
4. Forma básica del fruto: elíptica, esférica, u oblonga.
5. Rugosidad del fruto: variable (rugoso – liso).
6. Grosor de la cascara del fruto: variable (delgada-gruesa).
7. Color de los cotiledones de la semilla: morado, violeta y blanco.
8. Tamaño (del fruto): intermedio o pequeño.
9. Número de semillas mazorca: 25 - 43 (34 semillas en promedio).
10. Peso de la semilla: 0.7-1.3 g (promedio 1g).
11. Tamaño de semilla: pequeña o intermedia.
12. Rendimiento: de 517 a 1,552 kg/ha.
13. Contenido de grasa: 52 - 56%.
14. Sabores básicos y específicos de la pulpa: debe poseer una dulzura media, de baja acidez, de muy baja astringencia; el amargor de almendra de nivel medio; floral (bajo-medio) y frutal (medio); hierba (bajo).

2.3. Beneficio del cacao

Es realizar una serie de labores o prácticas consecutivas y cuyo objetivo es poseer un grano de cacao de muy buena calidad que conlleva a la producción

y obtención de artículos alimenticios con características peculiares que tengan sabor y fragancia a chocolate.

Reyes et al. (2000), en referencia al beneficio lo definen como un conjunto de labores interrelacionadas que guardan relación con la modificación biológica que tienen que sufrir las almendras después de ser cosechadas y que permitan una expresión potencial organoléptica. Sólo de esa manera podrán ser recibidas y valoradas por los agentes productores en la industria del chocolate. Su provecho está constituido por: la recolección, la fermentación, el secado y su almacenamiento, (ver figura 7).

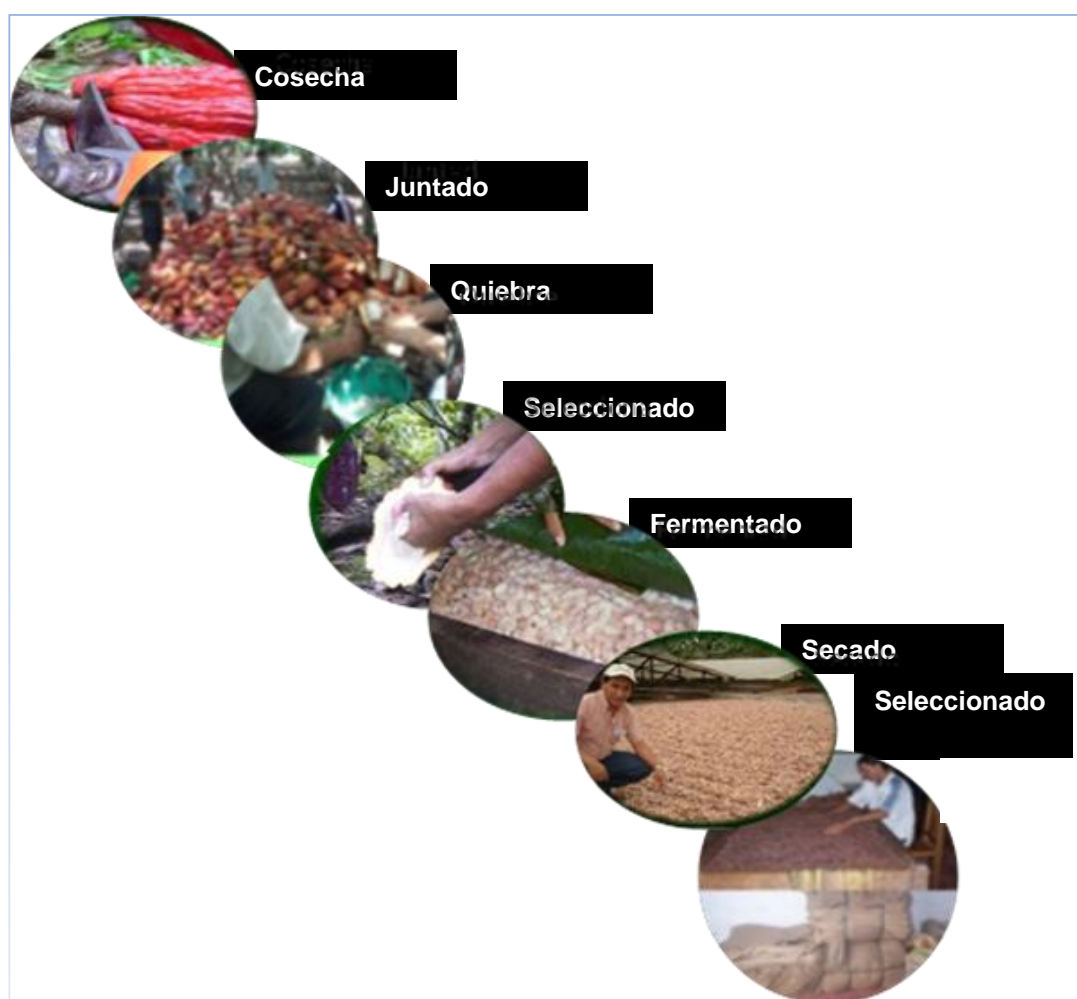


Figura 7: Esquema del proceso de manejo de post cosecha del cacao.

Fuente: Consorcio Asecal Mercurio Consultores (s.f).

El beneficio o manejo de post cosecha del cacao comprende parte elemental y decisiva para adquirir una gran calidad del grano y posteriormente facilitar su adecuada comercialización. Cuando existe un buen beneficio, si y solo si

existiesen incentivos para la producción de calidad, el producto adquirirá un mayor precio, y aumentara la rentabilidad del cultivo, los cuales reflejaran en los costos directos de producción entre 15 y 20%. El beneficio apropiado produce en las almendras las bases elementales del aroma y sabor único del cacao, es por ello que lo definen en gran medida sus categorías como finas y aromáticas, por consiguiente se refleja en la calidad final del producto.

Chávez y Mansilla (2004), expresan que la recolecta tiene inicio cuando el fruto o maraca se encuentra maduro. Un fruto maduro se puede apreciar cuando ocurre un cambio de coloración, es decir de color verde tiende al amarillo o del rojo y otros parecidos al amarillo anaranjado fuerte o pálido. Sin embargo, en los frutos de tonalidad roja - violácea muy percibidas, su variación de color podría resultar ser no muy reflejante por lo que existiría la posibilidad de realizar una colecta riesgosa debido al tiempo ya que no fue el indicado y se cosecho antes de los frutos que han obtenido su plena madurez. Y se debe a este inconveniente que los frutos pueden madurar y germinar.

2.3.1. Cosecha

La cosecha comprende la recolección de frutos maduros y sanos. Generalmente se efectúa en un espacio de 15 días para adquirir un producto homogéneo (Enríquez 1995). En periodos donde no hay mucha producción, la recolecta puede darse de forma mensual, para lo cual durante la cosecha se debe identificar los frutos maduros. Cuya identificación es por medio del cambio de coloración externo, que según la variedad o tipo de cacao varia.

Recomendaciones para una cosecha exitosa

Para las recomendaciones, nos apoyamos en el estudio hecho por Reyes et al. (2000), indican que se debe evitar la recolecta de frutos verdes, de las almendras que provienen de frutos que no hayan logrado alcanzar el grado de madurez, por lo que no permitirá la separación de los granos.

- Desechar los frutos en mal estado. Granos de frutos enfermos adquieren una coloración negra, el cual se debe a la reacción que se genera por la presencia de hongos y, al deterioro por descomposición, de mucilago, debe evitarse

recolectar mazorcas con exceso de maduras. Estos frutos producen almendras demasiado maduras, debido a los cambios que se dan por la germinación de las mismas, que provocan compuestos no deseables (ver figura 8).



Figura 8: Granos de cacao en diferentes estados de madurez y deterioro.

Fuente: Consorcio Asecal Mercurio Consultores (s.f)

2.3.2. Quiebra

Chávez y Mansilla (2004), indican que la quiebra es una operación que tiene inicio cuando se parte la mazorca y se extrae las almendras, las mismas que después de ser separadas de las Hebras, serán destinadas a la siguiente operación que es la fermentación (ver figura 9).



Figura 9: Proceso de quiebra de mazorcas de cacao.

Fuente: Consorcio Asecal Mercurio Consultores (s.f).

- Una vez producido la quiebra, y el desgranado, el tiempo para poner en fermentación, no debe exceder las 24 horas.
- El quiebre puede utilizarse machetes cortos que han sido acondicionados para esta actividad. El corte que se realiza a las mazorcas es longitudinal con el debido cuidado para no lastimar con el corte a las almendras que se encuentran unidas a las hebras. En lo posible debe evitarse que las almendras se hieran a causa del corte. Esto se puede ocasionar cuando las mazorcas son partidas con elementos empleados como machetes que pueden ocasionar daño al grano por tener expuesta su exterior, es decir al romperse la cascara, por lo cual se vuelven vulnerables al ataque de hongos e insectos. Por ello para evitar que se hieran las almendras es recomendable emplear mazos de madera, y así quebrar los frutos sin causar daños a los granos.
- Existen contradicciones entre autores sobre el tiempo de quiebra, Chávez y Mansilla (2004), manifiestan que deben guardarse 5 días para el proceso de quiebre, mientras que, Reyes et al. (2000), manifiestan que se deben acumular la cantidad necesaria de frutos, abrirlas en ese instante para después ponerlas en los fermentadores, por lo que los dos autores inciden con respecto al tiempo que no se debe permitir que pase más de 24 horas entre las operaciones de quiebra y fermentación.

2.3.3 Fermentación

Durante este proceso, se producen variaciones bioquímicas que facultan en las almendras la generación de los iniciadores del aroma y sabor.

La fermentación determina los componentes de calidad que serán los más importantes, y es que un chocolate elaborado sin fermentar carece de un sabor y aroma propio de chocolate (Moreno y Sánchez 1989), manifiestan que las almendras son las que desarrollan el aroma y sabor correspondientes al chocolate cuando se tiene una buena fermentación. El mal fermentado del cacao sea este de nacional es imposible que pueda generar su característico sabor, por lo que le atribuirían una denominación de calidad baja, Moreira

(1994). En la etapa de cura o preparación que viene a ser la fermentación en sí, el cacao adquiere la calidad básica para poder producir el chocolate (Armijos 2002).

Es en esta etapa es donde los azúcares de la pulpa, por la presencia de microorganismos como las levaduras y las bacterias, y también debido a ciertas reacciones bioquímicas de oxidación se producen ácidos que se introducen en el cotiledón, ocasionándose la desaparición del embrión y la continua constitución de los iniciadores de la fragancia o aroma del cacao.

Reyes et al. (2000), Moreno y Sánchez (1989), Portillo (2005) y Graciani et al. (2003), citados por Sánchez (2007), concuerdan en que la fermentación posee dos fenómenos diferentes que no separados: en primera instancia se tiene a la fermentación del tipo microbiana que colabora con la supresión de la pulpa con mucilago que se encuentra dentro de las almendras; y la otra es aquella que estimula una serie de reacciones bioquímicas al interior de los cotiledones, que conllevan a que la constitución química de las almendras sean modificadas y en particular a la producción de los que dan inicio al desarrollo del aroma. Son estos, los mismos autores quienes indican y expresan que estas reacciones son provocadas por el aumento de la temperatura de la aglomeración del cacao durante el proceso de fermentación y al desplazamiento del ácido etanoico propia de la pulpa hacia la almendra. Estos dos sucesos son los que van a reducir la acción germinativa del embrión.

Ramos et al. (2000), hacen referencia en cuanto a la fermentación, e indica que es una acción combinada y a la vez equilibrada de temperatura, pH, alcoholes, ácidos y humedad. En esta fase se reduce el sabor amarescente debido a la pérdida de xanteosa, favorece el secado y también el aislamiento de la testa de los cotiledones. Braudeau (1970), hace mención que el incremento de temperatura juega un rol altamente importante durante la fermentación. Y en parte es encargado de ponerle fin al embrión de las almendras y dar comienzo a las reacciones enzimáticas que se dan en los epitelios de los cotiledones.

Ramírez (1988), el producto de sus indagaciones, abordó a que en la etapa fermentación existe alteración de temperatura y a su vez es probable que la

masa que se halla en la parte exterior posea muchos grados más que la masa que se ubica al fondo del recipiente. La temperatura ocasionada en la masa de fermentación está asociada con la temperatura ambiente que impide el incremento de la temperatura mientras se dé la fermentación.

Hernandez (1991), hace referencia que la pulpa fresca posee un pH entre 3.4 a 4.6. Los cotiledones en esta misma etapa poseen un pH 6.6. Esto se debe a que la testa es permeable al ácido etanoico, esta se traslada al interior del cotiledón y al tercer día elimina al embrión y disminuye el pH a 4.8 durante lo que reste de fermentar y de secado el pH se incrementa y por lo usual es de 5.5 en granos secos.

El pH adecuado para un cacao que tenga calidad, se debe ubicaren un rango de pH que oscile entre 5.1 y 5.4, y sea cual fuese la variedad de cacao con un valor de pH inferior a 5.0 señala la existencia de ácidos no volátiles no deseables, los cuales otorgan al producto aromas que no son agradables, que dañan la elaboración de chocolate (Armijos 2002),

Para que la fermentación sea homogénea se debe voltear la masa de almendras. La poca, nula o inadecuada remoción logra que gran parte del montón de cacao termine sin fermentar. En el caso del cacao criollo la masa se debe voltear cada 24 horas y para los cacaos del tipo forastero y trinitario se debe realizar cada dos días, para evitar la propagación de mohos, y el secado de las almendras que se ubican al exterior. Cuando la remoción se realiza de forma diaria contribuye al incremento de velocidad de la temperatura; y por consiguiente una fermentación más uniforme y de menos tiempo (Saltos et al. 2006).

Para la Compañía Nacional de Chocolates de Colombia las condiciones adecuadas para una buena fermentación se logran cuando existen una aireación y humedad acondicionada. El periodo viene a ser un factor primordial que define el proceso exitoso de la fermentación, en la cuanto la eliminación de los embriones sea más rápida, se dará lugar a las reacciones enzimáticas las cuales son las responsables de provocar las transformaciones bioquímicas que conllevan a los iniciadores del sabor. En la fermentación de las almendras existe una relación que se da entre el tiempo, su grupo variedad genética, el grupo genético al cual pertenece el cacao, en lo concerniente al

cacao criollo el tiempo que requiere para la fermentación es menor al de los forasteros; debido a su alto contenido de azúcares en el mucilago del cacao criollo, por lo general la fermentación dura tres días (Compañía Nacional de Chocolates de Colombia 1988).

Los conocidos como Forasteros por lo general se fermentan entre cuarto y quinto día; en cuanto a los Trinitarios ellos requieren de seis días o más. De acuerdo a lo citado por Moreno y Sánchez (1989), sugieren que para la fermentación del cacao de ascendencia Nacional se requieren tres días, en el Ecuador el 64% de los productores realizan la fermentación entre uno y tres días, el 3% lo realiza de 4 a 5 días, mientras que los demás no hacen dicha práctica. Reyes et al. (2000), indican que la fermentación puede calificarse como una fase que comprende dos etapas: Una etapa de oxidación. Y la etapa de hidrolisis o alcohólica.

A. Etapa anaeróbica o alcohólica

Cuando se dan condiciones anaeróbicas, por lo general intervienen microorganismos como las levaduras, las que son responsables de transformar el contenido de azúcar de la pulpa en alcohol y óxido de carbono, esto sucede cuando empieza a aumentar la temperatura (ver figura 10).

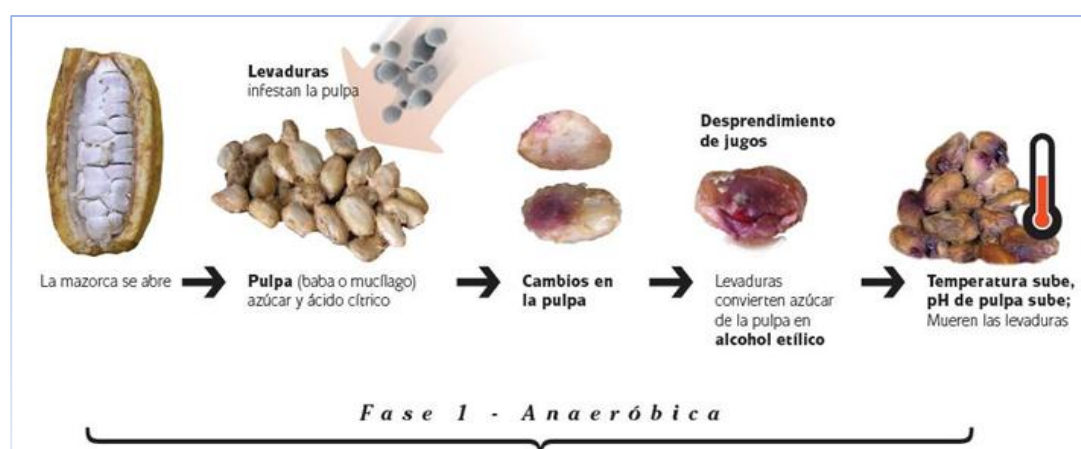


Figura 10: Proceso de fermentación fase Anaeróbica o Alcohólica.

Fuente: Consorcio Asecal Mercurio Consultores (s.f.)

Cuando se empieza a generar el descenso de la pulpa, se da la penetración de aire la cual facilita a las reacciones de oxidación del alcohol transformándose en ácido etanoico (ácido acético), esto gracias a la presencia

de bacterias del ácido acético. El ácido etanoico es el responsable de ocasionar la desaparición del embrión y de las almendras cuando se introduce en el tejido cotiledonear y también la infiltración de las paredes de sus células, conllevando a la difusión de impurezas de los constituyentes del jugo celular. De esta manera, las enzimas entran en comunicación con los polifenoles y proteínas y se da inicio las reacciones hidrolíticas que generan variaciones en los colorantes cianidinglucósidos, induciendo al inicio de la creación de los iniciadores del sabor a chocolate. Toda la etapa hidrolítica se genera a temperaturas próximas a 45 °C y, un pH entre 4.0 y 5.0.

B. Etapa de aeróbica o de oxidación

Esta fase tiene inicio en seguida de que exista una mayor introducción de oxígeno y comprende principalmente la oxidación y solidificación de los compuestos polifenólicos en resultados complejos, aminoácidos volátiles solubles e insolubles que poseen poco o carecen de sabor. Equidistante a la condensación oxidativa, la humedad se reduce hasta llegar a la señal donde exista carencia de agua, paraliza la actividad enzimática. Cuando el oxígeno tiene proximidad con las células de los cotiledones durante la etapa de condensación oxidativa, la superficie de las almendras tiende a volverse de una coloración pardo y esto ocurre en toda la almendra, una vez iniciado el secado y se permite la introducción del oxígeno hacia el interior del cotiledón (ver figura 11).

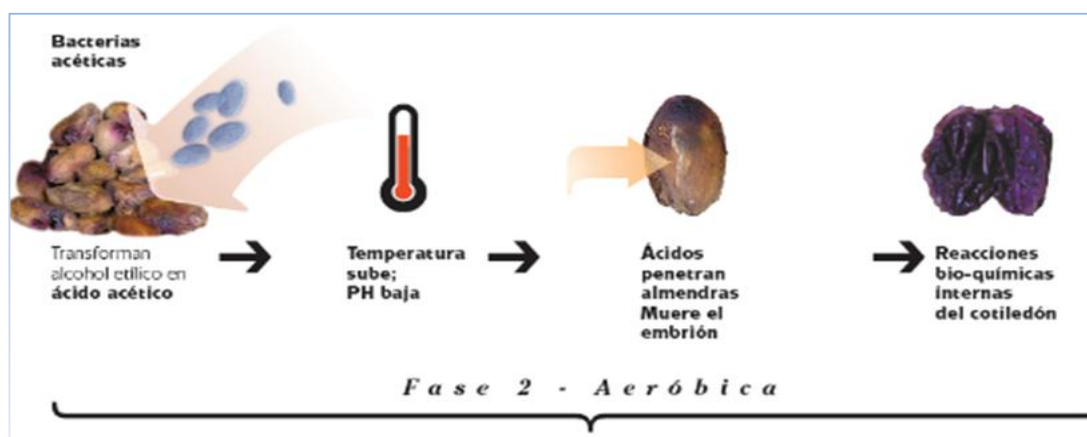


Figura 11: Proceso de fermentación fase Aeróbica o de oxidación.

Fuente: Consorcio Asecal Mercurio Consultores (s.f)

Se tiene como indicador de fermentación óptima cuando se da la aparición de un círculo periférico de tonalidad pardo, lo cual indica que se debe dar inicio al extendido del cacao para secarlo. Esto podemos evidenciar que ocurre para el caso de los cacaos criollos durante el tercer día, mientras que para los trinitarios ocurre entre el día 5 y el día 6 después de iniciado la fermentación. De acuerdo a Reyes (2000), se deben considerar las siguientes etapas o pasos para lograr una óptima fermentación del cacao.

- Primero: Se debe separar los frutos conforme al tipo que corresponda, sea este Criollo o Trinitario, se debe a que se necesita de tiempos distintos de fermentación.
- Segundo: Debe existir una limpieza adecuada de las cajas o cestos de fermentación antes de iniciar este proceso, eliminando así residuos, insectos u hongos que pudiesen estar presentes.
- Tercero: Se debe programar la fermentación para así contar con cantidad necesaria de mazorcas y partirlas al mismo tiempo, para abastecer el fermentador.
- Cuarto: Debe existir una excelente cobertura del cobertor, ya sea esta con sacos de nylon, plástico, hojas de plátano, o bijagua, para prevenir la fuga de calor que es necesario en la etapa de fermentación.
- Quinto: Para poder asegurar una buena aireación que contribuya al proceso de fermentación, es muy necesario realizar el volteado de la masa de granos, con una frecuencia no mayor a 48 horas.
- Sexto: En lo posible los drenajes de los fermentadores deben estar siempre descubiertos para prevenir la aglomeración peligrosa de los líquidos, los cuales generan olores no deseados, encharcamientos aerobios, de la etapa de fermentación sobre la parte baja del fermentador.
- Séptimo: Esta etapa tiene que durar el tiempo requerido en base al tipo de cacao, debido a que, si este baja, bastantes almendras quedarán sin fermentar y en caso ocurra lo contrario que es el incremento, este traerá consigo malos olores y cambios en el cacao, durante la fermentación, los que van a producir un daño significativo en la calidad del producto final.

Indicadores de fermentación: Para ello nos basamos en el estudio que realizó Cabrera (2006).

a) Temperatura, esta debe incrementarse sobre los 40°C en los fermentadores de los tipo trinitarios, una vez pasado las 48 horas, y por encima de 36°C una vez pasada las 24 horas.

b) El mucílago que recubre el grano comienza a perderse y cambia de coloración de blanco a un color rojo claro o rosado.

c) Cuando se parte un grano con un elemento afilado, gotea un fluido Cuantioso de color vino tinto.

Para conocer si el cacao ya se encuentra en buen estado de fermentación, muy aparte del tiempo que transcurrió, también se debe verificar lo siguiente:

a) Que exista un descenso de temperatura en el sistema.

b) Granos hinchados.

c) El embrión debe estar muerto.

d) Al realizar un corte longitudinal de las almendras, se debe apreciar un color pálido en el centro, copado por una circunferencia que posee un color café oscuro (ver tabla 4).

Tabla 4: Cambios en la masa fermentante y granos del cacao durante los días de fermentación.

Días de Fermentación		
Primer Día	Tercer y Cuarto Día	Quinto Día
Pulpa muy acida pH 3.5	Masa fermentante esta ácido pH 4.5	Masa Fermentante esta acidulada pH 5.5
Masa fermentante de color blanco	Masa fermentante de color café claro	Masa fermentante de color café
pH 6.5 del interior de la semilla	pH 4.5 del interior de la semilla	pH 5.5 del interior de la semilla
Interior de la semilla de color violeta	Interior de la semilla de color violeta, sus bordes de color café	Interior de la semilla de color café
No hay desarrollo de color	Aumento de temperatura de la masa fermentante de 45 a 50°C	Temperatura de la masa fermentada se reduce a 40°C
Olor agridulce aromático	Fuerte olor a ácido acético	El olor a ácido acético es menos fuerte

Fuente: sociedad Alemana de Cooperación Técnica (2018).

Métodos de fermentación utilizados

a). Fermentación en lona o saco

Tomamos como referencia al Subprograma, de Cooperación Técnica (2001), la fermentación en saco consiste en colocar las almendras en dichos costales para que se produzca la etapa de fermentación. Los cuales deben ser recubiertos con plástico o bijao u hojas de plátano, para prevenir la fuga de temperatura.

En base a las investigaciones de Reyes et al. (2000), indican que, para poder realizar la fermentación del cacao en yute o sacos de polietileno, se ponen las almendras en el interior de sus contenedores, posteriormente se procede a cerrar, y colgar y luego espera el tiempo de fermentación. Para que exista mejor ventilación durante dos o tres días y así se permitirá el drenaje del mucílago, que posteriormente serán extraídas para luego exponerlas al proceso de secado (ver figura 12).



Figura 12: Fotos del proceso de fermentación del cacao en sacos.

Fuente: Consorcio Asecal Mercurio Consultores (s.f).

Esta técnica de fermentación no es muy recomendable debido a que imposibilita que se realicen las remociones necesarias, lo cual dará una etapa fermentativa muy desigual con porcentaje ínfimo de granos fermentados y con un porcentaje considerable de granos defectuosos, emplear este tipo de

técnica genera un gran obstáculo durante la retención de calor, esto se debe a que los poros permiten tanto el ingreso como la salida del aire y del calor respectivamente.

b). Fermentación a montón

Chávez y Mansilla (2004). Indican que la fermentación por aglomeración o montón consta en aglomerar el cacao en baba encima de un tendadero de caña, madera, cemento, sobre hojas de plátano o esterilla de guadua con el objetivo de facilitar el drenaje de la baba de cacao, y recubren los montones con hojas de banano, plátano y bijao, en la fermentación de montones solo se fermenta bien la parte exterior, esto se puede deber a la aireación (ver figura 13).



Figura 13: proceso de fermentación del cacao en montones.

Fuente: Consorcio Asecal Mercurio Consultores (s.f).

A estos montones una vez que transcurrió las 48 horas se procede a accionar con el volteo, recubriéndolas con nuevas hojas. Esta técnica no genera muchos gastos y el tamaño del montón fluctúa en base al cacao cosechado, se considera como mínimo una cantidad para poder producir el calor requerido que es de 80 libras (36.36 kg) de cacao en baba.

c). Fermentación en cajones

En base a las indagaciones realizadas por Gaitán (2005), en este método se disponen de cajas sobre el piso y estas cajas debe poseer ranuras de 5 mm para permitir que el aire tenga libertad para circular. Debe poseer un espaciado entre orificio, el cual no debe ser menor de 0.05 m, ni tampoco mayor de 0.10 m. Estas cajas son colocadas unas sobre otras de tal forma que se tenga la apariencia de formar una escalera. Es probable que el empleo de este método pueda resultar más ventajoso para un pequeño productor, dado que las cajas son fáciles de utilizar y/o manipular, y si se tiene la cantidad necesaria de ellas se podría fermentar la cantidad de almendras que uno requiera. Mientras se es este realizando la fermentación, puede incrementar la temperatura en la masa de almendras hasta unos 50°C aproximadamente. Sucede que cuando la temperatura alcanza unos 45°C, mueren los embriones de la semilla, es en ese momento donde se da comienzo a una serie procesos bioquímicos, los que posteriormente otorgarán el sabor y la fragancia a chocolate (ver figura 14).

En promedio el tipo Criollo requiere entre 3 y 4 días; para los del tipo Forastero se emplean de 6 a 8 días, es primordial también establecer la influencia con los otros factores ambientales.



Figura 14: proceso de fermentación del cacao en cajones de madera.

Fuente: Consorcio Asecal Mercurio Consultores (s.f).

Liendo y Marin (2006), manifiestan que la técnica en “cajas” es el más provechoso cuando se tiene que trabajar con grandes volúmenes de cacao. Esta técnica radica en poner las almendras de cacao frescas (recién retiradas) de las mazorcas dentro de las cajas de madera y posteriormente cubrirlas con sacos de yute u hojas de plátano, para incrementar la temperatura del conglomerado y se genere la fase fermentativa.

Braudeau (1970), considera que las dimensiones de las cajas se ven influenciadas por el volumen de cacao que el productor pueda poseer en su momento.

Recomendación para una buena fermentación para ello nos basamos en los estudios del Subprograma de Cooperación Técnica (2001).

- Remoción de las almendras se realiza cada 24 horas o colocarlas en nuevos cajones.
- Para la remoción se debe emplear palas de madera.
- Los cajones de fermentación deben estar siempre limpios.

Para facilitar los volteos, las paredes entre compartimentos (divisores), deben ser de preferencia removibles. El cajón debe poseer unas extremidades de 0.10 cm de altura para que no pueda entrar en contacto con la tierra. Se aconseja construir los cajones con madera blanca (excepto pino), ya que las maderas de coloración oscura y/o resinosa producen compuestos que alteran el sabor del cacao.

La madera debe poseer un grosor aproximado 2 cm, la base del cajón debe contener agujeros pequeños Para facilitar el escurrimiento del mucílago y prevenir el ahogo del cacao y encharcamientos.

Prueba del corte

Los países productores de cacao realizan la clasificación para determinar su calidad en base a la estimación visual, para ello se basan en metodología llamada "prueba del corte". Esta prueba del corte conlleva a que se debe cortar en forma longitudinal mínimamente unos 100 granos, para descubrir la sección con la máxima cantidad de la parte central de los cotiledones. Luego se examinan de forma individual y se encuentra el porcentaje de grano de diferentes clases. En caso de que se requiera conocer el grado de fermentación, se definen tres categorías adicionales (ver figura 15).



Figura 15: Prueba de corte del cacao.

Fuente: Consorcio Asecal Mercurio Consultores (s.f).

- En la primera corresponde a granos totalmente fermentados, que presentan una coloración parda, con las hélices de los cotiledones que tienen inclinación a liberarse cuando el grano está acertadamente seco.
- Color azul o púrpura, indica que estos granos no han tenido una buena fermentación y por consiguiente poseen una fermentación parcial, y tienen una clasificación: ligeramente parda o ligeramente púrpura. En caso de observarse que la superficie de corte presenta un color púrpura o azul, libre de manchas de coloración parda y los cotiledones se encuentran unidos comprimidos intensamente, esta clasificación del grano corresponde a una completamente púrpura.
- con referencia a los granos de poca fermentación, que se encuentran dentro de esa categoría, tienen una coloración gris; lo cual se debe a que las células con coloración no liberaron sus contenidos y por ello no se ha generado ningún tipo de transformación química de la fermentación.

En la experiencia, se nota que no existe alguna fermentación que sea uniforme, y el exceso de la misma provoca pérdida, que implica la intensidad y la calidad del sabor, el punto óptimo de fermentación se debe encontrar entre 70-80% con respecto a los granos fermentados en su plenitud y de unos 20-30% ligeramente pardas como también púrpuras (ver figura 16).



Figura 16: Aspectos físicos de los granos de cacao en diferentes estados de fermentación.

Fuente: Consorcio Asecal Mercurio Consultores (s.f).

2.3.4. Secado

Tomando como referencia las investigaciones realizadas por Vidal (1996), el secado del cacao viene a ser una etapa mediante cual las almendras culminan perdiendo la humedad excesiva que contenían, y con referencia al secado natural el cacao, este termina completando su índice de fermentación. Es en este proceso se necesita que el producto logre alcanzar una humedad entre 7 a 8%. A pesar de ello, hubo casos donde se evidenció que al obtener una humedad inferior al 7%, los inconvenientes de condensación y por consiguiente la presencia hongos (moho), disminuyen casi en su totalidad. El uso de secadores a gas va a depender de las condiciones de lugar de proceso. Estos solamente deben utilizarse en caso de que no se pueda obtener el secado del cacao de la forma natural que es el solar, ya que un exceso de exposición de secado a gas, puede perjudicar tanto el sabor como el aroma

del producto (ver figura 17)



Figura 17: diferentes formas de Secado del cacao

Fuente: Consorcio Asecal Mercurio Consultores (s.f).

El principal objetivo del secado es que este culmine desarrollando el sabor a chocolate el cual tuvo inicio en la etapa de fermentación (Enríquez 1995).

En caso el secado se realice de una manera inadecuada, resultaría en vano porque no serviría de nada que se haya hecho la etapa de fermentación debido a que nuestra muestra no logrará obtener el sabor requerido (Rincón 1999).

Jiménez (2000), indica la etapa de secado se debe realizar de forma lenta y progresiva, al inicio se debe exponer pocas horas al sol en el transcurso de los primeros días y luego incrementar paulatinamente hasta una total exposición durante los postreros días. Empleando el secado rápido, no se va a lograr un deshidratado homogéneo y se detiene la hidrólisis enzimática de las antocianinas produciendo así almendras de color púrpura que van a otorgar un sabor astringente, y por consiguiente adquiere más vigorosidad rápidamente la testa o cascarilla, cuando esta se encuentra seca dificulta la salida o difusión de los ácidos de fácil evaporación que se aglomeran en la almendra provocando almendras ácidas, en esta etapa de secado se dan algunas reacciones de constitución de olor de chocolate las cuales finalizan y mientras que otras reacciones continúan para luego poder determinar la

calidad final en el producto (Ramos et al. 2000).

Enríquez (1995), sostiene que durante esta fase de secado varia la coloración en las almendras, surgiendo el color marrón o pardo, característico de un cacao que tuvo una fermentación y un secado correcto. El secado se puede realizar de forma natural empleando el calor generado por los rayos del sol y necesita de 8 a 10 días teniendo en cuenta los factores condicionantes del clima. Ramos et al. (2000), sostienen que este mecanismo sería el más sugerible debido a que al realizar el secado lento de las almendras, estas desarrollan eficazmente los cambios para obtener un buen sabor. Casi siempre se emplean tendales para esta técnica, siendo los más se utilizan los de madera y, de bambú, aunque también se puede utilizar cemento y otros elementos (Rincón 1999).

A. Tipos de secadores

Existen diferentes tipos de secadores utilizados por los productores cacaoteros.

1. Natural al sol: su principal ventaja es que se desarrolla de forma lenta a temperaturas moderadas. Tiene como inconveniente que para ello se depende del factor climatológico.
2. Secadores artificiales: En este tipo de secaderos se tiene como la única ventaja de que no se va a depender de la estabilidad atmosférica. Lo cual trae consigo otras grandes dificultades, entre ellas se tiene a las temperaturas elevadas y la excesiva velocidad del secado.

López y Flores (2008), hacen referencia que durante el secado se genera también una modificación enzimática donde se vienen a oxidar varias sustancias, para ello los cotiledones de la cubierta de las semillas se tornan de color café más intenso, y comienza a producirse el aroma a chocolate. Por lo tanto, se volatiliza su ácido etanoico. Para asegurar que el nivel de firmeza y preservabilidad de las almendras de cacao sea lo necesario, es preciso que el secado se realice con la debida atención. Los granos son secados sobre ambientes con instalaciones adecuadas como: tejidos de madera o, esteras, plástico o metal que se ponen a una altura determinada

con referencia del suelo y así prevenir la presencia de impurezas como partículas de polvo o animales domésticos. Los rayos del sol facilitan el buen color y el buen desenvolvimiento de las distintas fases de aromatización. El secado solar se da de forma lenta y cuidadosa dura aproximadamente hasta 7 días. Después de los 7 días la humedad que contenía debe ser menor a 8%. Es muy importante tener en cuenta que el secado sea homogéneo y a la vez tener el debido cuidado del mismo, para lo cual se debe remover continuamente las almendras haciendo uso de un rastrillo.

- Los tendales empleados que son de cemento es necesario que tengan una ligera inclinación para poder facilitar el drenaje.
- Las marquesinas vienen a ser otro tipo de tendedero que se elaboran a base de caña o de madera con un caballete, encima de él se extiende una lámina de plástico térmico traslucido para así prevenir las lluvias y la humedad baja.
- Secado en parihuelas, éstas pueden ser construidas a base de madera, guadua o bambú de dos metros de longitud por 0.80 metros de ancho, que descansan sobre las vigas alzados del suelo. Sus dimensiones facilitan el rápido manipuleo y seguridad de los granos en temporadas de lluvias.
- Otro tipo de secadero viene a ser el de caña picada sobre lomos de arena para lo cual se emplea la caña de bambú que demanda de menos costoso para el agricultor. Para tener un respaldo del grado de perdurabilidad y conservación de las almendras de cacao sea lo requerido, es preciso que el secado se realice con la debida atención. El cacao en grano es secado en instalaciones antes mencionadas, principalmente en cuerpos de madera o esteras, metal o plástico, los cuales se ponen a una altura conocida con referencia del suelo para prevenir la contaminación que se puede deber a impurezas como el polvo o a la presencia de animales domésticos.

Una mala práctica, la cual se tiene que evitar es la de hacer uso de las carreteras asfaltadas para realizar el secado de cacao, esto se debe a que los asfaltos poseen materiales pesados que son responsables de causar a

la calidad del producto, como también el humo de los escapes de los automóviles impurifican al cacao, estos se adhieren generando una alteración en los sabores y adquiriendo un olor no deseable.

En el secado convencional la temperatura desempeña un rol importante, el cual se deba dar inicio con una temperatura no mayor a 35°C, por ningún motivo se deberá aumentar la temperatura por encima de los 60°C, por consiguiente, las almendras se estarían tostando y secando.

Graziani et al. (2003), indican que el secado artificial puede ser la solución a este inconveniente sin que para ello se tuviese que perder la calidad organoléptica. En la investigación se utilizaron condiciones.

Para que el cacao pueda tener una garantía de buena calidad y posea características que se encuentren próximas al que se obtiene por el secado natural, se debe operar con una temperatura 60 °C en el aire, y la velocidad del aire debe ser de 0.5 m/s. Por lo que en todo caso se debe evitar que el cacao entre en contacto con el humo del comburente, ya que éste perjudicaría tanto al sabor como a su aroma, y por consiguiente afectaría la calidad.

En base a los estudios realizados se podrá tener como indicador practico para el secado, cuando los granos se rompan fácilmente al hacer presión con los dedos índice y pulgar.

2.3.5. Selección

Chávez y Mansilla (2004), manifiestan que una vez que culminó el secado, es necesario que el producto se encuentre limpio, libre de impurezas con el objetivo de obtener un producto que posea mayor valor comercial. Por último, lo producido se debe empacar y almacenar. Conforme a los parámetros que se tienen para la calidad del grano del cacao exigido. La clasificación del grano de cacao también nos facilita poder eliminar todo tipo de sustancias no deseables como: las hebras, o cualquier otro tipo de impurezas, germinación de granos, granos fraccionados; defectos que están reconocidos dentro de la comercialización del grano (ver figura 18).



Figura 18: proceso de selección de granos de cacao.

Fuente: Consorcio Asecal Mercurio Consultores (s.f).

2.3.6. Almacenamiento

Moreno y Sánchez (1989), manifiestan que es necesario previo a cualquier almacenamiento verificar que el cacao se encuentre completamente seco y que a su vez posea una humedad menor al 8%. La conservación de almendras se debe realizar en lugares ventilados, que no haya humedad y libre de contaminación. Por ende, deben poseer una temperatura y una humedad ideal, para que el material no adsorba humedad en su estadía en el almacén (ver figura 19).

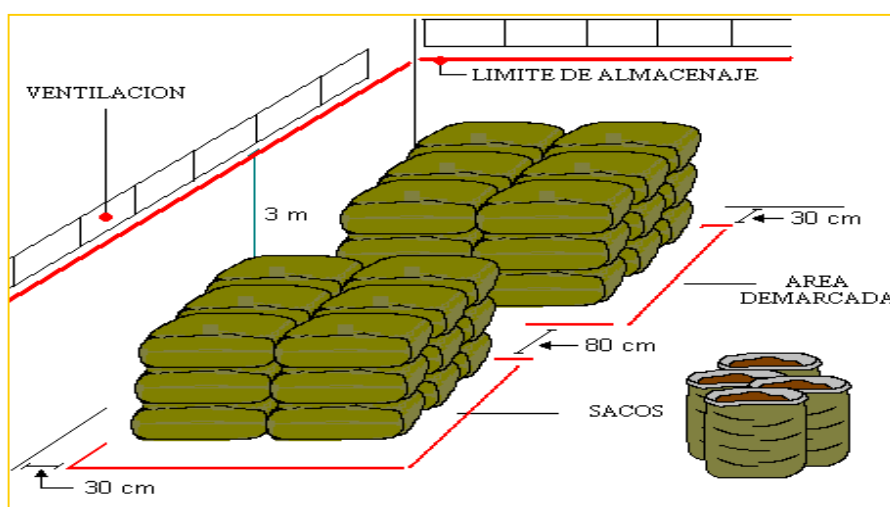


Figura 19: representación gráfica del almacenamiento del caco en forma de rumas apiladas.

Fuente: Consorcio Asecal Mercurio Consultores (s.f).

Las almendras que fueron ensacados, se deben almacenar en compartimientos o estantes que se encuentren sobre el suelo para ello se

considera un mínimo de 20 cm. Para que exista una mejor ventilación entre ellos y el granel, en silos idóneos, para una mejor garantía de un producto de calidad, si estas exigencias no son tomadas en cuenta y no se controlan, las almendras de cacao posiblemente adquieran olores no deseables y se contaminen con materiales ajenos (Ramos et al. 2004).

Se dice que el cacao es higroscópico, debido a que un producto expuesto en zonas con una humedad ambiental entre 80 a 90%, pasadas varias semanas torne a adquirir un contenido de agua de más del 10% perjudicando de esta forma su almacenamiento. Es un factor riesgoso la humedad de 8%, para el almacenamiento. El cacao se debe embalar en costales que puedan permitir su aireación, estos costales se almacenan uno encima de otro sobre tablonces de madera o tarimas en cuanto dure en la zona de producción. En el almacenaje, los espacios deberán estar con ventilación. En cuanto a la temperatura dentro de las instalaciones (almacén) por ningún motivo debe sobrepasar la temperatura del exterior. Es en los lugares oscuros, secos y con buena ventilación y de baja humedad, es donde se debe efectuar el almacenamiento de las almendras de cacao. A tiempo corto: con temperaturas promedio de 16 °C y humedad relativa de 55% y a tiempo largo: con temperaturas promedio de 11°C y una humedad relativa de 55%.

2.4. Calidad del cacao

La calidad del chocolate se ve influenciada principalmente por la calidad de la almendra. Son varios investigadores que coinciden y afirman que la calidad del cacao se ve influenciada de cierto modo por los siguientes factores: el hereditario (grupo de cacao o cultivar), manejo de posterior a la cosecha (fermentado, secado y torrefactado), y los componentes ambientales (suelo, clima y manejo de precosecha).

Moreno y Sánchez (1989), manifiestan que en el mercado existen 02 tipos de cacao y los clasificaban como: Cacao fino y Cacao ordinario u corriente.

- Cacao ordinario u corriente, logra una representatividad de 95% de la producción que se tiene cada año. Es de África y Brasil de donde proviene en mayor cantidad producción de este tipo de cacao; por lo general este cacao es destinado la mayor parte hacia la producción de manteca.

- Cacao finos, estos poseen sabores y olores peculiares y representan el 5% en la producción a nivel mundial. Son utilizados para la producción de chocolates oscuros como también para los chocolates del tipo gourmet debido a que les otorgan a los productos peculiaridades de olor y sabor únicos (ver figura 20).



Figura 20: Factores que influyen en la calidad de los granos de cacao.

Fuente: Consorcio Asecal Mercurio Consultores (s.f).

1. Genética.

La diversidad genética del cacao posee una gran incidencia sobre las peculiaridades de la almendra de cacao, como son: el sabor, el color, la proporción de la almendra, el contenido de manteca y por ello, olor que pueda desprenderse posterior al tostado (Braudeau y Sánchez 2007). Un cacao que tenga un origen genético conocido posee características organolépticas muy propias (Moreira 1994), (ver tabla 5).

Tabla 5: Características de calidad de acuerdo a los diferentes grupos de cacao.

GRUPO	CARACTERÍSTICAS	USOS
FORASTERO (Cacao corriente)	Sabor afrutado, almendra morada, amarga y astringente	Chocolate, con leche
CRIOLLO (Cacao Fino)	Sabor a nueces, almendra blanca	Chocolate muy fino
TRINITARIO (Cacao fino)	Sabor afrutado (ciruela, uva, durazno) y marcado amargor	Chocolate Fino
NACIONAL (Cacao fino)	Sabor floral y frutal, almendra morado pálido y/o marrón	Chocolate fino

Fuente: García (2008).

Con referencia a los granos de cacao es posible identificar dos tipos: en primer lugar se tiene cacao común, el cual proviene de árboles Amazónicos, a los que también se les conoce bajo la denominación de Forasteros, y el segundo tipo corresponde al cacao fino, estos provienen de árboles Criollos (Calderón 2002).

El sabor del cacao fino en su máxima expresión se debe esencialmente a la diversidad genética de los árboles que lo producen; no obstante, la producción del sabor y su olor a chocolate se deben al correcto proceso de fermentación y secado (Graciani et al. 2003).

2. Ambiente

Determinadas propiedades de las almendras del cacao serán influenciadas por su ambiente durante el crecimiento de la mazorca. El déficit de agua y de nutrientes del suelo limita el desarrollo de las mazorcas y de las almendras (Moreira 1994).

3. Manejo Post cosecha

El manejo posterior a la cosecha o beneficio constituye parte elemental y definitiva para alcanzar una buena calidad del grano y facilitar su apropiada comercialización. El precio del producto y la utilidad del cultivo se elevan siempre que se tenga buen manejo de post cosecha.

La demanda del cacao en grano que vaya a poseer en el mercado el producto final sea esta alta o baja, se debe básicamente a la calidad del mismo, teniendo como un aspecto importante el cultivo del cacao y la forma como se logra adquirir.

La calidad del cacao se ve influenciada por las exigencias que tiene cada mercado y del destino que lo vayan a otorgar, debe poseer determinadas características físicas como son el tamaño y el aspecto de las almendras y las peculiaridades organolépticas que corresponden al sabor y olor que tenga una muestra determinada de cacao, que garantice su producción en la industria, también se exige la calidad de las particularidades químicas de las almendras fermentadas y secas, (Graciani et al. 2003), (ver tabla 6 y 7).

Tabla 6: Normas para pruebas físicas del grado de medición del grado de fermentación en diferentes países sobre el Manejo de Poscosecha del cacao.

CRITERIOS	Colombia *			México **		Venezuela ***			Ecuador ****						Perú			
	Premio	Corriente	Pasilla	México I	Calidad Inferior @	Extra fino	F1	F2	ASSPS	ASSS	ASS	ASN	ASE	CCN51	Especial	G1	G2	CTE
Fermentadas	65	65	60	74		87	66		75	65	60	44	26	65	80	74	65	<65
A. Parcialmente fermentadas	25	35	40			5	20	75	10	10	5	10	27	11	10	10	10	>40
Alm. Violetas				10					10	15	21	25	25	18	7	10	15	>25
Alm. pizarrosas	1	3	3	4					4	9	12	18	18	5	2	3	5	>5
Moho	2	2	3	4		2	3	4	1	1	2	3	4	1	1	3	5	>4
Germinadas						2	3	6										
Infestadas	1	2	2	4														
Vanas/pasilla/pacha	1	2		2		2	3	8							3	5	5	>5
Partidas				2														
Multiples						2	5	7										

Fuente: Natividad (2007).

Nota: *NTC1252 (Norma Técnica de Colombia); ** NMX-F352S (Norma Técnica de México); ***CONIN50 (Norma Técnica de Venezuela); **** INEN (Norma Técnica de Ecuador); NTP ISO 2451.

Tabla 7: Porcentaje de los componentes químicos de almendras.

Componentes	Porcentaje
Agua	3.65
Materia grasa	53.05
Nitrógeno total	2.28
Proteínas	1.50
Teobromina	1.71
Cafeína	0.08
Glucosa	0.30
Mucílago	0.38
Taninos	7.54
Ácido acético libre	0.01
Ácido acético oxálico	0.29

Fuente: Sánchez (2007).

2.4.1. Calidad física del grano

La calidad física tiene como base principal la presentación externa del grano, que no precisamente van a coincidir con el buen sabor y olor a chocolate (Moreira 1994).

Enríquez (1995), establece una relación para la calidad del grano en base a la categorización que definen los países demandantes y productores de chocolate, para las almendras de cacao tomando como referencia su aspecto, el grado de fermentación, la humedad, mohos, insectos, materiales extraños, y otros.

Álvarez et al. (2001), manifiestan con referencia al porcentaje de fermentación, es determinado gracias a la conocida “prueba de corte” empleada en diferentes partes del mundo para poder conocer el grado de fermentación que posee el cacao.

Moreno y Sánchez (1989), coinciden que para determinar el grado de fermentación se emplea la conocida técnica o método “prueba de corte” esta prueba se debe realizar, máximo después de treinta días de haber terminado el secado, para prevenir la oxidación de las almendras, el nivel de fermentación tiene una clasificación las cuales abarcan las siguientes categorías:

- Almendras con coloración marrón o café, son las que han tenido una fermentación muy completa, donde los ácidos han sido capaz de matar tanto al embrión como a las vacuolas pigmentadoras, estas almendras por lo general son muy hinchadas, las cuales se pueden separar de manera sencilla del cotiledón. La calidad aroma del grano y del sabor son excelentes para la producción de chocolates gourmet.

- Almendras con coloración marrón o violeta, están indican que ha existido una fermentación parcial, y que los ácidos no han podido penetrar, por consiguiente, una parte de las vacuolas se hallan íntegras, donde los cotiledones se encuentran poco compactos y su testa ligeramente suelta. Con

referencia a la calidad del sabor es media y a la vez aprovechable para elaborar chocolate.

- Almendras de color violetas, estas resultan de una fermentación inconclusa, por ello presentan ácidos que provienen de la pulpa. Las almendras no se encuentran hinchadas y su forma interna es compacta, producen un sabor ácido y astringente.

- Almendras pizarrosas o de color gris, en estas se observan que adoptan una forma compacta con una coloración gris negruzco, por consiguiente, indica que no hubo fermentación, por lo que produjeron sabores astringentes y amargos.

2.4.2. Calidad organoléptica del grano

Se tiene como punto determinante calificativo del cacao de talla internacional, a las características organolépticas comprendidas en su sabor y olor, también el amargor y su astringencia, que se encuentran dentro de las almendras de cacao, exigencia elemental para la producción de chocolates de categoría fina, el cacao debe producir un olor y sabor característico, para que pueda ser aceptado y calificado como de cacao de primera calidad. Estas atribuciones se generan si y solo si las almendras han sido debidamente fermentadas y secadas y luego tostadas (Armijos 2002).

Moreira (1994), hace un resumen de las atribuciones organolépticas que deben poseer los granos de cacao, que son exigidos por las industrias para elaborar un producto que tenga excelente calidad, considera las siguientes:

1.-Granos de cacao con capacidad para producir un buen chocolate, olor (propio del cacao).

2.-Cacao sin sabores secundarios principalmente humo, moho y acidez excesiva.

Se considera como uno de los más graves defectos que se pueden hallar en las bebidas alcohólicas de cacao, corresponde al dejo a humo, el cual es producido por el secado convencional del cacao y un aroma a jamón humeado

que se genera debido al exceso de fermentación. En la industria, el análisis sensorial resulta ser la única prueba determinante para saber si puede emplear un determinado cacao para la elaboración de productos. Esta técnica facilita la medición, análisis e interpretación de las reacciones de las propiedades de los alimentos, los mismos que se pueden distinguir por los sentidos del olfato, la vista y gusto, lo conocido como el sabor y aroma (Jiménez 2013).

A. Sabor y aroma

El sabor viene a ser aquella sensación que se distingue gracias a las papilas gustativas de nuestra lengua y en la pared de la boca que son inducidas por determinadas sustancias solubles y facilitan que se encuentren en cada producto los sabores básicos que se conocen son: ácido, astringente, dulce, amargo, y salado.

Jimenez (2003) expresa que los sabores que usualmente se pueden hallar en una citación de licores de cacao, son los siguientes:

1) Sabores básicos

- Acidez: se le atribuye como sabor agrio, cuando existe la presencia de ácidos no volátiles y volátiles y es percibido en los costados y en el centro de la lengua, también es relacionado con el vinagre y las frutas cítricas.
- Amargor: presenta un sabor fuerte, por lo general se debe a la poca fermentación. Esto se puede distinguir en la garganta o en parte subsiguiente del paladar, por lo general se le relaciona con el sabor del café, la toronja y la cerveza caliente.
- Astringencia: más allá de un sabor, esta percepción provoca una retracción en la parte exterior de las mucosas de la boca, provoca una impresión de ser áspera en la lengua y seca, por consiguiente, genera salivación esto se debe principalmente al déficit de fermentado y es percibido en toda la boca, garganta, lengua e incluso hasta en los dientes. Esta referencia corresponde a un cacao que tuvo fermentación, al inicio se percibe un sabor floral pero luego se torna amargo, muy similar al sabor de las hojas del banano.

- Dulce: el dulzor se puede sentir en la punta de la lengua.
- Salado, el sabor salado es percibido en ambos lados de la lengua y genera salivación.

2) Sabores específicos

- Cacao: granos de cacao bien fermentados, tostado y sin defectos lo cual otorgan un sabor típico. Nos podemos referir a chocolate en barra de cacao fermentado.
- Floral, vienen a ser aquellos licores que tienen un sabor y aroma a flores, casi perfumado. Nos podemos referir a flores de cítricos.
- Frutal, estos son los que caracterizan a las bebidas alcohólicas con dejo a fruta madura. A su vez describe una pronunciación de aroma a dulce agradable. Como referencia se puede tener cualquier fruta deshidratada o cacao fresco almacenado.
- Nuez, se puede describir como aquel que posee un dejo muy próximo al de la nuez, propio de los cacaos tipo Trinitarios y Criollos.

3) Sabores adquiridos

- Moho, se refiere a las bebidas alcohólicas que poseen sabor mohoso, por lo general se debe a un exceso de fermentación de las almendras o al mal secado. Como referencia se tiene un gusto que sabe a pan viejo o musgo.
- Crudo/verde, esto se debe a la carencia de fermentación o mal tostado, por lo general presentan un aroma desagradable.

Muchas son las investigaciones que han sentenciado la significación de los compuestos relacionados con la formación del olor del cacao y por consiguiente de los que dan inicio al sabor propio de chocolate. Es por eso, los compuestos de fácil evaporación como los aldehídos y las pirazinas caracterizan un sabor fundamental, los esterres que dan inicio al sabor de fruta. Así mismo se tiene el nivel de astringencia del chocolate, se ve influenciado por aquellos compuestos conocidos como polifenólicos y el amargor se deben a las purinas (teobromina y cafeína), el complejo polipéptidos fenoles y pirazinas, actúan sobre el dejo a nuez y dulce, la calidad odorífera de un chocolate se relaciona tanto con la procedencia que tienen las almendras, como con la fermentación, el secado y tostado.

2.5 Definición de términos

- **Cacao en baba:** almendra cubierta de mucílago.
- **Fermentación.** La fermentación también llamada “cura” eliminar los restos de pulpa pegados al grano, asimismo elimina los taninos y ácidos es el proceso en cual ocurre la muerte del embrión, lo más importante inicia el desarrollo del aroma, sabor y color de la almendra para obtener un cacao de aroma fino, sin fermentación no hay buen chocolate.
- **Secado:** El secado del cacao viene a ser un proceso mediante el cual las almendras culminan perdiendo el exceso de humedad que poseían, mediante el secado natural el cacao termina su índice de fermentación. En este proceso se necesita que el producto logre alcanzar una humedad entre 7 y 8%. Referencia comercial que se le denota al grano del cacao. Óptimamente fermentado y secado.
- **Atributos sensoriales:** son las características de los productos perceptibles por los sentidos de la vista y el tacto, acidez, amargor, astringencia, floral, frutal, sobre fermentación etc.
- **Cacao fino de aroma:** un cacao con la categoría fino en aroma es una categorización de Organización Internacional del cacao (ICCO) que especifica un cacao de exquisito aroma y sabor. Este tipo de cacao representa al redor del 8% de la producción de cacao a nivel mundial.
- **Cacao Criollo:** desarrolla un grano de cáscara delgada y delicada de complejo sabor aromático, y de bajo contenido de taninos, que es muy valorado. No obstante, el árbol que lo produce es de escaso rendimiento y muy frágil, por lo cual el cacao criollo solo llega a representar el 10% de la producción mundial de cacao.
- **Mucílago:** la pulpa blanca y azucarada transparente que se encuentra recubriendo las almendras del cacao en el interior de la mazorca
- **Testa:** membrana que cubre los granos.
- **Cacao CCN-51:** Es un cacao que se obtuvo por clonación es de origen ecuatoriano, cacao altamente productivo superior a los 50 sacos por hectárea. Puede ser cultivado de forma precoz, la producción inicial se da a los 24 meses de sembrado.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de estudio

Estudio experimental, del tipo cuantitativo y cualitativo.

3.2 diseño de estudio

Diseño de bloques con arreglo factorial el cual consta de 03 factores con sus respectivos niveles siendo del tipo 2Ax2Bx2C, el análisis estadístico se hará utilizando el paquete estadístico de IBM-SPSS-Stdistic 23, para la prueba discriminativa se utilizara el método de Tukey, a un nivel de significancia del 5% (ver tabla 8 y 9).

Tabla 8: Matriz general del diseño experimental de tratamientos a seguir en la investigación.

BLOQUE	Factor A: Tipo de Cacao							
	a1: CCN51				a2: Criollo			
	factor B: fermentacion							
	b1: Fcajon		b2: F saco		b1: Fcajon		b2: F saco	
	Factor C: Secado							
	c1: S maderas	c2: S manta	c1: S maderas	c2: S manta	c1: S maderas	c2: S manta	c1: S maderas	c2: S manta
c1: SSM	c2: SSM1	c1: SSM	c2: SSM1	c1: SSM	c2: SSM1	c1: SSM	c2: SSM1	
BLOQUE I	a1,b1,c1	a1,b1,c2	a1,b1,c1	a1,b1,c2	a1,b1,c1	a1,b1,c2	a1,b1,c1	a1,b1,c2
BLOQUE II	a1,b1,c1	a1,b1,c2	a1,b1,c1	a1,b1,c2	a1,b1,c1	a1,b1,c2	a1,b1,c1	a1,b1,c2
BLOQUE III	a1,b1,c1	a1,b1,c2	a1,b1,c1	a1,b1,c2	a1,b1,c1	a1,b1,c2	a1,b1,c1	a1,b1,c2

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 9: Resumen de Tratamientos:

Tratamientos	Descripción
T1: a1,b1,c1	: cacao CCN51;F cajón ;secado solar en secador de madera.
T2: a1,b1,c2	: cacao CCN51;F cajón ;secado solar en manta
T3: a1,b2,c2	:cacao CCN51;F saco ;secado solar en secador de madera
T4: a1,b2,c2	: cacao CCN51;F saco ;secado solar en manta
T5: a2,b1,c1	:cacao Criollo;F cajón ;secado solar en secador de madera
T6: a2,b1,c2	: cacao Criollo;F cajón ;secado solar en manta
T7: a2,b2,c1.	:cacao Criollo;F saco ;secado solar en secador de madera
T8: a2,b2,c2	:cacao Criollo;F saco ;secado solar en manta

Fuente: Elaboración Propia.

3.3 Población y muestra

3.3.1. Población: La población es la producción de cacao de 5 has de CCN51 (3,000 kg) y 5 ha de Cacao criollo (1,600 kg). Procedente de los productores de la provincia de Tambopata (Distrito de Inambari).

3.3.2. Muestra: La cantidad de muestra tomada fue de acuerdo a las tablas de la NTP ISO 2859-II, que es de 03 ha (03 productores) de donde se extrajo 150 kg de almendras frescas de cacao criollo y CCN51, para el desarrollo del estudio y sobre el cual se efectuarían la medición y la observación de las variables.

3.4 Métodos y técnicas

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en las etapas del proceso de fermentación y secado en el manejo pos cosecha del cacao

3.4.1. Para el proceso de fermentación

a. Matera prima:

- Granos de Cacao sin fermentar de la variedad CCN51
- Granos de Cacao sin fermentar de la clase Criollo o chuncho.

b. Materiales:

- **Cajas de madera:** estas tienen una medida de 45 cm x45 cm de madera tornillo en la base de las cajas debe poseer pequeñas ranuras de 0.5 cm para dejar que el aire recorra libremente. El espacio entre ranuras fue de 5 cm.
- **Saco de polipropileno (PP)** capacidad 30 kg: conocidos habitualmente como “sacos de rafia”, posee un cierre reforzada con hilo.
- **Mantas de polipropileno (PP)** capacidad de 2 m x 2 m.
- **Bolsas de polietileno de alta densidad** con una capacidad 10 kg, estas bolsas son ruidosas, opacas, el uso más frecuente lo vemos en la bolsa tipo camiseta, posee una buena fortaleza, capaz de resistir al impacto, es sólido, incoloro, translúcido y casi opaco. Tiene

flexibilidad incluso a bajas temperaturas.

- **Mortero y pilón de porcelana:** El Mortero viene acompañado de un instrumento pequeño del mismo material llamado “Manubrio o Pilón o Mazo” y es el que cumple la función de machacar o triturar sustancias sólidas. Normalmente se encuentran hechos Porcelana.
- **Probeta de 100 ml:** material de laboratorio, es de vidrio grueso, de aspecto cilíndrico, diámetro uniforme, provistos de una base o pie de forma hexagonal para darles estabilidad, poseen una graduación en milímetros, material volumétrico (facilita la medición de diversos volúmenes) gama diversa de rango y de capacidades (100 ml). No se pueden calentar.
- **Vaso de precipitado de 100 ml:** es un recipiente que se emplea para contener disoluciones de sustancias, para hacer demostraciones de reacciones químicas. Este material resiste temperaturas, por lo cual se puede calentar muestras que contenga el vaso.
- **Papel filtro:** es un papel que tiene una presentación de forma circular y se utiliza introduciéndose en un embudo de filtración, cumple con el objetivo de filtrar las impurezas insolubles y facilitar el paso de la solución por medio de sus poros.
- **Baldes de 18 lt:** balde de color blanco de alto de 32 cm diámetro: de 31, ancho 31 cm, de plástico.
- **Fichas de registros.** Estas fichas se utilizaron para recopilar los datos del trabajo de investigación.
- **Codificadores.** Se utilizaron para diferenciar las características de las muestras.
- **Guantes descartables:** guantes de látex, se utilizaron como barreras de protección contra los gérmenes.

c. Equipos

- **Refractómetro:** equipo utilizado para medir el contenido de sólidos solubles. Todos los aparatos poseen de una nivelación de temperatura automática a 20°C y están preparados para cantidades muy pequeñas.
- **Termómetro:** termómetro digital marca Taylor 9842, impermeable, diseñado para ambientes húmedos.
- **pH metro:** es un equipo de laboratorio, posee un sensor, es empleado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución. Y la determinación del pH consiste en medir el potencial de hidrogeniones que se desarrolla por medio membrana de vidrio fina, que separa dos soluciones con diferente concentración de protones.
- **Reloj manual:** fue utilizado para controlar los tiempos de fermentación y secado del estudio de investigación.
- **Balanza mecánica tipo reloj de capacidad 20 k.** indican el peso mediante una barra graduada y una aguja que se desplaza gracias al trabajo del mecanismo.
- **Balanza digital gramera:** modelo PCE-JS 500 PCE-JS rango de pesaje 500 g 100 g 50 g.
- **Tijeras de podar:** herramienta utilizada para labores de poda de cacao, marca tramontina, de metal, con lámina.
- **Calibrador Vernier:** es un instrumento mecánico para medición lineal, dotado de una escala y un cursor que se desliza.

3.4.2. Para el proceso de secado

a. Matera prima:

- Cacao fermentado, Tipo CCN-51 provenientes de los cajones
- Cacao fermentado, Tipo Criollo provenientes de los cajones
- Cacao fermentado, Tipo CCN-51 provenientes de los sacos

- Cacao fermentado, Tipo Criollo provenientes de los sacos
- Determinador de humedad: Determinador de humedad modelo WILE 55 portátil para granos de cacao, con límite inferior de humedad 4.0%, y un límite superior de humedad 20%.
- Secador solar de calamina: el techo del secador consiste de calamina galvanizada ondulada
- Secador solar de mica: consiste en cubiertos con manta de plásticas, concentran el calor y mejoran la ventilación.

3.4.3. Metodología

Lugar de ejecución

El desarrollo del presente trabajo de investigación tanto para el proceso de fermentación y secado se realizó en el laboratorio de la carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMAD (Universidad Nacional Amazónica de Madre De Dios) y en las parcelas de los productores de cacao de la cooperativa COOPAMAD.

Metodología experimental

a) Materia prima

La materia prima (cacao CCN-51 y Cacao Criollo) se recolectaron de las parcelas de productores de la COOPAMAD del distrito de Tambopata (ver figura 21).



Figura 21: Árbol de cacao de CCN-51 y Criollo, en la provincia de Tambopata, Región de Madre de Dios.

Fuente: Elaboración propia.

b) Desarrollo del proceso experimental

En esta jornada de investigación se desarrolló en dos etapas: La primera etapa correspondió al proceso de fermentación del cacao del tipo CCN-51 y cacao criollo, donde se fermentó la semilla del cacao aplicando 02 tipos de tecnologías (Fermentación en cajón y fermentación en sacos). La segunda etapa fue el proceso de secado solar del grano de cacao fermentado del tipo CCN-51 y cacao criollo, aplicando 02 tipos de tecnología (Secador solar en material de madera y secador solar tipo manta), utilizados en las zonas productoras de San Martín, Cajamarca, Piura, Huánuco (ver figura 22).

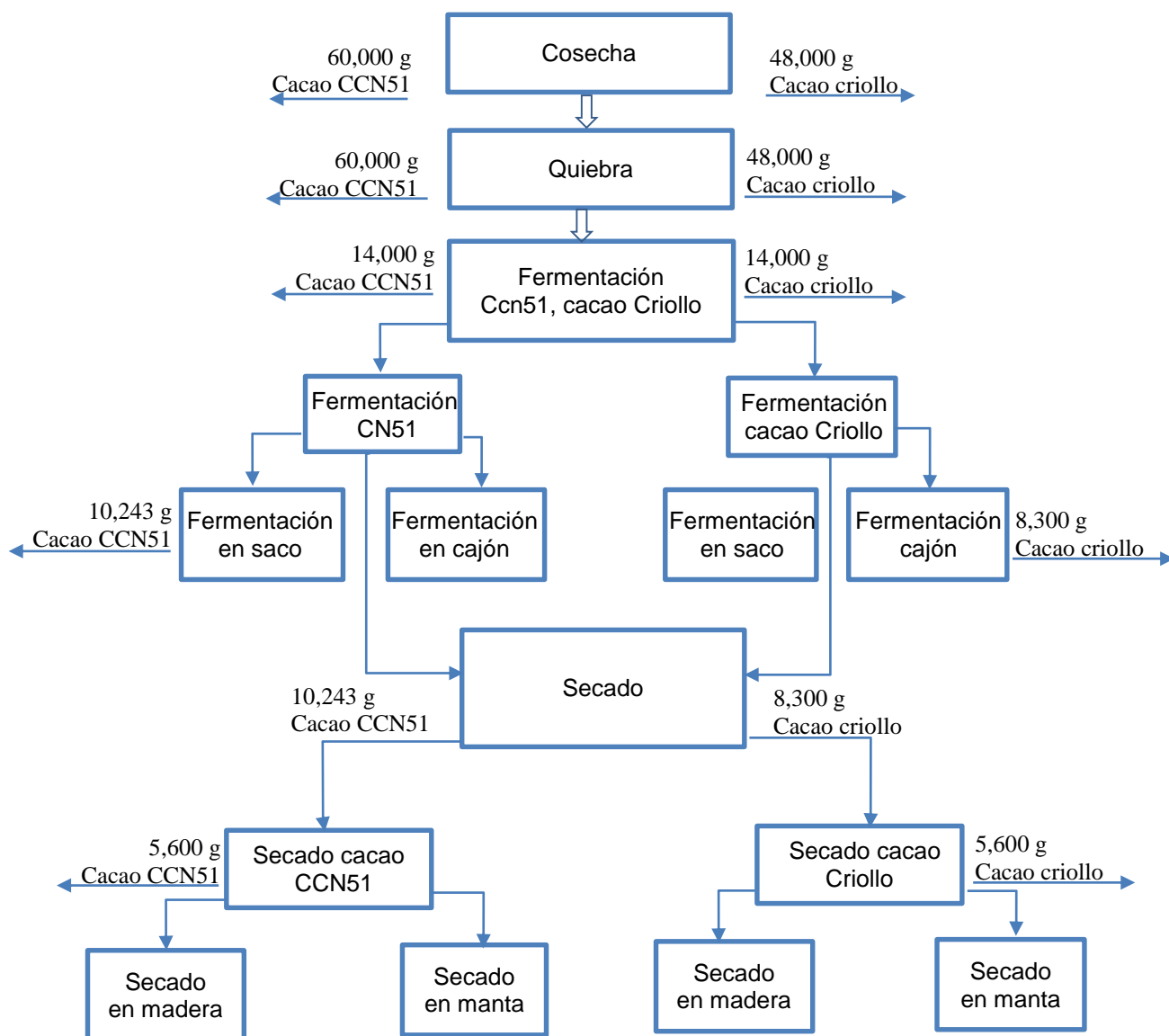


Figura 22: Diagrama de flujo del procedimiento experimental de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Descripción de las etapas

- a). **Cosecha:** consistió en cosechar mazorcas de cacao del tipo Criollo y CCN-51, estos se hicieron de forma aleatoria. Los frutos de cacao cosechados se encontraban maduros y sanos. Chávez y Mancilla (2004), sugieren que se tome en consideración que la mazorca de cacao no se encuentre enferma, o con maduración excesiva, o que no haya alcanzado su estado de madurez óptimo.

- b), Quiebra:** Se procedió a reunir por separado el cacao CCN-51 y Cacao criollo, a fin de evitar la mezcla de variedades, luego con la ayuda de un machete se realizó la quiebra y se extrajo las semillas de cacao colocándolas estas en baldes para luego pasar al proceso de fermentación.
- c). fermentado:** Durante este proceso se tuvo en cuenta lo siguiente:
- El tiempo de fermentación para el cacao criollo fue de 04 días y 07 días para el CCN-51, es el tiempo que por lo general se requiere para que logre alcanzar su índice de fermentación.
 - El volteo fue realizado cada 48 horas, lo que permitió una adecuada aireación y uniformizo la fermentación.
 - Los controles se hicieron en 05 puntos de ubicación de los fermentadores (04 extremos y uno en el centro).

La fermentación se hizo separadamente para cada tipo de cacao (CCN51 y Cacao Criollo), utilizando las diferentes tecnologías de fermentación en cada uno de ellos.

- Fermentación en cajón.
- Fermentación en saco.

En estos se realizaron controles de Temperatura, pH, características sensoriales y la prueba de corte.

d) Secado

Una vez culminado el tiempo de fermentación, se pasó a realizar el secado de las almendras en los tendedores de madera, para ello se realizó exposición gradual al ambiente. Durante el primer día se instaló una capa de 3cm aproximadamente durante dos horas, durante el segundo día se expuso por 4 horas y a partir del tercer día durante ocho horas hasta que se logre alcanzar una humedad entre 6 a 7%. La remoción de las almendras se realizó cada hora para simplificar el secado.

El secado se hizo con los granos de cacao procedentes del proceso de fermentación, para cada tipo de cacao (CCN-51 y cacao Criollo), se evaluaron diferentes tecnologías de secado como son:

- secado solar utilizando secador de material de madera.
- secado solar utilizando secador con material de polipropileno (manta).

3.4.4. Controles realizados

Durante la fermentación

- **Control de la temperatura de la masa de cacao en fermentación**

Para poder establecer las diferencias de temperatura que tuvo la masa durante la fermentación, se tomó nota durante tres ocasiones, cada día (08 h, 12 h y 16 h), para ello se muestreo a 0.10 m; 0.20 m; y 0.45 m de profundidad, para ello se empleó un termómetro de mercurio.

- **Determinación del pH**

El valor del pH se anotó en 10 almendras de cacao. El primer paso fue separar la testa del cotiledón, luego tanto el cotiledón como la testa, de forma individual fueron triturados utilizándose para ello una licuadora, al que se le agrego 100 ml de agua pura por un tiempo de 2 a 3 minutos y gracias a un pH-metro se realizó la lectura del pH que poseía la muestra en análisis. Esta variable se tomó dato tanto al principio y al final de la fermentación como también en la etapa de secado.

Al término del proceso de fermentación se realizó la medición del grado de fermentación, categorizándolo en: Grano de buena fermentación, grano ligeramente fermentado, grano violeta, grano pizarroso, grano mohoso, grano defectuoso, esto se hizo a través de una evaluación sensorial y tablas de clasificación estandarizadas para el cacao.

- **Porcentaje de fermentación**

Para obtener el porcentaje de fermentación de las almendras secas, se determinó haciendo uso de la técnica ya conocida "prueba de corte" (Moreno y Sánchez 1989), la cual consistió en partir longitudinalmente 100 almendras tomadas al azar por cada muestra.

La prueba de corte consiste en un análisis físico, subjetivo en el cual se identificó el estado de fermentación mediante el corte transversal de las semillas de cacao Criollo y CCN-51, clasificándolos por estructura física, color y adhesión de cascarilla y determinando la presencia de un exudado de color vinoso que indica la muerte del embrión de los granos.

El análisis físico, subjetivo que se realizo tuvo en consideración las siguientes características:

- **Almendras bien fermentadas.** Estos presentan una coloración marrón a chocolate en sus cotiledones.
- **Almendras fermentadas.** Estos presentan una coloración marrón rojiza en sus cotiledones.
- **Almendras parcialmente fermentadas.** Estos presentan en los granos de sus cotiledones una coloración medianamente marrón.
- **Almendras mal fermentadas.**
- **Almendras violetas.** Estas tienen los granos de sus cotiledones de coloración violeta intenso, los cuales fueron definidos por el porcentaje de granos.
- **Almendras pizarrosas.** Son consideradas aquellas, donde sus cotiledones presentaron una coloración gris negruzco con un aspecto compacto.
- El porcentaje total de fermentación se midió después de la etapa, del secado.

Durante el secado

Al término del proceso de secado se hizo la prueba de desprendimiento de la cascara, se evaluó el rendimiento teniendo en cuenta el grado de fermentación en porcentaje.

El grado de fermentación final se determinó después del secado, es en este proceso que culmina la fermentación del caco, esta se realizó de acuerdo a la prueba de corte con un análisis físico, subjetivo teniendo en cuenta las siguientes características.

- **Porcentaje de almendras bien fermentadas.** Estas tienen los granos de sus cotiledones de color marrón a chocolate.
- **Porcentaje de almendras parcialmente fermentadas.** Estas tienen los granos de sus cotiledones de coloración medianamente marrón.
- **Porcentaje de almendras violetas.** Estas tienen los granos de sus cotiledones de coloración violeta intenso, los cuales fueron definidos por el porcentaje de granos.
- **Porcentaje de almendras pizarrosas.** Son consideradas aquellas, donde sus cotiledones presentaron una coloración gris negruzco con un aspecto compacto.

- **Almendras mohosas.**
- **Porcentaje de almendras defectuosas.** Almendras de coloración amarilla o blanquecina como lavado.
- Almendras partidas, almendras achatadas, almendras con insectos, etc.

3.5 Tratamiento de los datos

3.5.1. Análisis estadístico

En el presente trabajo de investigación el universo está constituido por el total de los productores de cacao del distrito de Tambopata de la Región de Madre de Dios.

La población está constituida por la producción de cacao CCN-51 y cacao Criollo procedente de 03 productores diferentes por cada tipo de cacao. La muestra viene a representar una parte de la población que se selecciona, y a partir de esta se obtuvo la información necesaria para poder desarrollar este estudio y sobre el cual se realizaron la medición y la observación del comportamiento de las variables en estudio.

El diseño estadístico aplicado es un diseño de bloques con arreglo factorial el cual consta de 03 factores con sus respectivos niveles siendo del tipo $2A \times 2B \times 2C$, el análisis estadístico se hizo empleándose el aplicativo estadístico de IBM SPSS 23, para la prueba discriminativa se utilizará el método de Tukey, con un nivel de significancia del 5% (ver tabla 10,11,12 y 13).

Tabla 10: Matriz de diseño experimental del proceso de fermentación a seguir en la investigación.

BLOQUE	Cacao ccn51								Cacao Tipo Criollo							
	F.Cajon				F.Saco				F. Cajon				F.Saco			
	Gtado de Fermn				Gtado de Fermn				Gtado de Fermn				Gtado de Fermn			
	Bf	F	Fp	Mf	Bf	F	Fp	Mf	Bf	F	Fp	Mf	Bf	F	Fp	Mf
BLOQUE I																
BLOQUE II																
BLOQUE III																

Fuente: Elaboración Propia.

Descripción, de cada bloque se tomó 20 unidades de granos de cacao, procedentes de la fermentación en cajones de madera y sacos, para evaluarlos de acuerdo a la escala de fermentación.

Bloque I, Bloque II y Bloque III: 60 repeticiones

2: Tipo de cacao (CCN51 y Criollo)

2: Fermentadores (cajón de madera y saco)

Total, 240 unidades experimentales

Tabla 11: Escala de medición del grado de fermentación.

Características del grano	Escala	Niveles de fermentación	Símbolo
Presencia de líquido vinoso	8	Grano bien fermentado	Bf
Presencia de color de marrón	5	Grano fermentado	F
Presencia de color violeta	2	Grano parcialmente fermentado	Fp
Presencia de color de gris	1	Grano mal fermentado	Mf

Fuente: Ramos (2000)

Tabla 12: Matriz de diseño experimental del proceso de secado a seguir en la investigación en cacao CCN51.

		Factor A: Tipo de Cacao																							
		Cacao ccn51																							
		Factor B: Fermentación																							
		F.Cajon												F.Saco											
		Factor C: Secado																							
		S.Madera						S. de Manta						S.Madera						S. de Manta					
Repeticiones		A.F	A.P.F	A.V	A.P	A.D	A,M	A.F	A.P.F	A.V	A.P	A.D	A,M	A.F	A.P.F	A.V	A.P	A.D	A,M	A.F	A.P.F	A.V	A.P	A.D	A,M
BLOQUE I																									
BLOQUE II																									
BLOQUE III																									

Fuente: Elaboración propia

Descripción, De cada bloque se tomó 18 unidades de granos de cacao, procedentes del secado en secador de madera y secador de manta, para evaluarlos de acuerdo a los parámetros de la norma técnica de almendras de grano seco.

Tabla 13: Matriz de diseño experimental del proceso de secado a seguir en la investigación en cacao criollo.

		Factor A: Tipo de Cacao																							
		Cacao Criollo																							
		Factor B: Fermentación																							
		F.Cajon												F.Saco											
		Factor C: Secado																							
		S.Madera						S. de Manta						S.Madera						S. de Manta					
Repeticiones		A.F	A.P.F	A.V	A.P	A.D	A,M	A.F	A.P.F	A.V	A.P	A.D	A,M	A.F	A.P.F	A.V	A.P	A.D	A,M	A.F	A.P.F	A.V	A.P	A.D	A,M
BLOQUE I																									
BLOQUE II																									
BLOQUE III																									

Fuente: Elaboración propia.

Descripción, de cada bloque se tomó 18 unidades de granos de cacao, procedentes del secado en secador de madera y secador de manta, para evaluarlos de acuerdo a los parámetros de la norma técnica de almendras de grano seco.

Bloque I, II y III 18: repeticiones.

2: Tipo de cacao (CCN51 y Criollo).

2: Fermentadores (cajón de madera y saco).

2: Secador (secado en madera, secado en manta).

Total, 144 unidades experimentales.

Leyenda:

A.F= % de almendras fermentadas.

A.p. F= % de almendras parcialmente fermentadas.

A.V= % de almendras violetas.

A.P=% de almendras pizarrosas.

A.D=% de almendras defectuosas.

A.M=% de almendras mohosa.

3.5.2. Análisis físico - químicos

Los análisis físicos químicos realizados se hicieron a los granos fermentados y secos, estas pruebas se hicieron de acuerdo a los protocolos de la AOAC y las normas técnicas peruanas.

- Carbohidratos (g/100 g de muestra).
- Proteínas (g/100 g de muestra).
- Grasa (g/100 g de muestra).
- Cenizas (g/100 g de muestra).
- Humedad (g/100 g de muestra).
- % de Kcal, proveniente de grasa.
- % de kcal, proveniente de proteínas.
- % de Kcal, proveniente de carbohidratos.
- Energía total (Kcal/100 g de muestra).
- Mercurio (mg/kg de muestra).
- Cadmio (mg/kg de muestra).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

4.1 Resultados y discusión de la evaluación de las tecnologías de fermentación

Para el proceso de investigación se utilizaron cacaos maduros y en buen estado fitosanitario, la etapa de chancado se realizó con un machete, previamente sonetizado, en la extracción de las semillas de cacao se tuvo en cuenta separar algunos de ellos que en el proceso de quiebre fueron cortados o dañados, así mismo se quitaron las venas para una mejor remoción, obteniéndose. Así el cacao fresco listo para pasar a la etapa de fermentación, de igual forma (Guerrero 2007), “señala que en la recolección de los frutos del árbol del cacao debe tenerse en cuenta la madurez de las mazorcas, cuyo estado se reconoce por la coloración de los mismos”.



Figura N 23: Comportamiento del proceso de fermentación del Cacao CCN-51, fermentado en cajón de madera, durante 07 días.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 23, se muestran el cambio en sus características generales de los granos de cacao de la variedad CCN-51, fermentados en cajón de madera, durante 07 días, donde los granos frescos de color blanquecino paulatinamente va perdiendo humedad desecándose su mucilago,

volviéndose un color marrón y ganando un olor aromático a chocolate. Al realizar un corte a los granos se aprecia que el color del cotiledón es marrón, con presencia de un líquido vinoso y presenta canales marcados y separados característica de un buen proceso de fermentación. En la exposición realizada por Contreras y Carranza (2009), en el poblado de Juanjui, Departamento de San Martín (figura 24), muestran imágenes de la variación del grano de cacao en sus características generales durante un proceso de fermentación, cambios similares a estas imágenes fueron observados en nuestro trabajo de investigación.

Cambios en el mucilago (cacao nacional)

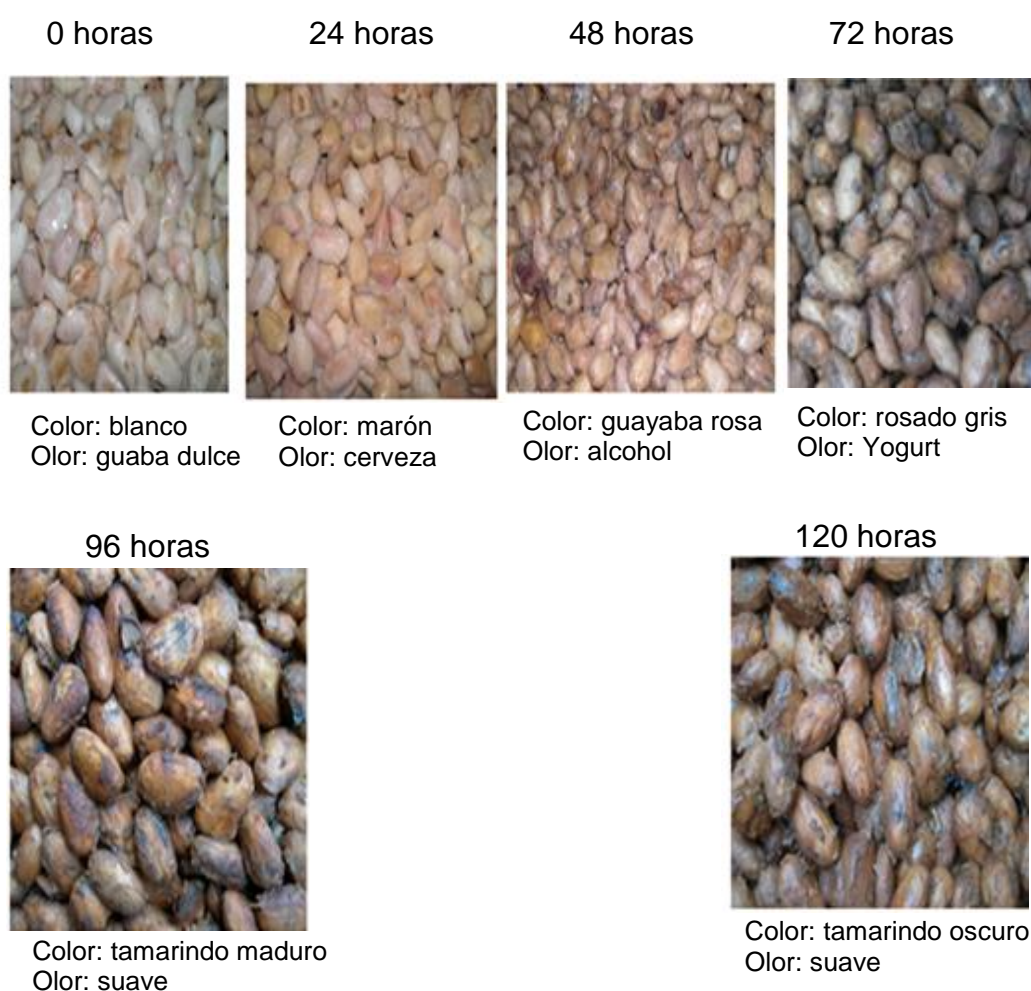


Figura 24: Cambios en el mucilago durante el proceso de fermentación.

Fuente: Ramos (2009).



Figura 25: Comportamiento del proceso de fermentación del Cacao CC-N5, fermentado en saco durante 07 días.

Fuente, Elaboración propia.

En la figura 25, se muestran el cambio en sus características generales de los granos de cacao CCN-51, fermentados en saco, durante 07 días, donde los granos frescos va cambiando de color blanco a marrón, proceso originado por el desecamiento del mucilago, las paredes del saco impidieron la salida del líquido o zumo del cacao, retardando el desecamiento lo que perjudico el proceso de fermentación. Al realizar un corte a los granos se aprecia que el color del cotiledón es violáceo, con poca presencia de líquido vinoso, característica de un inadecuado proceso de fermentación. De acuerdo a lo citado en la exposición de Natividad (2007) en la ciudad de Tocache en el año 2007, manifiesta que “los granos de cacao mal fermentados tienen un color externo amarillo como lavado, forma aplanada, sin ningún aroma a chocolate”.



Figura 26: Comportamiento del proceso de fermentación del cacao Criollo, fermentado en cajón durante 04 días.

Fuente, Elaboración propia.

En la figura 26, se muestran el cambio en sus características generales de los granos de cacao Criollo, fermentados en cajón de madera, durante 04 días, donde los granos frescos de color blanquecino paulatinamente va perdiendo humedad desecándose su mucilago, volviéndose un color marrón y ganando un olor aromático a chocolate. Al realizar un corte a los granos se aprecia que el color del cotiledón es marrón, con presencia de un líquido vinoso y presenta canales marcados y separados característica de un buen proceso fermentativo.



Figura 27: Comportamiento del proceso de fermentación del cacao Criollo, fermentado en saco durante 04 días.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 27, se muestran el cambio en sus características generales de los granos de cacao Criollo, fermentados en saco, durante 04 días, donde los granos frescos va cambiando de color blanco a marrón, proceso originado por el desecamiento del mucilago, las paredes del saco impidieron la salida del líquido o zumo del cacao, retardando el desecamiento lo que perjudico el proceso de fermentación. Al realizar un corte a los granos se aprecia que el color del cotiledón es violáceo, con poca presencia de líquido vinoso, característica de un inadecuado proceso de fermentación.

Guerrero (2007), indica que la fermentación culmina cuando los granos se encuentran de una forma hinchada, es cuando el embrión ha muerto, ya no existe un exceso de humedad o este se ha reducido muy notablemente y la temperatura comienza a bajar hasta alcanzar la del medio ambiente. Un punto clave de fermentación exitosa viene a ser cuando se puede notar la presencia de un anillo o círculo periférico con un tono pardo, este indica que se debe dar inicio a la siguiente fase, que es tender el cacao para su secado. Por consiguiente, cuando se realice un corte transversal del grano se observará un agrietamiento propio del grano fermentado que a su vez tiene un sabor a chocolate.

Existen diferentes tecnologías utilizadas para la fermentación del cacao, montón, cajas de plástico, cestos tejidos de fibras, cajones de madera, sacos y fermentadores artificiales, la tecnología fermentación más utilizadas en la post cosecha de cacao son los fermentadores de cajón.

4.1.1. Evaluación del proceso de fermentación

En la figura 28, se ve el comportamiento de la pérdida de líquido o zumo del cacao expresado en peso, tanto el cacao CCN-51 y Criollo fermentado en cajón tienen la misma tendencia de perder peso, siendo los primeros días donde se pierde gran cantidad de peso al escurrir el zumo por un proceso de hidrolisis y fermentación de los azúcares del mucilago y los cotiledones de las semillas de cacao, perdiendo en promedio 35% de peso para el caso del CCN-51 y el 32% para el cacao criollo (tabla 15 y 16 de anexo). Teniendo un rendimiento en peso de 65% para el CCN-51 y 68% para el cacao Criollo.

Trabajos realizados por Navia (2012) reportaron rendimientos de 66,4 y 72%, en cacao CCN-51, valores similares a los obtenidos en la investigación.

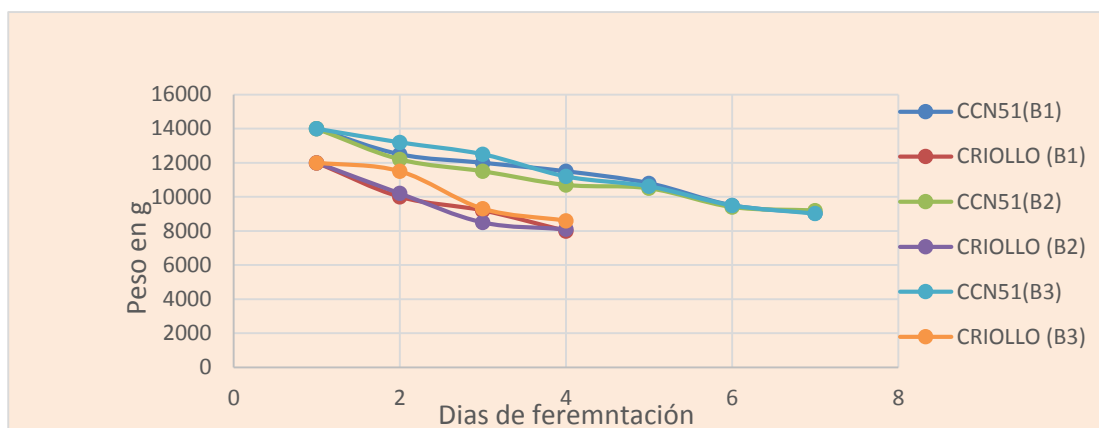


Figura 28: Variación del peso en el proceso de fermentación del cacao CCN-51 y cacao Criollo, fermentado en cajón.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 29, se ve el comportamiento de la pérdida de líquido o zumo del cacao expresado en peso, tanto el cacao CCN-51 y Criollo fermentado en saco tienen la misma tendencia de perder peso, siendo los primeros días donde se pierde gran cantidad de peso al escurrir el zumo por un proceso de hidrólisis y fermentación de los azúcares del mucílago y los cotiledones de las semillas de cacao, perdiendo en promedio 32% de peso para el caso del CCN-51 y el 31% para el cacao criollo (tabla 15 y 16 de anexo). Teniendo un rendimiento en peso de 68% para el CCN-51 y 69% para el cacao Criollo.

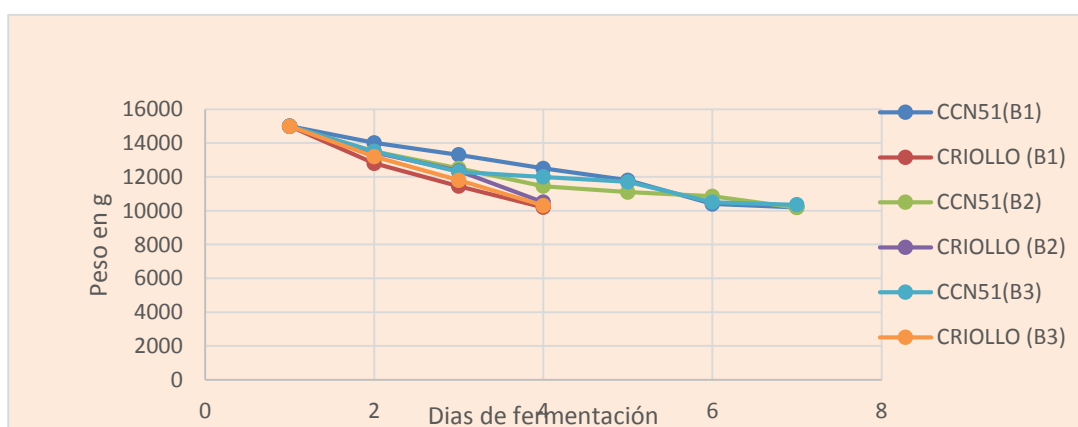


Figura 29: Variación del peso en el proceso de fermentación del cacao CCN-51 y Criollo, fermentado en saco.

Fuente: Elaboración propia.

En lo referente al comportamiento de la temperatura en la figura 30, se aprecia que el cacao CCN-51, fermentado en cajón presenta un valor máximo de temperatura de 45°C al cuarto día de fermentación y al séptimo día de fermentación es de 40°C; los cacaos fermentados en sacos tiene una temperatura máxima de 35°C al cuarto día y al séptimo día de fermentación tiene una temperatura de 25°C.

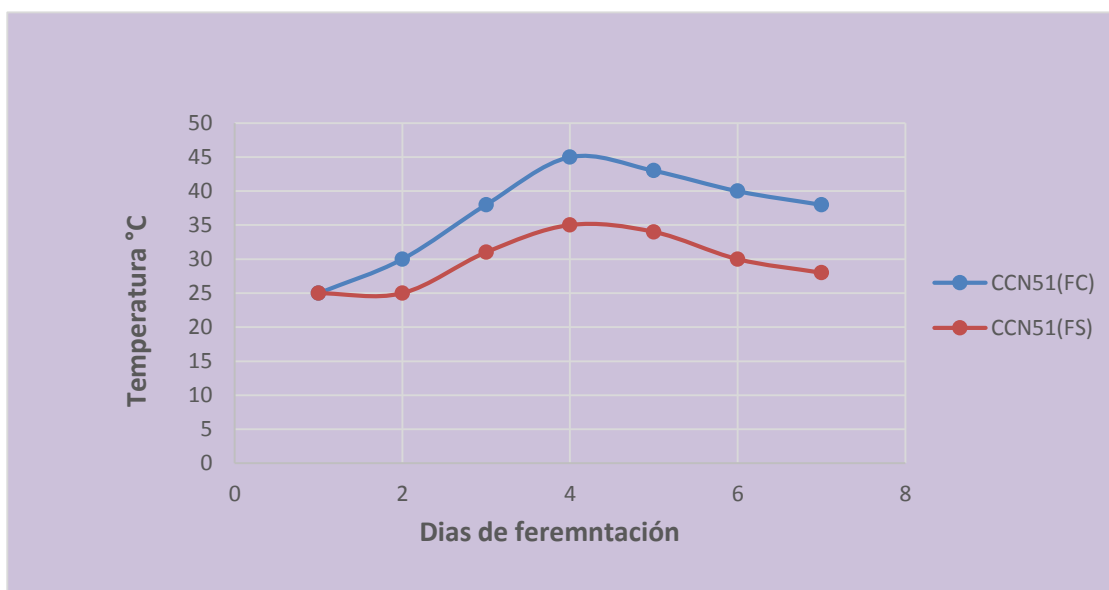


Figura 30: Comportamiento de la temperatura en el proceso de fermentación del cacao CCN-51, fermentado en cajón y saco.

Fuente: Elaboración propia.

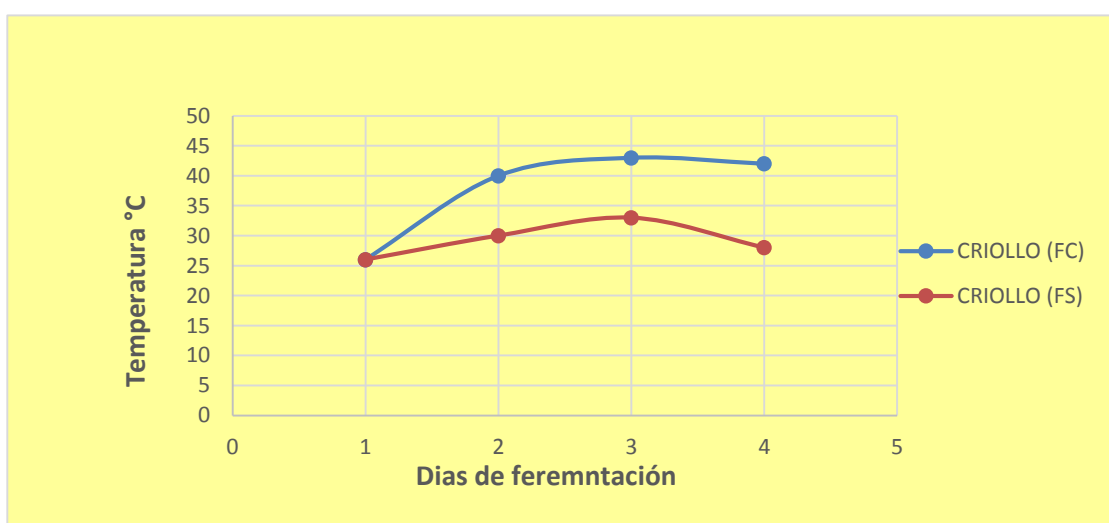


Figura 31: Comportamiento de la temperatura en el proceso de fermentación del cacao Criollo, fermentado en cajón y saco.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 31, se aprecia que el cacao Criollo, fermentado en cajón presenta un valor máximo de temperatura de 45°C al segundo día manteniéndose constante hasta el cuarto día de fermentación y los cacaos fermentados en sacos tiene una temperatura máxima de 35°C al tercer día y al cuarto día de fermentación tiene una temperatura de 25°C.

Braudeau (1970), hace referencia que el incremento de temperatura desempeña un rol muy importante en la fermentación. Y viene a ser en parte responsable de la exterminación del embrión de las almendras y quien da inicio a las reacciones de las enzimas en los tejidos de los cotiledones. Ramírez (1988), indica que la temperatura que se produce en la masa de fermentación está asociada con la temperatura ambiente que dificulta el incremento de la temperatura durante la fermentación.

García (2000), manifiesta que los cambios de temperatura se dan de una manera progresiva, con valores desde 26°C el primer día del proceso de fermentación y llegando hasta temperaturas superiores a los 50°C, incluso el segundo día de fermentación, este comportamiento es debido a las acciones de los microorganismos que se encuentran dentro de este proceso.

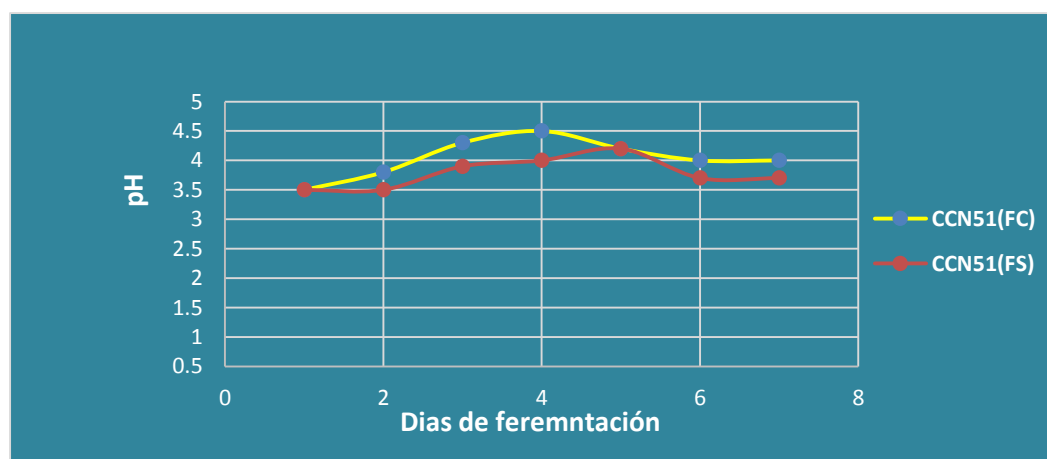


Figura 32: Comportamiento del pH en el proceso de fermentación del cacao CCN-51, fermentado en cajón y saco.

Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento del pH durante la etapa de fermentación se puede apreciar en las figuras 32 y 33.

En la figura 32, se ve el comportamiento del pH en la fermentación del cacao CCN-51 fermentado en cajón donde presenta un comportamiento curvo,

empezando con un pH de 3.5, teniendo un máximo de 4.5 y al finalizar el proceso de fermentación se tiene un pH de 4., para el caso de la fermentación en saco el comportamiento es similar donde se tiene inicialmente un pH de 3.5, luego un máximo de pH de 4 y al finalizar se tiene un pH de 3.6.

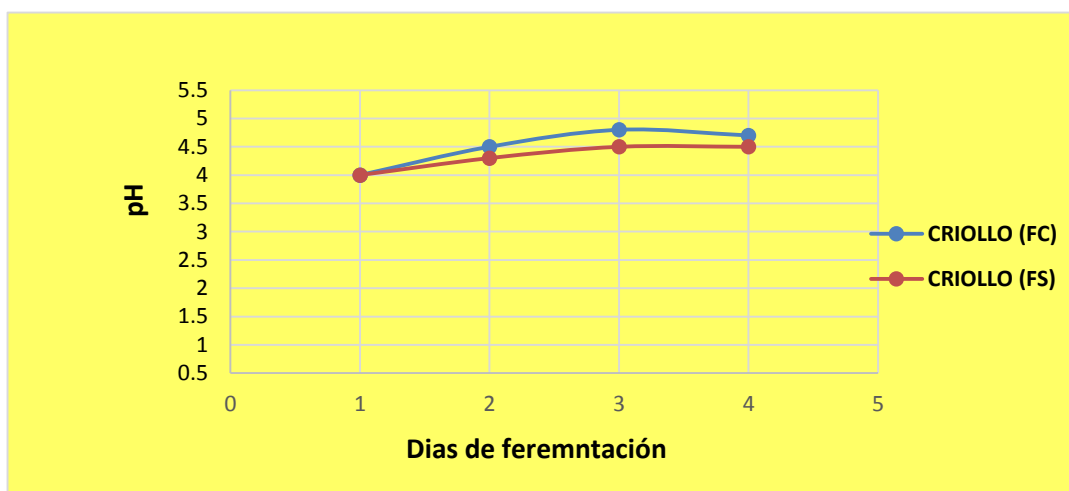


Figura 33: Comportamiento del pH en el proceso de fermentación del cacao Criollo, fermentado en cajón y saco.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 33, se ve el comportamiento del pH en la fermentación del cacao Criollo fermentado en cajón y saco donde el cacao fermentado en cajón tiene un pH inicial de 4, llegando a un máximo de 4.8 y al finalizar el proceso de fermentación se tiene un pH de 4.4, para el caso de la fermentación en saco el comportamiento es similar donde se tiene inicialmente un pH de 4, luego un máximo de pH de 4.5 y al finalizar se tiene un pH de 4.5.

De acuerdo a la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (2008), reporta valores de pH en masa fermentable de 3.5, 4.5 y 5.5 durante el proceso de fermentación. De acuerdo a la investigaciones de García (2000), determina que el comportamiento de la variación de pH, es por la presencia de ácido acético y ácido láctico, siendo el de mayor proporción el ácido acético con concentraciones superiores de 1.2 g/100 g.

Tabla 14: Resultados del proceso de fermentación de cacao CCN-51 y criollo, fermentados en cajón de madera y saco.

Condición	Grado de Fermentación	Valor	%
Fermentación en Cajón ccn51	Grano bien fermentado	14	23
	Grano fermentado	25	42
	Grano parcialmente fermentado	19	32
	Grano mal fermentado	2	3
Fermentación en Saco ccn-51	Grano bien fermentado	8	13
	Grano fermentado	21	35
	Grano parcialmente fermentado	26	43
	Grano mal fermentado	5	8
Fermentación en Cajón Criollo	Grano bien fermentado	20	33
	Grano fermentado	28	47
	Grano parcialmente fermentado	9	15
	Grano mal fermentado	3	5
Fermentación en Saco criollo	Grano bien fermentado	11	18
	Grano fermentado	20	33
	Grano parcialmente fermentado	24	40
	Grano mal fermentado	5	8

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 14, muestra los resultados del proceso de fermentación del cacao CCN-51 y criollo, fermentados en cajón y saco, estos resultados fueron obtenidos a través de la prueba de corte donde se tiene diferentes grados de fermentación del cacao: grano de cacao bien fermentado, granos fermentados, granos parcialmente fermentados y granos mal fermentados. En promedio el cacao CCN51 fermentados cajón presenta un valor de 23% de granos de cacaos bien fermentados y 42% granos de cacao fermentados, en lo referente a fermentación por sacos se tiene 13% de granos bien fermentado y 35% granos fermentados. La fermentación del cacao criollo fermentado en cajón se tiene 33% de granos bien fermentado y 47% de granos fermentados y en los cacaos fermentados en saco se tiene 18% de granos

bien fermentado y 33% de granos fermentados. En este proceso el cacao criollo fermentado en cajón tuvo un mayor porcentaje de fermentación.

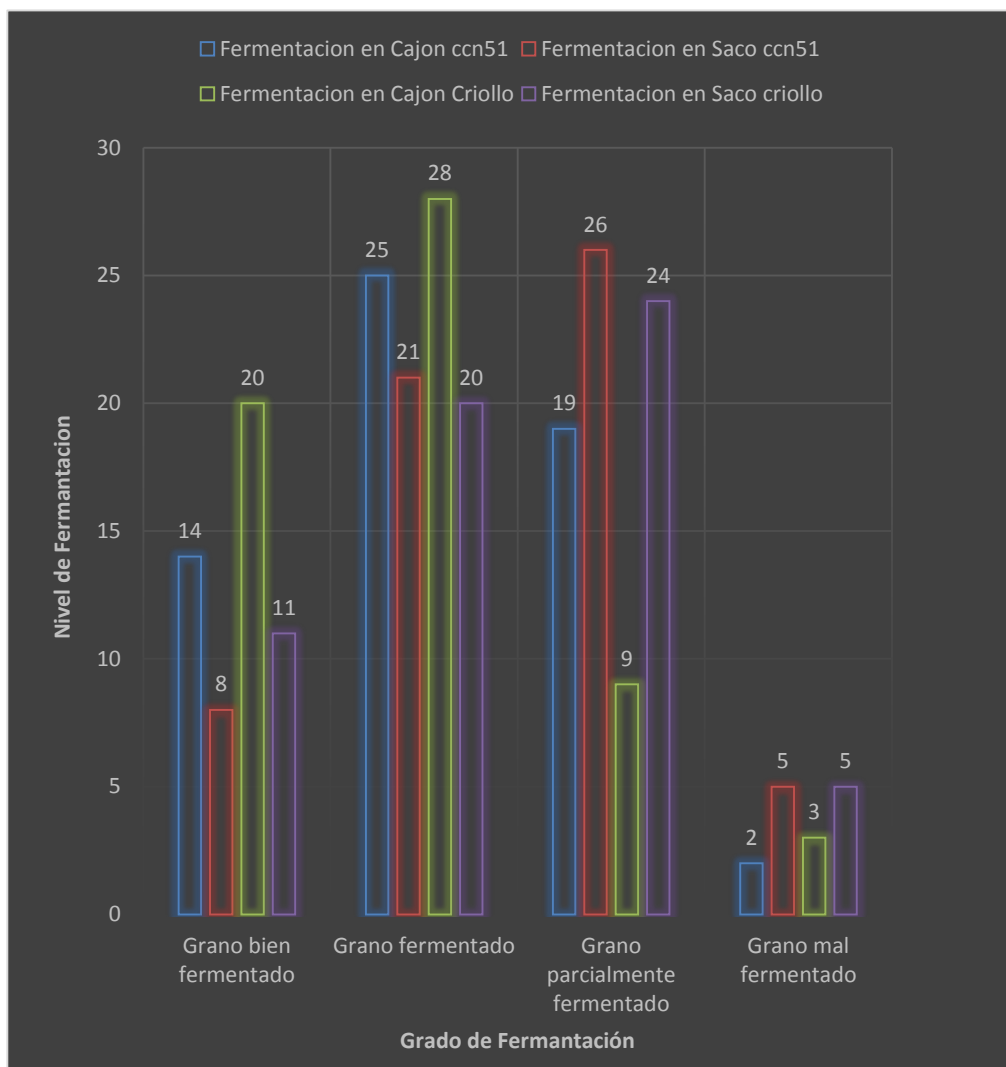


Figura 34: Resultado del grado de fermentación de cacao CCN-51, fermentado en Cajón y saco

Fuente: Elaboración propia.

La figura 34, expresa los resultados de la tabla 14, donde se puede apreciar la variación que existe entre el cacao criollo, CCn-51, en función a los diferentes tipos de fermentadores como es de cajón y saco. El cacao criollo fermentado en cajón presenta mayor cantidad de granos fermentados, baja proporción de granos parcialmente fermentados y baja proporción de granos mal fermentados, ello en relación al cacao CC-N51.

En la fermentación en saco no es muy aconsejable, ya que resulta ser un proceso de fermentación muy disperejo, donde existe un bajo nivel porcentual de granos fermentado y con ello trae un alto porcentaje de granos defectuosos, este tipo de tecnología posee gran dificultad y se debe a que los poros que son responsables de permitir tanto la entrada de aire como la salida del calor, no retienen el calor requerido (Subprograma, de Cooperación Técnica 2001).

En la fermentación con cajones se pueden llegar a temperaturas en la masa que se aproximan a los 50°C. Cuando la temperatura alcanza los 45°C, se produce la muerte de los embriones de la semilla, y ese momento marca el comienzo de una serie de cambios bioquímicos que luego producirán el sabor y el aroma a chocolate (Gaitán 2005).

Tabla 15: Análisis de los estadísticos descriptivos del proceso de fermentación del cacao CCN-51 y Criollo.

Estadísticos descriptivos						
Tipo de cacao	Tipo de fermentador	N	Media grado de fermentación	Desviación estándar %	Mín.	Máx.
Ccn-51	Cajón de Madera	60	4.62	2.3	1	8
	saco	60	3.80	2.2	1	8
criollo	Cajón de madera	60	5.28	2.3	1	8
	saco	60	3.98	2.4	1	8

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15, se muestra un análisis de los estadísticos descriptivos siendo las medias de los cacaos criollos y CCN-51, fermentados en cajón de madera 5.28 grado de fermentación, para el cacao criollo y 4.62 grado de

fermentación, para el cacao CCN-51, el cual indica que existe variación y el de mejor comportamiento en la fermentación es el cacao criollo.

En cuanto a la media entre el Criollo fermentado en cajón versus saco, los valores son 5.28 y 3.98 respectivamente, apreciándose que el método de fermentación donde se hace uso de cajón de madera es mejor que el método de fermentación en saco, este comportamiento es similar en el caso del cacao CCN-51.

Tabla 16: Análisis de varianza del proceso de fermentación del cacao CCN-51 y Criollo.

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Grado de fermentación					
Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	107,539a	11	9,776	1,788	0.57
Intersección	4688,922	1	4688,922	857,347	000
Cacao * Fermentador	81,312	3	27,104	4,956	002
Cacao * Fermentador * Bloque	25,953	8	3,244	593	0.783
Error	1246,957	228	5,469		
Total	6045,000	240			
Total corregido	1354,496	239			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16, se aprecia el análisis de varianza del proceso de fermentación, existiendo interacción entre el tipo de cacao (Criollo y CCN51) y las técnicas de fermentación (fermentación en cajón de madera y fermentación en saco), siendo pvalor (0.02) menor que el nivel de significancia alfa (0.05), el cual nos permite aceptar la hipótesis alternativa (H1) del trabajo de investigación, donde el uso de tecnologías de fermentación tipo cajón de madera y saco está afectando el rendimiento y calidad de los granos de cacao criollo y CCN-51, gráficamente similar a este resultado se puede apreciar en la figura 34.

En lo referente a la interacción con los bloques el valor es 0.783, mayor que el nivel de significancia del 0.05, indicándonos que no existe interacción y tampoco existe diferencia entre los bloques.

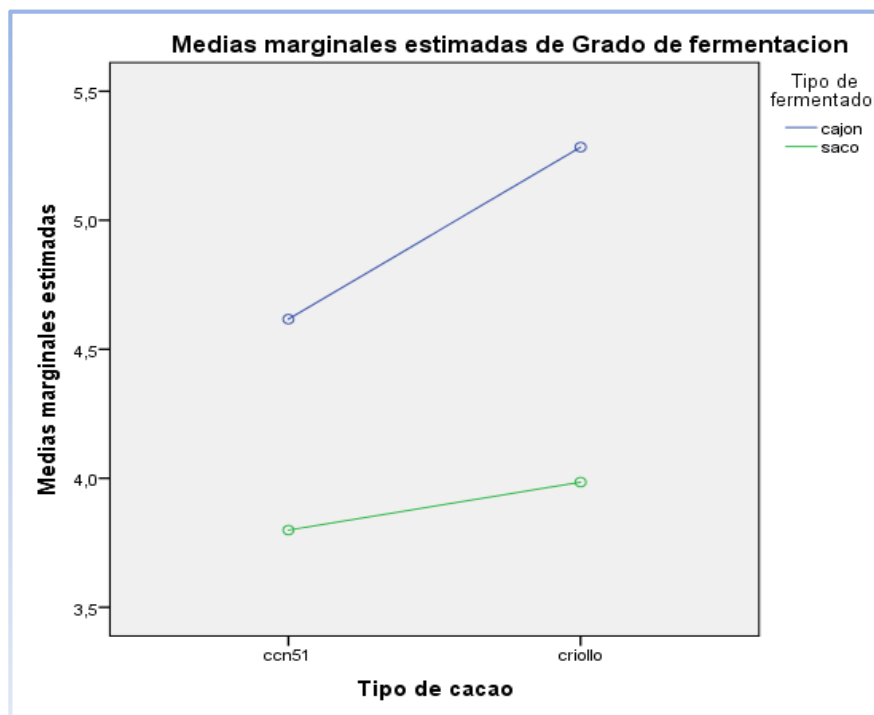


Figura 35: Análisis gráfico de medias, del proceso de fermentación del cacao CCN-51, Criollo, fermentado en cajón y saco.

Fuente: Elaboración propia.

Al existir 02 niveles por cada factor (tipo de cacao y tipo de fermentadores), no se pudo realizar las pruebas de Post Hoc de Tukey afín de determinar el mejor tratamiento, por lo que a través de una gráfica de medias se puede visualizar el mejor tratamiento (figura 35), donde el mejor resultado de grado de fermentación es del cacao Criollo fermentado en cajón de madera con una media de 5.28, seguido del cacao CCN-51 fermentado en cajón de madera con una media de 4.62 grados de fermentación.

4.2. Resultados y discusión de la evaluación del proceso de secado.

Para el secado de los granos de cacao se tuvo en cuenta 02 modelos de secado, utilizadas en el Perú y países productores de cacao, se realizó con los cacaos procedentes de la etapa de fermentación de los fermentadores de cajón de madera y sacos, los cuales fueron secados independientemente en secadores de manta y secadores de madera con micas blancas.

En la tabla 17, se evidencian los resultados de análisis de varianza de los factores de estudio: cacao/fermentación/secado/grano (nivel de fermentación final).

El nivel de fermentación final después del secado se midió en valores porcentuales de: Almendras fermentadas, almendras parcialmente fermentadas, granos violetas, granos pizarrosos, almendras defectuosas y almendras mohosas (ver anexo tabla 19).

Tabla 17: Análisis de varianza del efecto inter-sujetos en el proceso de secado del cacao CCN-51 y Criollo.

Pruebas de efectos inter-sujetos						
Variable dependiente: Y						
FERMENTACION	Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CAJON	Modelo corregido	49868,667	23	2168,203	1279,595	0.00
	Intersección	20000,000	1	20000,000	11803,279	0.00
	CACAO * FERM * SECAD * GRANO	49868,667	23	2168,203	1279,595	0.00
	Error	81,333	48	1,694		
	Total	69950,000	72			
	Total corregido	49950,000	71			
SACO	Modelo corregido	28744,000 ^b	23	1249,739	263,103	0.00
	Intersección	20000,000	1	20000,000	4210,526	0.00
	CACAO * FERM * SECAD * GRANO	28744,000	23	1249,739	263,103	0.00
	Error	228,000	48	4,750		
	Total	48972,000	72			
	Total corregido	28972,000	71			
a. R al cuadrado = ,998 (R al cuadrado ajustada = ,998)						
b. R al cuadrado = ,992 (R al cuadrado ajustada = ,988)						

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 17, se aprecia el análisis de varianza del proceso de secado, existiendo interacción entre el tipo de cacao (Criollo y CCN-51) y las técnicas

de fermentación empleadas (fermentación en cajón de madera y fermentación en saco), métodos de secado (secado en manta, secador de madera), la interacción tiene pvalor (0.00) menor que el nivel de significancia alfa (0.05), el cual nos permite aceptar la hipótesis alternativa (H1) del trabajo de investigación , donde el uso de tecnologías de secado solar en madera y secado en manta influyen en la calidad del grano de cacao beneficiado.

En la tabla 17 de anexo, se aprecia que la media de cacao criollo fermentado en cajón de madera y secado en secador de madera tiene un promedio de 80% de almendras fermentadas, mientras que el cacao CCN51 tiene 66%. De acuerdo a la NTP ISO 2451, los resultados se encuentran dentro de los rangos fermentación de la norma.

En referencia a las investigaciones realizadas por Vidal (1996), el secado del cacao viene a ser una etapa mediante cual las almendras terminan perdiendo su contenido de humedad que poseían en exceso, y en referencia al secado natural del cacao, este termina completando su índice de fermentación. Durante este proceso se necesita que el producto logre alcanzar una humedad de 7 u 8%. A pesar de ello, se ha evidenciado que al obtener una humedad inferior al 7%, los inconvenientes de condensación y por consiguiente la presencia de moho, disminuyen casi en su totalidad. De acuerdo a los análisis realizados a los granos de cacao se obtuvo un nivel de humedad de 7.1%.

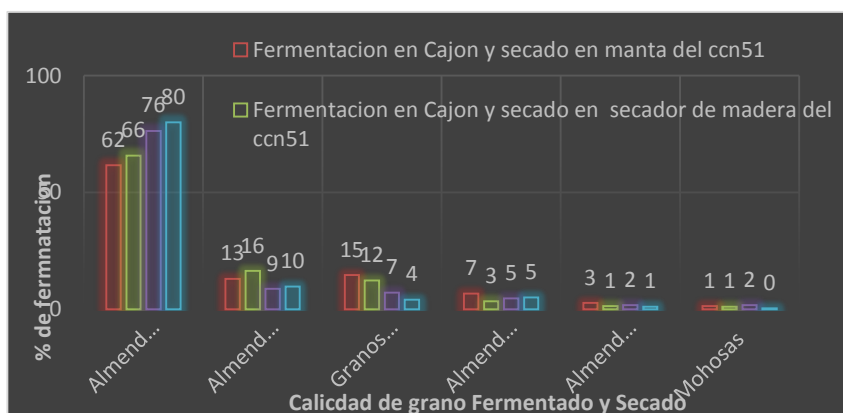


Figura 36: Calidad del grano fermentado en cajón, secado en manta y secador de madera del CCN51 y Criollo.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 36, se visualiza la diferencia que existe entre los diferentes métodos de secado, resaltando que el secado en secador de madera del cacao criollo fermentado en cajón de madera es el que tiene un grado de

fermentación del 80%. De acuerdo a la norma técnica peruana existen tres niveles de calidad de grano de cacao, el nivel especial con un 80% de fermentación, el Grado1 con 74% de fermentación, el Grado 2 con 65% de fermentación y el CTE con menor del 65%, según la NTP ISO 2451, los valores obtenidos en el presente trabajo cumplen con las normas técnicas (Tabla 6: Normas para pruebas físicas del grado de fermentación en diferentes países). Al existir 02 niveles por cada factor (tipo de cacao, tipo de fermentadores y tipo de secado), no se pudo realizar las pruebas de Post Hoc de Tukey afín de determinar el mejor tratamiento, por lo que a través de una gráfica de medias se puede visualizar el mejor tratamiento (figuras del 37 al 48). El objetivo principal durante el secado del cacao, es de que este culmine desarrollando el sabor a chocolate que se dio inicio desde la fase de fermentación (Enríquez 1995). Por consiguiente, si el secado no se realiza de la manera correcta, no serviría de nada que se haya realizado el proceso de fermentación, debido a que la muestra no lograría obtener el sabor que se desea (Rincón 1999).

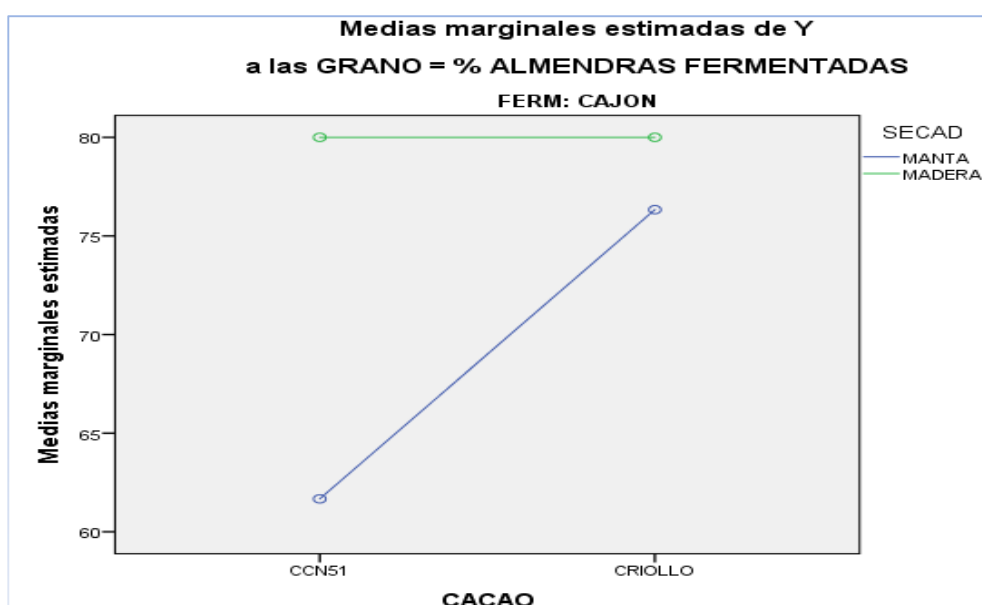


Figura 37: Análisis gráfico de medias, del proceso de secado del cacao CCN-51, Criollo, fermentado en cajón secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras fermentadas.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 37, se visualiza que el mejor comportamiento en la inter acción (cacao*fermentado*secado*grano), medido en % almendras fermentadas es

del cacao criollo fermentado en cajón de madera y secado en secador de madera. Del mismo modo el cacao criollo es el mejor secado en manta, con respecto al cacao CCN-51.

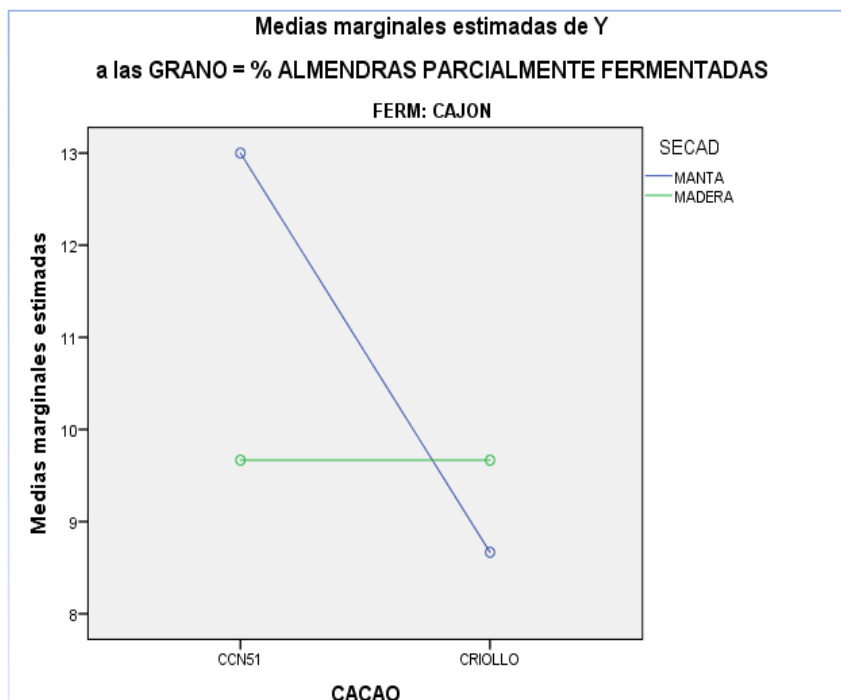


Figura 38: Análisis gráfico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en cajón secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras parcialmente fermentadas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 38, se visualiza el comportamiento en la interacción (cacao*fermentado*secado*grano), medido en % almendras parcialmente fermentadas el cacao CCN51 fermentado en cajón de madera y secado en manta tiene un 13%, mientras que el cacao criollo tiene un 8%. En cuanto a los cacaos secados en madera no existe diferencia entre el cacao criollo y CCN51. De acuerdo a la NTP ISO 2451, para grano de cacao especial, grado 1 y grado 2, el % de almendras parcialmente fermentadas debe ser como máximo el 10% , considerando esta norma el cacao CCN51 fermentado en cajón y secado en manta, no estaría dentro de los rangos permisibles sin embargo puede clasificarse como calidad CTE.

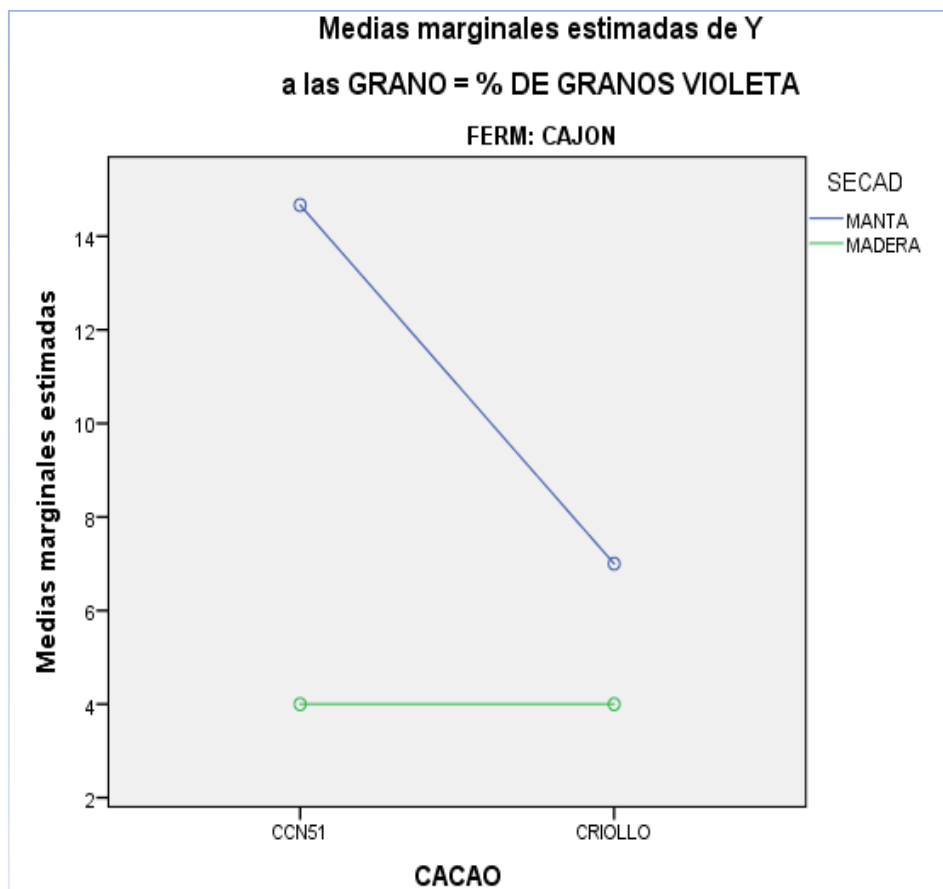


Figura 39: Análisis gráfico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51 Criollo , fermentado en cajón secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras violetas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 39, se visualiza el comportamiento en la inter acción (cacao*fermentado*secado*grano), medido en % almendras violetas, el cacao CCN51 fermentado en cajón de madera y secado en manta tiene un 15%, mientras que el cacao criollo tiene un 7%. En cuanto a los cacaos secados en madera no existe diferencia entre el cacao criollo y CCN51. De acuerdo a la NTP ISO 2451, las almendras del caco se encuentran dentro de los parámetros de calidad de Especial, grado 1 y grado 2.

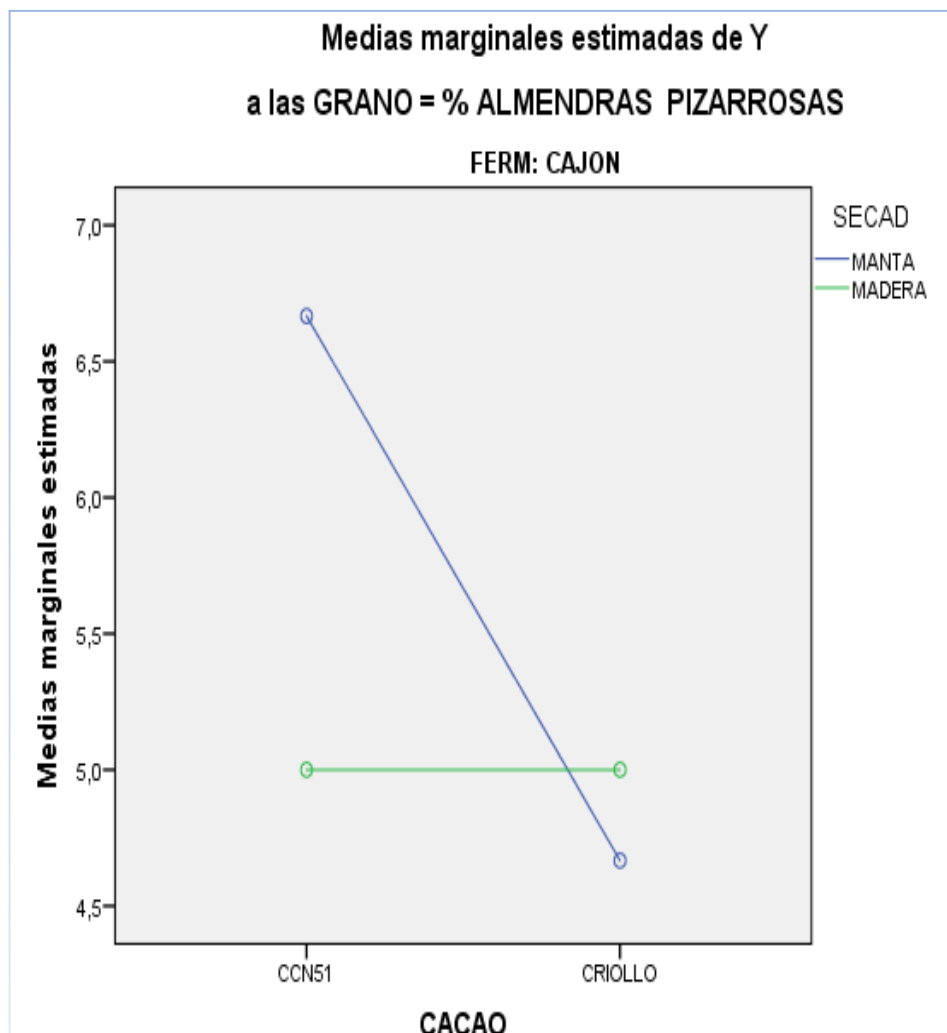


Figura 40 Análisis gráfico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en cajón secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras pizarrosas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 40, se visualiza el comportamiento en la interacción (cacao*fermentado*secado*grano), medido en % almendras pizarrosas, el cacao CCN51 fermentado en cajón de madera y secado en manta tiene un 6.7%, mientras que el cacao criollo tiene un 4.7%. En cuanto a los cacaos secados en madera no existe diferencia entre el cacao criollo y CCN51. De acuerdo a la Norma Técnica Peruana: NTP ISO 2451, las almendras del cacao se encuentran dentro de los parámetros de calidad de grado 2 y CTE.

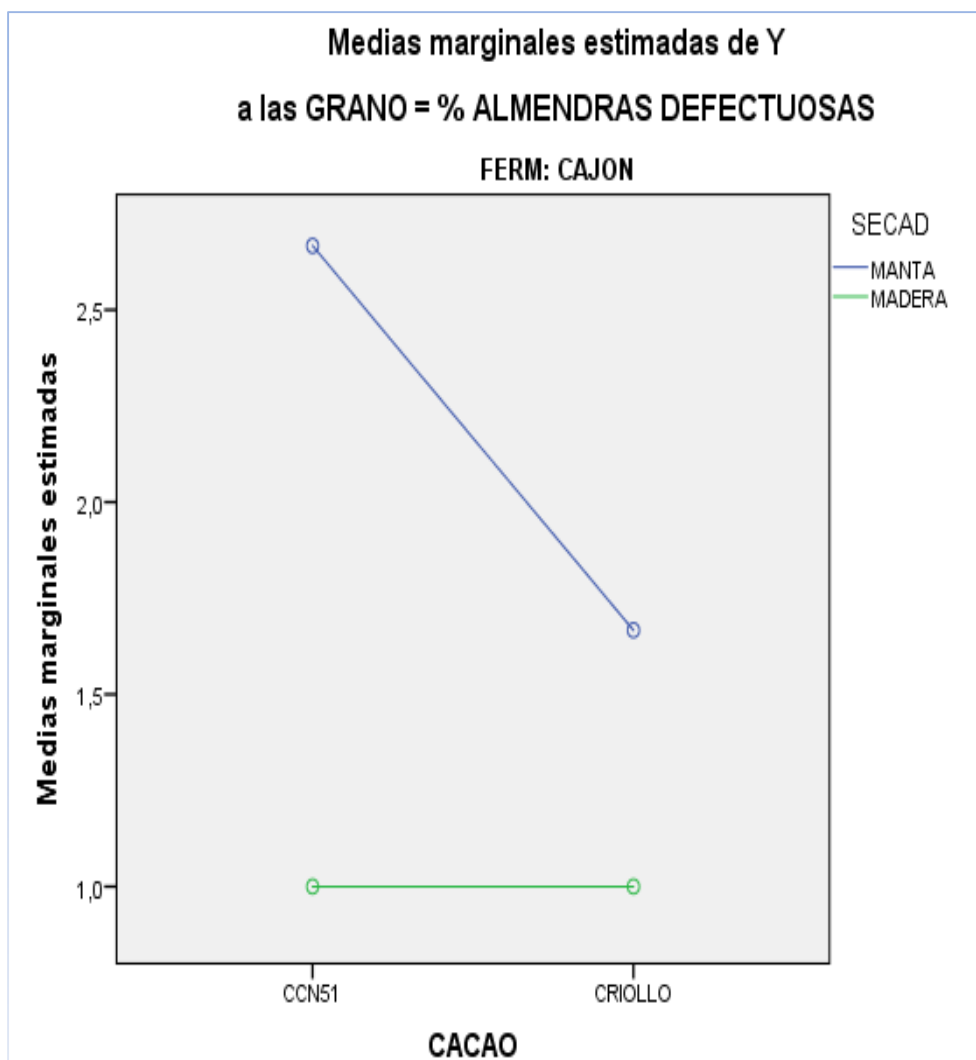


Figura 41: Análisis gráfico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en cajón secado en manta y secador de madera, medido en % almendras defectuosas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 41, se visualiza el comportamiento en la interacción (cacao*fermentado*secado*grano), medido en % almendras defectuosas, el cacao CCN51 fermentado en cajón de madera y secado en manta tiene un 2.7%, mientras que el cacao criollo tiene un 1.7%. En cuanto a los cacaos secados en madera no existe diferencia entre el cacao criollo y CCN51. De acuerdo a la NTP ISO 2451, las almendras del cacao se ubican dentro de los parámetros de calidad Especial, grado 1 y grado 2.

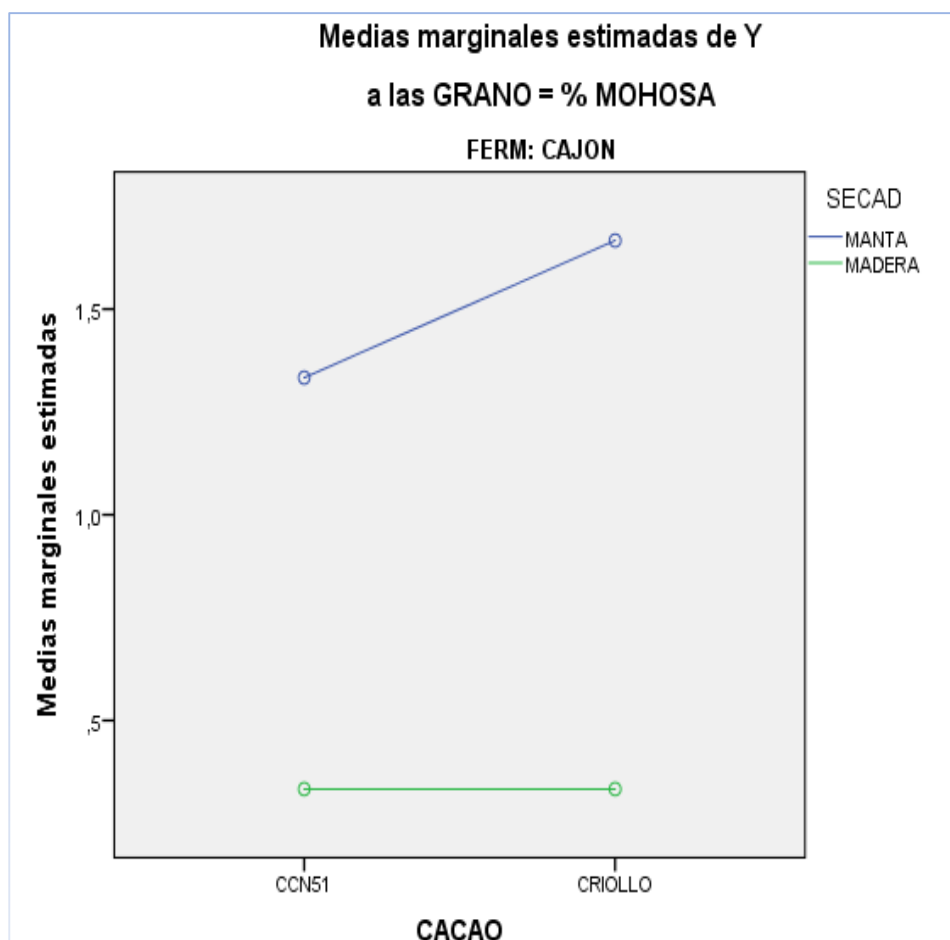


Figura 42: Análisis gráfico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo , fermentado en cajón secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras mohosas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 42, se visualiza el comportamiento en la interacción (cacao*fermentado*secado*grano), medido en % almendras mohosas, el cacao Criollo fermentado en cajón de madera y secado en manta tiene un 1.7%, mientras que el cacao CCN51 tiene un 1.4%. En cuanto a los cacaos secados en madera no existe diferencia entre el cacao criollo y CCN51.

NTP ISO 2451, las almendras del caco se ubican dentro de los parámetros de calidad especial, grado 1 y grado 2.

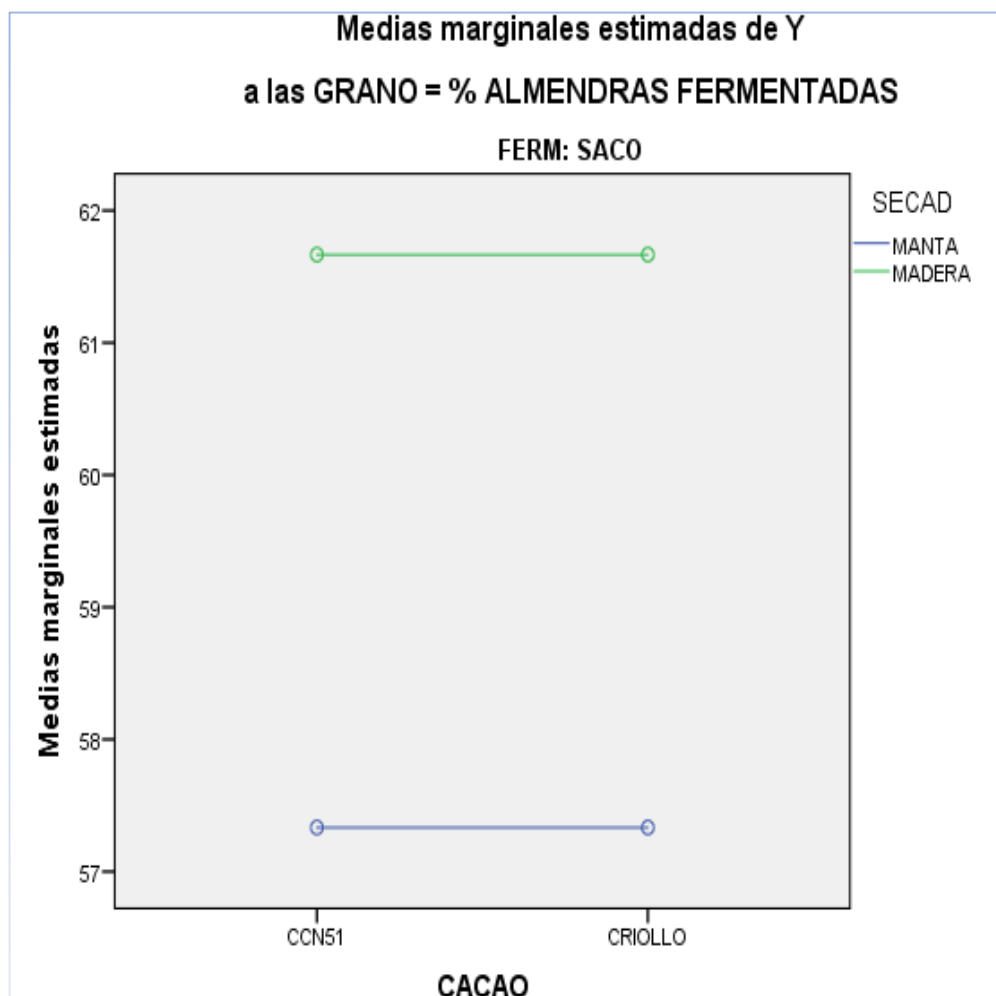


Figura 43: Análisis gráfico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en saco, secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras fermentadas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 43, se visualiza el comportamiento en la inter acción (cacao*fermentado*secado*grano), medido en % almendras fermentadas, donde los cacaos criollo y CCN51, fermentado en saco y secado en secador de madera no presentan diferencia siendo ambos en 61.8%. Del mismo modo se aprecia en el secado en manta donde tampoco existe diferencia entre los cacaos criollos y CCN51 cuyos valores son del 57.5%.

Tomando como referencia a las NTP ISO 2451, las almendras del caco se encuentran dentro de los rangos CTE.

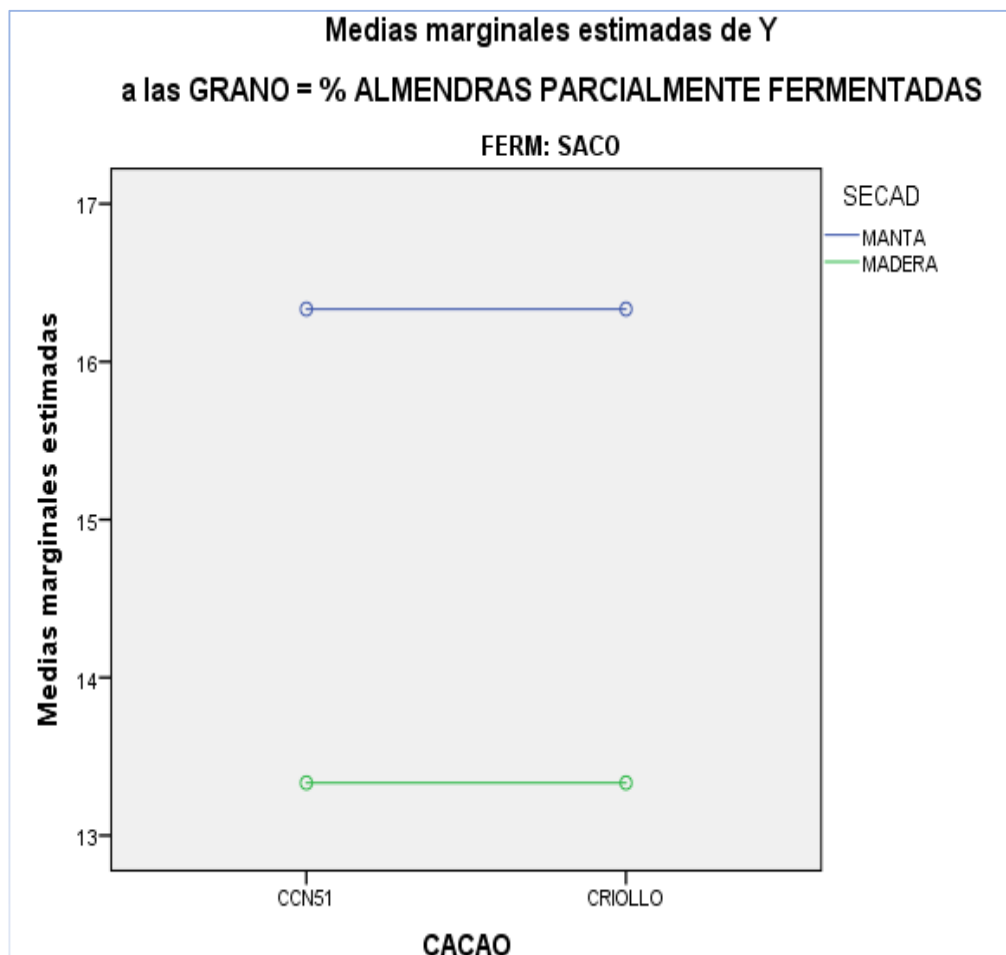


Figura 44: Análisis gráfico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en saco, secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras parcialmente Fermentadas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 44, se visualiza el comportamiento en la interacción (cacao*fermentado*secado*grano), medido en % almendras parcialmente fermentadas, donde los cacaos criollo y CCN51, fermentado en saco y secado en manta no presentan diferencia siendo ambos en 16.5%, del mismo modo se aprecia en el secado en madera donde tampoco existe diferencia entre los cacaos criollos y CCN51 cuyos valores son del 13.5%.

De acuerdo a la NTP ISO 2451, las almendras del cacao no se ubican dentro de los parámetros de calidad Especial, grado 1 y grado 2. Sin embargo, pueden clasificarse dentro del grado de calidad CTE.

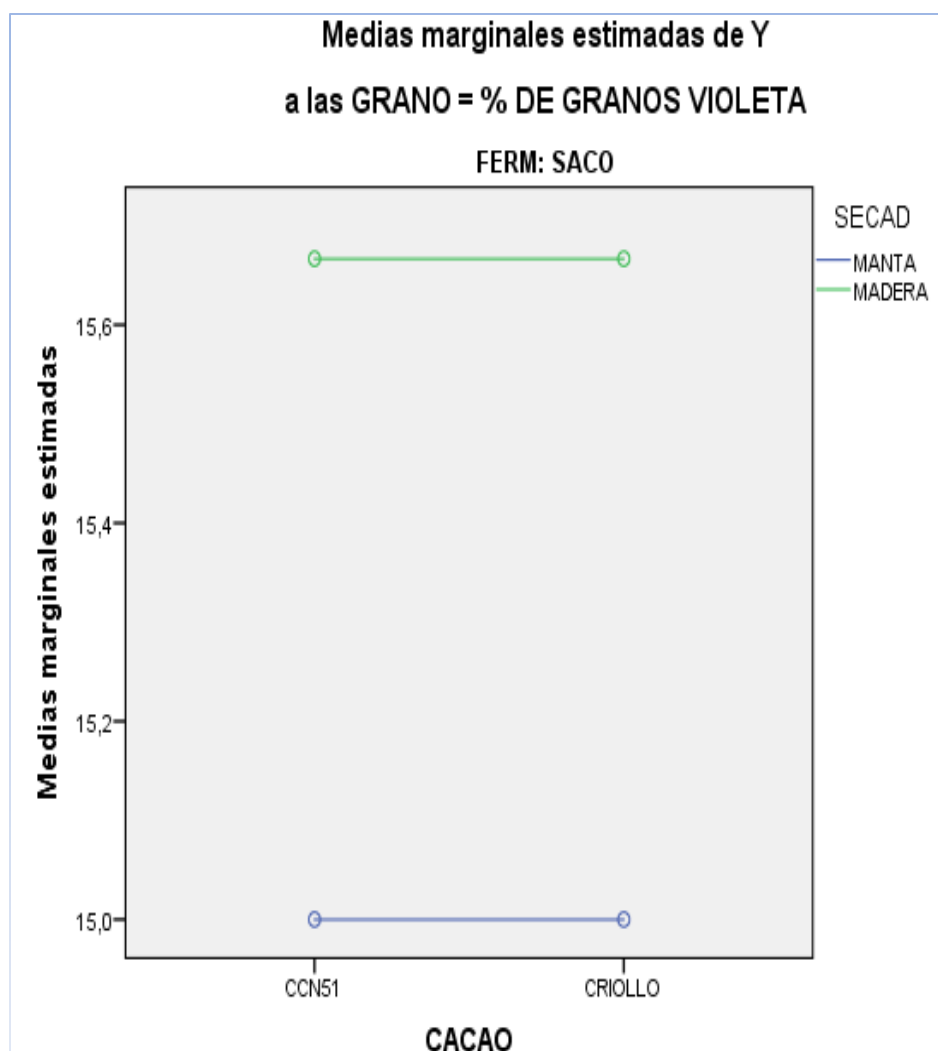


Figura 45: Análisis gráfico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en saco, secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras violetas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 45, se visualiza el comportamiento en la interacción (cacao*fermentado*secado*grano), medido en % almendras violetas, donde los cacaos criollo y CCN51, fermentado en saco y secado en manta no presentan diferencia siendo ambos en 16%, del mismo modo se aprecia en el secado en madera donde tampoco existe diferencia entre los cacaos criollos y CCN51 cuyos valores son del 15 %.

De acuerdo a la NTP ISO 2451, las almendras del caco se ubican dentro de los parámetros de calidad grado 2 y CTE.

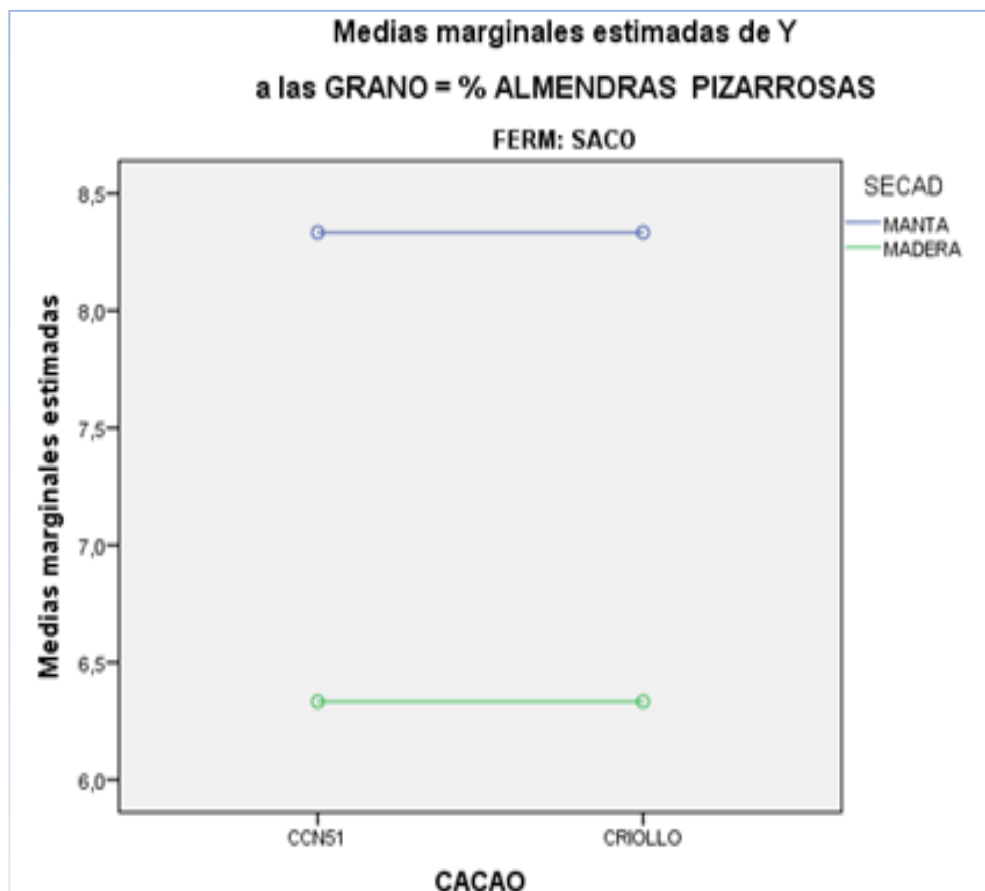


Figura 46: Análisis gráfico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo, fermentado en saco, secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras pizarrosas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 46, se visualiza el comportamiento en la inter acción (cacao*fermentado*secado*grano), medido en % almendras pizarrosas, donde los cacaos criollo y CCN51, fermentado en saco y secado en manta no presentan diferencia siendo ambos en 8.4% del mismo modo se aprecia en el secado en madera donde tampoco existe diferencia entre los cacaos criollos y CCN51 cuyos valores son del 6.3 %.

De acuerdo a la NTP ISO 2451, las almendras del caco no se encuentran dentro de los parámetros de calidad especial, grado 1 y grado 2, sin embargo, podría clasificarse como granos con calidad CTE.

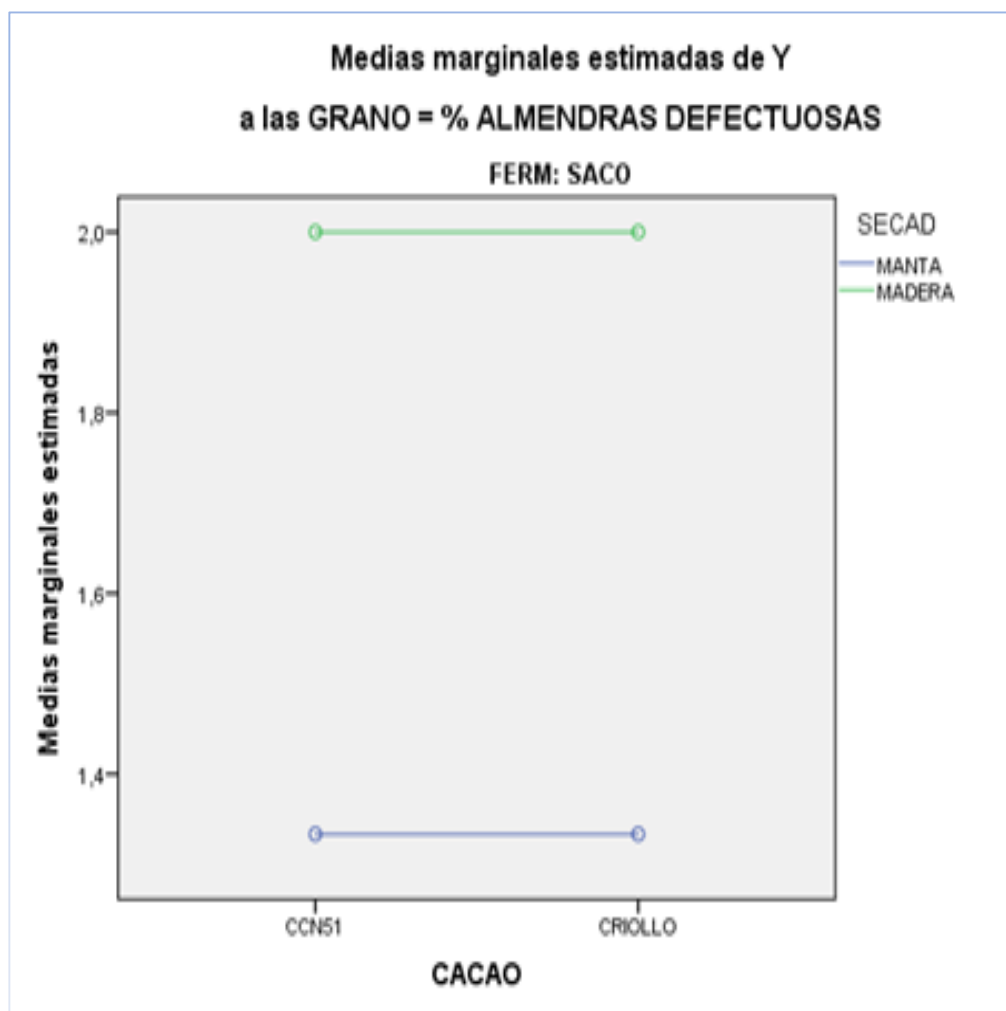


Figura 47: Análisis gráfico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo , fermentado en saco, secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras defectuosas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 47, se visualiza el comportamiento en la interacción (cacao*fermentado*secado*grano), medido en % almendras defectuosas, donde los cacaos criollo y CCN51, fermentado en saco y secado en manta no presentan diferencia siendo ambos en 1.3% del mismo modo se aprecia en el secado en madera donde tampoco existe diferencia entre los cacaos criollos y CCN51 cuyos valores son del 2%.

Según la NTP ISO 2451, las almendras del caco se ubican dentro de los parámetros de calidad Especial, grado 1 y grado 2.

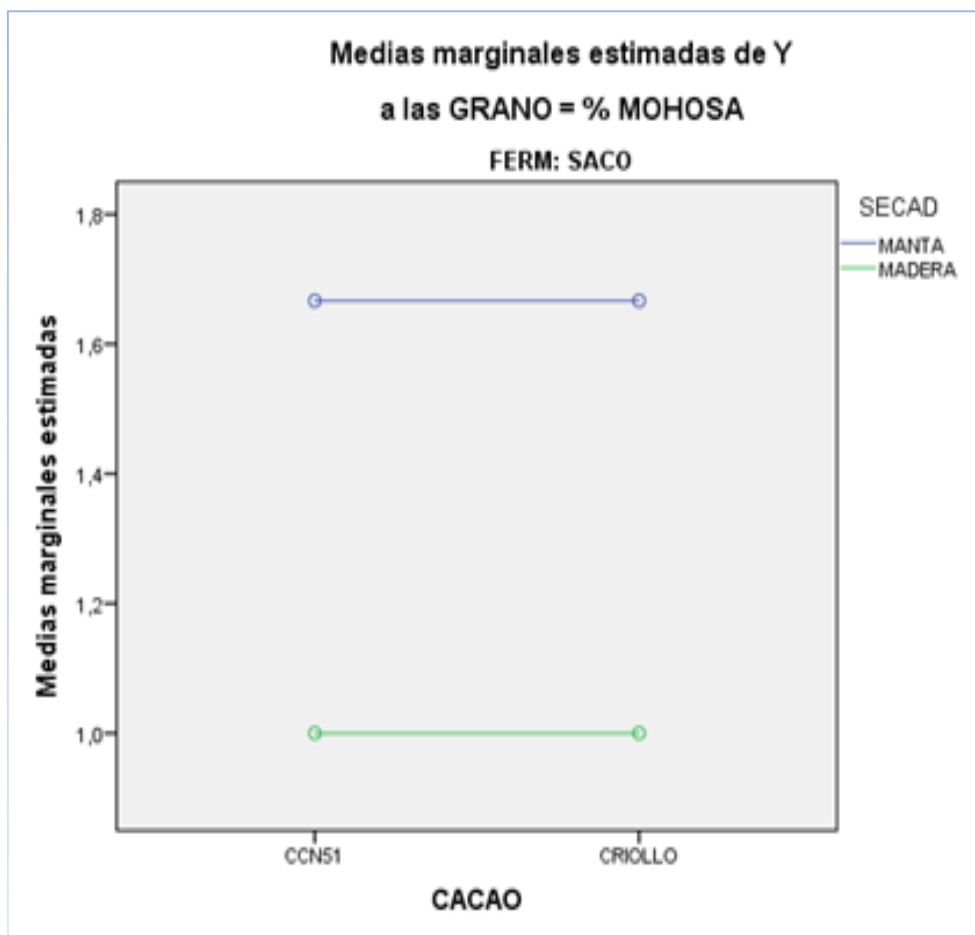


Figura 48: Análisis gráfico de medias, del proceso de secado del cacao CCN51, Criollo , fermentado en saco, secado en manta y secador de madera, medido en % de almendras mohosas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 48, se visualiza el comportamiento en la inter acción (cacao*fermentado*secado*grano), medido en % almendras mohosas, donde los cacaos criollo y CCN51, fermentado en saco y secado en manta no presentan diferencia siendo ambos en 1.7% del mismo modo se aprecia en el secado en madera donde tampoco existe diferencia entre los cacaos criollos y CCN51 cuyos valores son del 1%.

4.3. Caracterización físico química del grano cacao beneficiados

La tabla 18, contiene los resultados del análisis proximal del cacao, donde el cacao tiene 37.7% de contenido de grasa, una humedad de 7.1%, valores que demuestran que el cacao cumple con el contenido de valores exigidos por el mercado.

Tabla 18: Resultados del análisis proximal del cacao fermentado y secado.

N°	Componente	Resultados
1	Grasa (g/100 de muestra)	37.7
2	Humedad (g/100 de muestra)	7.1
3	Acidez Total (g/100 g de muestra)	1.84
4	Proteínas (g/100 de muestra)	14.3
5	Carbohidratos (g/100 de muestra)	37.6
6	Cenizas (g/100 g de muestra)	3.3
7	Energía Total (Kcal/100 g de muestra)	546.9
8	% Kcal proveniente de carbohidratos.	150.4
9	% Kcal proveniente de grasas.	339.3
10	% Kcal proveniente de proteínas.	57.2
11	Cadmio (mg/kg de muestra)	No detectable

Fuente: Elaboración propia.

En esta etapa se requiere que el producto alcance una humedad de 7 u 8%. Sin embargo, se ha determinado que al llegar a una humedad menor al 7%, los problemas de condensación y por ende de presencia de moho, se reducen casi totalmente (Vidal 1996).

CONCLUSIONES

1. Los resultados de acuerdo al análisis de varianza del proceso de interacción cacao*fermentador, este resultado nos permiten concluir que se acepta el (H1), donde se plantea que el uso de tecnologías tipo cajón, saco, en el proceso de fermentado del cacao CCN51 y cacao criollo. Afectarán el rendimiento y calidad de grano de cacao beneficiado.
2. El rendimiento de cacao criollo fermentado en cajón es de 68% y del cacao CCN51 es de 65%. Con respecto a la fermentación en sacos, se tiene que el rendimiento de cacao criollo es de 69% y del cacao CCN51 es de 68 por ciento.
3. En cuanto a la calidad de los cacaos esta se midió en función al grado de fermentación, donde la fermentación del cacao criollo fermentado en cajón se tiene 33% de granos bien fermentado y 47% de granos fermentados y en los cacaos fermentados en sacos se tiene 18% de granos bien fermentado y 33% de granos fermentados. Con respecto al cacao CCN51, fermentados cajón presenta un valor de 23% de granos de cacaos bien fermentados y 42% granos de cacao fermentados, en lo referente a fermentación por sacos se tiene 13% de granos bien fermentado y 35% granos fermentados.
4. El mejor tratamiento, fue el cacao criollo/fermentado en cajón, el cual tiene un 80% de almendras fermentadas seguido del CCN51, con un 66% de almendras fermentadas.
5. De acuerdo al análisis de varianza, de los datos del proceso de interacción Cacao*Fermentador*Secado*Grano, este resultado nos permite concluir que se acepta la (H1), donde se plantea que el uso de tecnologías de secado solar en secador de madera y secado solar en manta del cacao CCN51 y cacao criollo, afectará la calidad de grano de cacao beneficiado.
6. De acuerdo a los resultados de la investigación se concluye que la mejor tecnología de beneficio de cacao es la fermentación de en cajón de madera*secado en secador de madera. El cacao que mejor se comporta en el proceso de fermentación y secado es el criollo, con el cual se alcanza hasta el 80% de grado de fermentación.

SUGERENCIAS

1. Se sugiere realizar trabajos de investigación para medir los parámetros para obtención de manteca y chocolates a partir de cacao de criollo y CCN51.
2. Realizar un trabajo de investigación de análisis de perfiles de sabores de los cacaos criollo y CCN51, producidos en las diferentes zonas productoras de la Región de Madre de Dios.
3. Realizar trabajos de evaluación de control de calidad de sus características sensoriales de las diferentes zonas productoras de cacao.
4. Realizar una investigación del comportamiento de los microorganismos fermentadores en la fase aeróbica y anaeróbica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVAREZ, C., PINTO, J. y PEREZ, E., 2001. Caracterización físicoquímica de granos (tostados) y mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*) de la región de Cumboto. Venezuela: Congreso.
- ARMIJOS, A., 2002. Características de acidez como parámetros químicos de calidad en muestras de cacao (*Theobroma cacao L.*), fino y ordinario de producción nacional en la fermentación. (F. d. Naturales, Ed.) Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador .
- BRAUDEAU, J., 1970. El cacao (Primera ed.). (A. Tropical, Ed.) Barcelona, España: Blume.
- CABRERA S, C., 2006. Estudio de varios métodos de fermentación en diversas zonas cacaoteras del Ecuador. 74. INIAP.
- CALDERON, L., 2002. Tesis : Evaluación de los compuestos fenólicos del cacao (*Theobroma cacao L.*) de tipo fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación en relación a la calidad. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Q.
- CHÁVEZ , A. y MANSILLA, J., 2004. Manual de cultivo de cacao. Manual de cultivo de cacao, 83. (PROAMAZONAS, Ed.) PROAMAZONAS.
- COLOMBIA, C. N., 1988. Compañía Nacional de Chocolate. Manual para el cultivo del Cacao. 119. Colombia: Edinalco Ltda.
- CONSORCIO ASECAL MERCURIO CONSULTORES (S.F).
- CONTRERAS MONJARAS, J. D. y RAMOS CARRANZA, G., 2009. Los Cambios bioquímicos que se desarrollan durante la fermentación y secado de cacao. Juanjui, San Martín, Perú.
- ENRRIQUEZ, G., 1995. Beneficio del cacao. 254. Quito, Ecuador: INIAP.
- GAITAN, T., 2005. cadena del cultivo de cacao con potencial exportador. Managua: Vol. 60/ pág. (6-7).
- GARCIA ALAMILLA, P., 2000. Caracterización microbiana, bioquímica y cinética del proceso de fermentación tradicional, en el beneficio del cacao. Mexico, Mexico.
- GARCIA CARRION, L., 2008. Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú. Mincetur.
- GARCIA CARRION, L., 2009. Catálogo de cultivares de cacao. 152. (U.

- Mincetur, Ed.) Ministerio de Agricultura.
- GRACIANI DE FARIÑAS, L. L., BERTORELLI, L., ALAVEREZ, N. y TRUJILLO. A., 2003. Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera.
- GRACIANI DE FARIÑAS, L. L. DE BERTORELLI, N. ÁLVAREZ Y. A. TRUJILLO., 2003 Fermentación del cacao , 53(2).
- GUERRERO CABRERA, M. E., 2007. Diagnóstico y propuesta de parámetros para la estandarización y homogenización del tratamiento poscosecha del cacao. Lima: Ministerio de Economía y Finanzas.
- HERNANDEZ, T., 1991. Cacao: sistema de producción en la amazonía peruana. Tingo Maria, Huanuco, Peru: Promoción agroindustrial AD/PER/86/459 UNFDAC/PNUD/OSP.
- INSTITUTO DE CERTIFICACIÓN LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIO, 2017.
- JIMENEZ, B., 2003. Efectos de dos métodos de fermentación sobre la calidad de tres grupos de cacao (*Theobroma cacao L.*) cultivados en la zona de Quevedo, Provincia de Los Ríos. Quevedo, Ecuador.
- LAMBERT MARS, S. (s.f.). Fermentación del cacao - Aspectos generales .
- LIENDO, R. J. y MARIN, C. R., 2006. Prácticas poscosecha y de almacenamiento del cacao en el estado Miranda. Miranda: Rev. Fac. Agron.
- LOPEZ, R. y FLORES, F., 2008. Manual del cultivo de cacao.
- MINAGRI., 2018, Ministerio de Agricultura y Riego artículo Diario el Comercio
- MOREIRA, D. M., 1994. La calidad del cacao. calidad del cacao.(INIAP, Ed.)
- MORENO, L. J. y SANCHEZ, J. A., 1989. Beneficio del cacao. 26. (F. H. Agrícolas, Ed.) Fundación Hondureña de investigaciones agrícolas.
- NATIVIDAD, R., 2007. Manejo poscosecha de cacao. Tocache, San Martín, Perú: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.
- NAVIA ORCEZ, A. A., 2012. Mejoramiento de las características sensoriales del cacao CCN51, A través de la adición de enzimas durante el proceso de fermentación. Guayaquil, Ecuador.
- ORTIZ DE BERTORELLI, L., CAMACHO G, G. y GRACIANI DE FARIÑAS, L., 2004. Efecto del secado al sol sobre la calidad del grano fermentado

- de cacao. 54. Agronomía tropical.
- PORTILLO, E., 2005. Efecto de los tratamientos post-cosecha sobre la temperatura y el índice de fermentación en la calidad del cacao criollo. En el Sur del Lago de Maracaibo. Lago de Maracaibo, Venezuela.
- RAMIREZ, R., 1988. Estudio de la fermentación del cacao. (*Theobroma cacao* L.) mediante cuatro sistemas de fermentación en cuatro zonas cacaoteras de Costa Rica. Turrialba: Universidad de Costa Rica.
- RAMOS, G., RAMOS, P. y AZOCAR, A., 2000. Beneficio del cacao, manual del productor de cacao. 69. Merida, Venezuela.
- REYES, H., VIVAS, J. y ROMERO, A., 2000. La Calidad del cacao, cosecha y fermentación. 66. FONAIAP.
- RINCON, S. O., 1999. Manual del cacaotero. Bogota, Colombia: Cenicafe.
- RIVERA FERNANDEZ, R. D., MECIAS GALLO, F. W., GUZMAN CEDEÑO, A. M., PEÑA GALEAS, M. M., MEDINA QUINTEROS, H. N., CASANOVA FERRIN, L. M. y NIVELA MORANTE, P. E., 2012. Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L), tipo nacional. Ciencia y tecnología, 12.
- SALTOS, A., SÁNCHEZ, V. y ANZULES, A., 2006. Beneficio del cacao, Taller de entrenamiento en calidad física y organoléptica de cacao. (INAP, Ed.) Quevedo, Ecuador.
- SANCHEZ CAMPUZANO, V. A., 2007. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. 93.
- SOCIEDAD ALEMANA DE COOPERACIÓN TÉCNICA, S., 2008. Cultivo Orgánico del cacao.
- SUBPROGRAMA, DE COOPERACIÓN TÉCNICA, S., 2001. Subprograma, de cooperación técnica. (Préstamos BID / MAG 31/OCy832/OC-EC). Préstamos BID / MAG 31/OCy832/OC-EC.
- TÉCNICA, S. A., 2008. CULTIVO ORGÁNICO DE CACAO.
- UEA., 2008. Manual del cultivo de cacao. Manual del Cultivo de cacao. Universidad Estatal Amazónica.
- VIDAL, C., 1996. Manejo de cacao. Centro de propagación de cacao.

ANEXOS

Anexo 1: Resultados fermentación en cacao CCN-51

Tabla 19: Resultados del comportamiento de los indicadores de fermentación (Temperatura y pH), en cacao CCN51.

FERMENTACION DE CACAO CCN51						
BLOQUES	FERMENTADO EN CAJON			FERMENTADO EN SACO		
BLOQUE 1	PESO (g)	T (°C)	pH	PESO (g)	T (°C)	pH
DIA 1	14,000	25	3.5	15,000	25	3.5
DIA 2	12,500	30	3.8	14,010	25	3.5
DIA 3	12,000	38	4.3	13,300	31	3.9
DIA 4	11,500	45	4.5	12,500	35	4
DIA 5	10,800	43	4.2	11,800	34	4.2
DIA 6	9,500	40	4	10,400	30	3.7
DIA 7	9,050	38	4	10,200	28	3.7
BLOQUE2						
DIA 1	14,000	25	3.8	15,000	25	3.8
DIA 2	12,200	31	3.8	13,500	27	3.5
DIA3	11,500	42	4.0	12,500	33	3.6
DIA 4	10,700	43	4.3	11,450	37	3.8
DIA 5	10,500	42	4.1	11,100	38	4
DIA 6	9,400	35	3.9	10,850	35	4.1
DIA 7	9,200	33	3.8	10,180	34	4.1
BLOQUE 3						
DIA 1	14,000	25	3.4	15,000	25	3.4
DIA 2	13,200	29	3.9	13,500	25	3.9
DIA 3	12,500	38	4.3	12,300	28	4.3
DIA 4	11,200	48	4.3	12,000	32	4.3
DIA 5	10620	45	4.4	11,700	36	4.2
DIA 6	9500	43	4.2	10,500	38	3.9
DIA 7	9020	38	3.9	10,350	38	4

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2: Resultados fermentación en cacao Criollo

Tabla 20 Resultados del comportamiento de los indicadores de fermentación (temperatura y pH), en cacao Criollo.

BLOQUES	FEREMNTACION DE CACAO CRIOLLO					
	FERMENTADO EN CAJON			FERMENTADO EN SACO		
BLOQUE 1	PESO (g)	T (°C)	pH	PESO (g)	T (°C)	pH
DIA 1	12,000	26	4	15,000	26	4
DIA 2	10,000	40	4.5	12,800	30	4.3
DIA 3	9,200	43	4.8	11,450	33	4.5
DIA 4	8,000	42	4.7	10,200	28	4.5
BLOQUE 2						
DIA 1	12,000	25	3.8	15,000	27	4.5
DIA 2	10,200	29	4	13,450	33	4.7
DIA 3	8,500	37	4.5	12,350	40	4.6
DIA 4	8,100	38	4.7	10,500	38	4.8
BLOQUE 3						
DIA 1	12,000	25	4	15,000	25	3.9
DIA 2	11,500	33	4	13,200	35	3.8
DIA 3	9,300	40	4.3	11,800	32	3.9
DIA 4	8,600	42	4.5	10,300	30	4.2

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Resultados de análisis estadístico descriptivo fermentación

Tabla 21 Análisis de los estadísticos descriptivos del proceso de fermentación del cacao CCN51 y Criollo, por bloques de repeticiones.

Estadísticos descriptivos					
Variable dependiente: Grado de fermentación					
Tipo de cacao	Tipo de fermentador	Bloque	Media	Desviación estándar (%)	N
CCN51	cajón	bloque1	3.95	2.0	20
		bloque2	5.10	2.3	20
		bloque3	4.80	2.5	20
		Total	4.62	2.3	60
	saco	bloque1	3.70	2.2	20
		bloque2	3.95	2.5	20
		bloque3	3.75	2.3	20
		Total	3.80	2.2	60
Criollo	cajón	bloque1	5.45	2.2	20
		bloque2	4.70	2.4	20
		bloque3	5.70	2.2	20
		Total	5.28	2.3	60
	saco	bloque1	4.00	2.5	20
		bloque2	3.90	2.3	20
		bloque3	4.05	2.5	20
		Total	3.98	2.3	60

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4: Resultados de nivel de calidad fermentación

Tabla 22: Resultado ordenado de acuerdo al nivel de calidad en la fermentación.

Repeticiones	Bloque	Tipo de cacao	Tipo de Fermentador	Nivel de calidad
1	bloque1	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
2	bloque1	CCN51	cajón	Fermentado
3	bloque1	CCN51	cajón	Bien fermentado
4	bloque1	CCN51	cajón	Fermentado
5	bloque1	CCN51	cajón	Fermentado
6	bloque1	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
7	bloque1	CCN51	cajón	Fermentado
8	bloque1	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
9	bloque1	CCN51	cajón	Fermentado
10	bloque1	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
11	bloque1	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
12	bloque1	CCN51	cajón	Bien fermentado
13	bloque1	CCN51	cajón	Fermentado
14	bloque1	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
15	bloque1	CCN51	cajón	Fermentado
16	bloque1	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
17	bloque1	CCN51	cajón	Fermentado
18	bloque1	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
19	bloque1	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
20	bloque1	CCN51	cajón	Fermentado
21	bloque2	CCN51	cajón	Fermentado
22	bloque2	CCN51	cajón	Bien fermentado
23	bloque2	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
24	bloque2	CCN51	cajón	Fermentado
25	bloque2	CCN51	cajón	Fermentado
26	bloque2	CCN51	cajón	Bien fermentado
27	bloque2	CCN51	cajón	Fermentado
28	bloque2	CCN51	cajón	mal fermentado
29	bloque2	CCN51	cajón	Fermentado
30	bloque2	CCN51	cajón	Bien fermentado
31	bloque2	CCN51	cajón	Fermentado
32	bloque2	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
33	bloque2	CCN51	cajón	Fermentado
34	bloque2	CCN51	cajón	Bien fermentado
35	bloque2	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
36	bloque2	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
37	bloque2	CCN51	cajón	Bien fermentado
38	bloque2	CCN51	cajón	Fermentado

39	bloque2	CCN51	cajón	Fermentado
40	bloque2	CCN51	cajón	Bien fermentado
41	bloque3	CCN51	cajón	Bien fermentado
42	bloque3	CCN51	cajón	Fermentado
43	bloque3	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
44	bloque3	CCN51	cajón	Fermentado
45	bloque3	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
46	bloque3	CCN51	cajón	Bien fermentado
47	bloque3	CCN51	cajón	Fermentado
48	bloque3	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
49	bloque3	CCN51	cajón	mal fermentado
50	bloque3	CCN51	cajón	Bien fermentado
51	bloque3	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
52	bloque3	CCN51	cajón	Fermentado
53	bloque3	CCN51	cajón	Bien fermentado
54	bloque3	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
55	bloque3	CCN51	cajón	Fermentado
56	bloque3	CCN51	cajón	Fermentado
57	bloque3	CCN51	cajón	Bien fermentado
58	bloque3	CCN51	cajón	Fermentado
59	bloque3	CCN51	cajón	Parcialmente fermentado
60	bloque3	CCN51	cajón	Bien fermentado
61	bloque1	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
62	bloque1	CCN51	saco	Fermentado
63	bloque1	CCN51	saco	mal fermentado
64	bloque1	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
65	bloque1	CCN51	saco	Bien fermentado
66	bloque1	CCN51	saco	Fermentado
67	bloque1	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
68	bloque1	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
69	bloque1	CCN51	saco	Fermentado
70	bloque1	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
71	bloque1	CCN51	saco	Fermentado
72	bloque1	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
73	bloque1	CCN51	saco	Fermentado
74	bloque1	CCN51	saco	Fermentado
75	bloque1	CCN51	saco	Bien fermentado
76	bloque1	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
77	bloque1	CCN51	saco	Fermentado
78	bloque1	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
79	bloque1	CCN51	saco	mal fermentado
80	bloque1	CCN51	saco	Fermentado
81	bloque2	CCN51	saco	Fermentado
82	bloque2	CCN51	saco	Fermentado

83	bloque2	CCN51	saco	Bien fermentado
84	bloque2	CCN51	saco	Fermentado
85	bloque2	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
86	bloque2	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
87	bloque2	CCN51	saco	mal fermentado
88	bloque2	CCN51	saco	Fermentado
89	bloque2	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
90	bloque2	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
91	bloque2	CCN51	saco	Bien fermentado
92	bloque2	CCN51	saco	Fermentado
93	bloque2	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
94	bloque2	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
95	bloque2	CCN51	saco	Fermentado
96	bloque2	CCN51	saco	Bien fermentado
97	bloque2	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
98	bloque2	CCN51	saco	mal fermentado
99	bloque2	CCN51	saco	Fermentado
100	bloque3	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
101	bloque3	CCN51	saco	Fermentado
102	bloque3	CCN51	saco	Bien fermentado
103	bloque3	CCN51	saco	mal fermentado
104	bloque3	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
105	bloque3	CCN51	saco	Fermentado
106	bloque3	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
107	bloque3	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
108	bloque3	CCN51	saco	Fermentado
109	bloque3	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
110	bloque3	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
111	bloque3	CCN51	saco	Bien fermentado
112	bloque3	CCN51	saco	Fermentado
113	bloque3	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
114	bloque3	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
115	bloque3	CCN51	saco	Fermentado
116	bloque3	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
117	bloque3	CCN51	saco	Bien fermentado
118	bloque3	CCN51	saco	Parcialmente fermentado
119	bloque3	CCN51	saco	Fermentado
120	bloque1	criollo	cajón	Fermentado
121	bloque1	criollo	cajón	Bien fermentado
122	bloque1	criollo	cajón	Parcialmente fermentado
123	bloque1	criollo	cajón	Fermentado
124	bloque1	criollo	cajón	Bien fermentado
125	bloque1	criollo	cajón	Fermentado
126	bloque1	criollo	cajón	Bien fermentado

127	bloque1	criollo	cajón	Fermentado
128	bloque1	criollo	cajón	Fermentado
129	bloque1	criollo	cajón	Parcialmente fermentado
130	bloque1	criollo	cajón	Bien fermentado
131	bloque1	criollo	cajón	Fermentado
132	bloque1	criollo	cajón	Bien fermentado
133	bloque1	criollo	cajón	Fermentado
134	bloque1	criollo	cajón	Parcialmente fermentado
135	bloque1	criollo	cajón	Bien fermentado
136	bloque1	criollo	cajón	Parcialmente fermentado
137	bloque1	criollo	cajón	Fermentado
138	bloque1	criollo	cajón	Fermentado
139	bloque1	criollo	cajón	Bien fermentado
140	bloque2	criollo	cajón	Bien fermentado
141	bloque2	criollo	cajón	Fermentado
142	bloque2	criollo	cajón	Fermentado
143	bloque2	criollo	cajón	mal fermentado
144	bloque2	criollo	cajón	Bien fermentado
145	bloque2	criollo	cajón	Fermentado
146	bloque2	criollo	cajón	Parcialmente fermentado
147	bloque2	criollo	cajón	Fermentado
148	bloque2	criollo	cajón	Bien fermentado
149	bloque2	criollo	cajón	Parcialmente fermentado
150	bloque2	criollo	cajón	Fermentado
151	bloque2	criollo	cajón	mal fermentado
152	bloque2	criollo	cajón	Fermentado
153	bloque2	criollo	cajón	Bien fermentado
154	bloque2	criollo	cajón	mal fermentado
155	bloque2	criollo	cajón	Fermentado
156	bloque2	criollo	cajón	Parcialmente fermentado
157	bloque2	criollo	cajón	Fermentado
158	bloque2	criollo	cajón	Bien fermentado
159	bloque2	criollo	cajón	Fermentado
160	bloque3	criollo	cajón	Fermentado
161	bloque3	criollo	cajón	Bien fermentado
162	bloque3	criollo	cajón	Fermentado
163	bloque3	criollo	cajón	Bien fermentado
164	bloque3	criollo	cajón	Fermentado
165	bloque3	criollo	cajón	Bien fermentado
166	bloque3	criollo	cajón	Fermentado
167	bloque3	criollo	cajón	Parcialmente fermentado
168	bloque3	criollo	cajón	Bien fermentado
169	bloque3	criollo	cajón	Fermentado
170	bloque3	criollo	cajón	Fermentado

171	bloque3	criollo	cajón	Parcialmente fermentado
172	bloque3	criollo	cajón	Bien fermentado
173	bloque3	criollo	cajón	Fermentado
174	bloque3	criollo	cajón	Bien fermentado
175	bloque3	criollo	cajón	Fermentado
176	bloque3	criollo	cajón	mal fermentado
177	bloque3	criollo	cajón	Bien fermentado
178	bloque3	criollo	cajón	Fermentado
179	bloque3	criollo	cajón	Bien fermentado
180	bloque1	criollo	saco	Fermentado
181	bloque1	criollo	saco	Parcialmente fermentado
182	bloque1	criollo	saco	Bien fermentado
183	bloque1	criollo	saco	Parcialmente fermentado
184	bloque1	criollo	saco	Fermentado
185	bloque1	criollo	saco	mal fermentado
186	bloque1	criollo	saco	Parcialmente fermentado
187	bloque1	criollo	saco	Parcialmente fermentado
188	bloque1	criollo	saco	Bien fermentado
189	bloque1	criollo	saco	Parcialmente fermentado
190	bloque1	criollo	saco	Fermentado
191	bloque1	criollo	saco	mal fermentado
192	bloque1	criollo	saco	Fermentado
193	bloque1	criollo	saco	Parcialmente fermentado
194	bloque1	criollo	saco	Bien fermentado
195	bloque1	criollo	saco	Fermentado
196	bloque1	criollo	saco	Parcialmente fermentado
197	bloque1	criollo	saco	Fermentado
198	bloque1	criollo	saco	Bien fermentado
199	bloque1	criollo	saco	Parcialmente fermentado
200	bloque2	criollo	saco	Parcialmente fermentado
201	bloque2	criollo	saco	Fermentado
202	bloque2	criollo	saco	Parcialmente fermentado
203	bloque2	criollo	saco	Bien fermentado
204	bloque2	criollo	saco	Fermentado
205	bloque2	criollo	saco	Parcialmente fermentado
206	bloque2	criollo	saco	Fermentado
207	bloque2	criollo	saco	mal fermentado
208	bloque2	criollo	saco	Fermentado
209	bloque2	criollo	saco	Parcialmente fermentado
210	bloque2	criollo	saco	Parcialmente fermentado
211	bloque2	criollo	saco	Bien fermentado
212	bloque2	criollo	saco	Parcialmente fermentado
213	bloque2	criollo	saco	Fermentado
214	bloque2	criollo	saco	Fermentado

215	bloque2	criollo	saco	Parcialmente fermentado
216	bloque2	criollo	saco	Fermentado
217	bloque2	criollo	saco	Bien fermentado
218	bloque2	criollo	saco	Parcialmente fermentado
219	bloque2	criollo	saco	Fermentado
220	bloque2	criollo	saco	mal fermentado
221	bloque3	criollo	saco	Fermentado
222	bloque3	criollo	saco	Parcialmente fermentado
223	bloque3	criollo	saco	Bien fermentado
224	bloque3	criollo	saco	mal fermentado
225	bloque3	criollo	saco	Parcialmente fermentado
226	bloque3	criollo	saco	Fermentado
227	bloque3	criollo	saco	Parcialmente fermentado
228	bloque3	criollo	saco	Parcialmente fermentado
229	bloque3	criollo	saco	Fermentado
230	bloque3	criollo	saco	Parcialmente fermentado
231	bloque3	criollo	saco	Bien fermentado
232	bloque3	criollo	saco	Parcialmente fermentado
233	bloque3	criollo	saco	Fermentado
234	bloque3	criollo	saco	Parcialmente fermentado
235	bloque3	criollo	saco	Fermentado
236	bloque3	criollo	saco	Parcialmente fermentado
237	bloque3	criollo	saco	Bien fermentado
238	bloque3	criollo	saco	Fermentado
239	bloque3	criollo	saco	Parcialmente fermentado
240	bloque3	criollo	saco	Bien fermentado

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5: Resultados de análisis estadístico descriptivo secado

Tabla 23: Análisis de los estadísticos descriptivos del proceso de secado del cacao CCN51 y Criollo.

estadísticos descriptivos						
variable dependiente: y						
cacao	ferm.	secado	grano	media	Desviación estándar (%)	
CCN51	cajón	manta	% almendras fermentadas	61.67	1.5	
			% almendras parcialmente fermentadas	13.00	1.7	
			% de granos violeta	14.67	1,2	
			% almendras pizarrosas	6.67	1.5	
			% almendras defectuosas	2.67	0.5	
			% mohosa	1.33	0.5	
		madera	% almendras fermentadas	80.00	1.0	
			% almendras parcialmente fermentadas	9.67	2.0	
			% de granos violeta	4.00	1.0	
			% almendras pizarrosas	5.00	1.7	
			% almendras defectuosas	1.00	1.0	
			% mohosa	0.33	0.5	
				% almendras fermentadas	57,33	1.1

	saco	manta	% almendras parcialmente fermentadas	16.33	2.0
			% de granos violeta	15.00	1.0
			% almendras pizarrosas	8.33	1.1
			% almendras defectuosas	1.33	0.5
			% mohosa	1.67	1.1
		madera	% almendras fermentadas	61.67	1.5
			% almendras parcialmente fermentadas	13.33	4.5
			% de granos violeta	15.67	4.1
			% almendras pizarrosas	6.33	2.5
			% almendras defectuosas	2.00	1.0
	% mohosa	1.00	0.0		
	Criollo	cajón	manta	% almendras fermentadas	76.33
% almendras parcialmente fermentadas				8.67	0.5
% de granos violeta				7.00	2.6
% almendras pizarrosas				4.67	0.5
% almendras defectuosas				1.67	0.5
% mohosa				1.67	0.5
			% almendras fermentadas	80.00	1.0

		madera	% almendras parcialmente fermentadas	9.67	2.0
			% de granos violeta	4.00	1.0
			% almendras pizarrosas	5.00	1.7
			% almendras defectuosas	1.00	1.0
			% mohosa	0.33	0.5
	saco	manta	% almendras fermentadas	57.33	1.1
			% almendras parcialmente fermentadas	16.33	2.0
			% de granos violeta	15.00	1.0
			% almendras pizarrosas	8.33	1.1
			% almendras defectuosas	1.33	0.5
			% mohosa	1.67	1.1
		madera	% almendras fermentadas	61.67	1.5
			% almendras parcialmente fermentadas	13.33	4.5
			% de granos violeta	15.67	4.1

			% almendras pizarrosas	6.33	2.5
			% almendras defectuosas	2.00	1.0
			% mohosa	1.00	0.0

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6: Resultados de nivel de calidad de almendra

Tabla 24: Resultados ordenado de acuerdo al nivel de calidad de almendras de grano seco.

Repetición	Tipo de cacao	Tipo de fermentador	Tipo de secador	Descripción de calidad de grano seco	% de grano seco
1	CCN51	cajon	manta	% almendras fermentadas	63
2	CCN51	cajon	manta	% almendras fermentadas	62
3	CCN51	cajon	manta	% almendras fermentadas	60
4	CCN51	cajon	manta	% almendras parcialmente fermentadas	12
5	CCN51	cajon	manta	% almendras parcialmente fermentadas	15
6	CCN51	cajon	manta	% almendras parcialmente fermentadas	12
7	CCN51	cajon	manta	% de granos violeta	14
8	CCN51	cajon	manta	% de granos violeta	14
9	CCN51	cajon	manta	% de granos violeta	16
10	CCN51	cajon	manta	% almendras pizarrosas	7
11	CCN51	cajon	manta	% almendras pizarrosas	5
12	CCN51	cajon	manta	% almendras pizarrosas	8
13	CCN51	cajon	manta	% almendras defectuosas	3
14	CCN51	cajon	manta	% almendras defectuosas	2
15	CCN51	cajon	manta	% almendras defectuosas	3
16	CCN51	cajon	manta	% mohosa	1
17	CCN51	cajon	manta	% mohosa	2
18	CCN51	cajon	manta	% mohosa	1
19	CCN51	cajon	madera	% almendras fermentadas	80
20	CCN51	cajon	madera	% almendras fermentadas	81
21	CCN51	cajon	madera	% almendras fermentadas	79
22	CCN51	cajon	madera	% almendras parcialmente fermentadas	9
23	CCN51	cajon	madera	% almendras parcialmente fermentadas	8
24	CCN51	cajon	madera	% almendras parcialmente fermentadas	12
25	CCN51	cajon	madera	% de granos violeta	5

26	CCN51	cajon	madera	% de granos violeta	4
27	CCN51	cajon	madera	% de granos violeta	3
28	CCN51	cajon	madera	% almendras pizarrosas	3
29	CCN51	cajon	madera	% almendras pizarrosas	6
30	CCN51	cajon	madera	% almendras pizarrosas	6
31	CCN51	cajon	madera	% almendras defectuosas	2
32	CCN51	cajon	madera	% almendras defectuosas	1
33	CCN51	cajon	madera	% almendras defectuosas	0
34	CCN51	cajon	madera	% mohosa	1
35	CCN51	cajon	madera	% mohosa	0
36	CCN51	cajon	madera	% mohosa	0
37	CCN51	saco	manta	% almendras fermentadas	56
38	CCN51	saco	manta	% almendras fermentadas	58
39	CCN51	saco	manta	% almendras fermentadas	58
40	CCN51	saco	manta	% almendras parcialmente fermentadas	18
41	CCN51	saco	manta	% almendras parcialmente fermentadas	14
42	CCN51	saco	manta	% almendras parcialmente fermentadas	17
43	CCN51	saco	manta	% de granos violeta	15
44	CCN51	saco	manta	% de granos violeta	16
45	CCN51	saco	manta	% de granos violeta	14
46	CCN51	saco	manta	% almendras pizarrosas	9
47	CCN51	saco	manta	% almendras pizarrosas	9
48	CCN51	saco	manta	% almendras pizarrosas	7
49	CCN51	saco	manta	% almendras defectuosas	1
50	CCN51	saco	manta	% almendras defectuosas	2
51	CCN51	saco	manta	% almendras defectuosas	1
52	CCN51	saco	manta	% mohosa	1
53	CCN51	saco	manta	% mohosa	1
54	CCN51	saco	manta	% mohosa	3
55	CCN51	saco	madera	% almendras fermentadas	62
56	CCN51	saco	madera	% almendras fermentadas	60
57	CCN51	saco	madera	% almendras fermentadas	63

58	CCN51	saco	madera	% almendras parcialmente fermentadas	9
59	CCN51	saco	madera	% almendras parcialmente fermentadas	13
60	CCN51	saco	madera	% almendras parcialmente fermentadas	18
61	CCN51	saco	madera	% de granos violeta	17
62	CCN51	saco	madera	% de granos violeta	19
63	CCN51	saco	madera	% de granos violeta	11
64	CCN51	saco	madera	% almendras pizarrosas	9
65	CCN51	saco	madera	% almendras pizarrosas	6
66	CCN51	saco	madera	% almendras pizarrosas	4
67	CCN51	saco	madera	% almendras defectuosas	2
68	CCN51	saco	madera	% almendras defectuosas	1
69	CCN51	saco	madera	% almendras defectuosas	3
70	CCN51	saco	madera	% mohosa	1
71	CCN51	saco	madera	% mohosa	1
72	CCN51	saco	madera	% mohosa	1
73	criollo	cajon	manta	% almendras fermentadas	77
74	criollo	cajon	manta	% almendras fermentadas	75
75	criollo	cajon	manta	% almendras fermentadas	77
76	criollo	cajon	manta	% almendras parcialmente fermentadas	8
77	criollo	cajon	manta	% almendras parcialmente fermentadas	9
78	criollo	cajon	manta	% almendras parcialmente fermentadas	9
79	criollo	cajon	manta	% de granos violeta	6
80	criollo	cajon	manta	% de granos violeta	10
81	criollo	cajon	manta	% de granos violeta	5
82	criollo	cajon	manta	% almendras pizarrosas	5
83	criollo	cajon	manta	% almendras pizarrosas	4
84	criollo	cajon	manta	% almendras pizarrosas	5
85	criollo	cajon	manta	% almendras defectuosas	2
86	criollo	cajon	manta	% almendras defectuosas	1
87	criollo	cajon	manta	% almendras defectuosas	2
88	criollo	cajon	manta	% mohosa	2

89	criollo	cajon	manta	% mohosa	1
90	criollo	cajon	manta	% mohosa	2
91	criollo	cajon	madera	% almendras fermentadas	80
92	criollo	cajon	madera	% almendras fermentadas	81
93	criollo	cajon	madera	% almendras fermentadas	79
94	criollo	cajon	madera	% almendras parcialmente fermentadas	9
95	criollo	cajon	madera	% almendras parcialmente fermentadas	8
96	criollo	cajon	madera	% almendras parcialmente fermentadas	12
97	criollo	cajon	madera	% de granos violeta	5
98	criollo	cajon	madera	% de granos violeta	4
99	criollo	cajon	madera	% de granos violeta	3
100	criollo	cajon	madera	% almendras pizarrosas	3
101	criollo	cajon	madera	% almendras pizarrosas	6
102	criollo	cajon	madera	% almendras pizarrosas	6
103	criollo	cajon	madera	% almendras defectuosas	2
104	criollo	cajon	madera	% almendras defectuosas	1
105	criollo	cajon	madera	% almendras defectuosas	0
106	criollo	cajon	madera	% mohosa	1
107	criollo	cajon	madera	% mohosa	0
108	criollo	cajon	madera	% mohosa	0
109	criollo	saco	manta	% almendras fermentadas	56
110	criollo	saco	manta	% almendras fermentadas	58
111	criollo	saco	manta	% almendras fermentadas	58
112	criollo	saco	manta	% almendras parcialmente fermentadas	18
113	criollo	saco	manta	% almendras parcialmente fermentadas	14
114	criollo	saco	manta	% almendras parcialmente fermentadas	17
115	criollo	saco	manta	% de granos violeta	15
116	criollo	saco	manta	% de granos violeta	16
117	criollo	saco	manta	% de granos violeta	14
118	criollo	saco	manta	% almendras pizarrosas	9
119	criollo	saco	manta	% almendras pizarrosas	9

120	criollo	saco	manta	% almendras pizarrosas	7
121	criollo	saco	manta	% almendras defectuosas	1
122	criollo	saco	manta	% almendras defectuosas	2
123	criollo	saco	manta	% almendras defectuosas	1
124	criollo	saco	manta	% mohosa	1
125	criollo	saco	manta	% mohosa	1
126	criollo	saco	manta	% mohosa	3
127	criollo	saco	madera	% almendras fermentadas	62
128	criollo	saco	madera	% almendras fermentadas	60
129	criollo	saco	madera	% almendras fermentadas	63
130	criollo	saco	madera	% almendras parcialmente fermentadas	9
131	criollo	saco	madera	% almendras parcialmente fermentadas	13
132	criollo	saco	madera	% almendras parcialmente fermentadas	18
133	criollo	saco	madera	% de granos violeta	17
134	criollo	saco	madera	% de granos violeta	19
135	criollo	saco	madera	% de granos violeta	11
136	criollo	saco	madera	% almendras pizarrosas	9
137	criollo	saco	madera	% almendras pizarrosas	6
138	criollo	saco	madera	% almendras pizarrosas	4
139	criollo	saco	madera	% almendras defectuosas	2
140	criollo	saco	madera	% almendras defectuosas	1
141	criollo	saco	madera	% almendras defectuosas	3
142	criollo	saco	madera	% mohosa	1
143	criollo	saco	madera	% mohosa	1
144	criollo	saco	madera	% mohosa	1

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7: Resultados de estudio de los tres factores

Tabla 25: Resultados del proceso de secado de cacao CCN51 y Criollo, fermentados en cajón de madera, saco y secado en manta y secador de madera.

Condición	Grado de Fermentación	Valor %
Fermentación en Cajón y secado en manta del ccn51	Almendras fermentadas	62
	Almendras parcialmente fermentadas	13
	Granos violetas	15
	Almendras pizarrosas	7
	Almendras defectuosas	3
	Mohosas	1
Fermentación en Cajón y secado en secador de madera del ccn51	Almendras fermentadas	66
	Almendras parcialmente fermentadas	16
	Granos violetas	12
	Almendras pizarrosos	3
	Almendras defectuosas	1
	Mohosas	1
Fermentación en saco y secado en manta del ccn51	Almendras fermentadas	52
	Almendras parcialmente fermentadas	15
	Granos violetas	20
	Almendras pizarrosos	8
	Almendras defectuosas	2
	Mohosas	4
Fermentación en saco y secado en secador de madera del ccn51	Almendras fermentadas	53
	Almendras parcialmente fermentadas	16
	Granos violetas	23
	Almendras pizarrosos	5
	Almendras defectuosas	2
	Mohosas	1
Fermentación en Cajón y secado en manta del criollo	Almendras fermentadas	76
	Almendras parcialmente fermentadas	9
	Granos violetas	7
	Almendras pizarrosos	5

	Almendras defectuosas	2
	Mohosas	2
Fermentación en Cajón de madera y secado en secador de madera del criollo	Almendras fermentadas	80
	Almendras parcialmente fermentadas	10
	Granos violetas	4
	Almendras pizarrosos	5
	Almendras defectuosas	1
	Mohosas	0
Fermentación en saco y secado en manta del criollo	Almendras fermentadas	57
	Almendras parcialmente fermentadas	16
	Granos violetas	15
	Almendras pizarrosos	8
	Almendras defectuosas	1
	Mohosas	2
Fermentación en saco y secado en secador de madera del criollo	Almendras fermentadas	62
	Almendras parcialmente fermentadas	13
	Granos violetas	16
	Almendras pizarrosos	6
	Almendras defectuosas	2
	Mohosas	1

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8: Análisis fisicoquímico del cacao.



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 003135 - 2017

SOLICITANTE : GUTIELA GONZÁLES FUENTES /ROY GUTIERREZ PAREDES
DIRECCIÓN LEGAL : JR. MANCO INCA MZ A LOTE B2 MADRE DE DIOS - TAMBOPATA - TAMBOPATA
RUC : --- **Teléfono** : ---
PRODUCTO : CACAO EN GRANO TIPO CCN51
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : EVALUACION DE LA APLICACION DE TECNOLOGIAS PARA LA FERMENTACION Y SECADO
CANTIDAD RECIBIDA : 554,7 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M
FORMA DE PRESENTACIÓN : A Granel, la muestra ingresa en bolsa cerrada
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-001787 -2017
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 17/04/2017
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO-QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICO-QUÍMICOS :
ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Grasa(g / 100 g de muestra original)	37,7
2.- Humedad (g / 100 g de muestra original)	7,1
3.- Acidez Total(g / 100 g de muestra original) (Expresado como Cloruro de sodio)	1,84
4.- Proteína Total(g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	14,3
5.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	37,6
6.- Cenizas(g / 100 g de muestra original)	3,3
7.- Energía Total(Kcal / 100 g de muestra original)	546,9
8.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	27,5
9.- % Kcal. proveniente de Grasa	62,0
10.- % Kcal. proveniente de Proteínas	10,5
11.- Cadmio (µg / kg de muestra original)	No detectable

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :
1.- AOAC 863.15 Ed.20 Cap.31 Pág.10 2016
2.- AOAC 831.04 Cap. 31, Pág. 1, 20th Edition 2016
3.- NTP 208.021-2009
4.- AOAC 970.22 Ed.20 Cap.31 Pág.2 2016
5.- Por Diferencia MS-INN Colazos 1993
6.- NTP 205.004:1979 (Revisada el 2011)
7.- Por Cálculo MS-INN Colazos 1993
8.- Por Cálculo MS-INN Colazos 1993
9.- Por Cálculo MS-INN Colazos 1993
10.- Por Cálculo MS-INN Colazos 1993

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 003135 - 2017 Pág 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal -  la molina calidad total

Figura: 49 Resultados del análisis fisicoquímico del cacao en grano CCN 51.

Fuente: Instituto de Certificación la Molina Calidad total laboratorio (2017)

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal -  la molina calidad total



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 003135 - 2017
 11.- AOAC 973.34 Cap. B, Pág. 28-29, 20th Edition 2016
 Observaciones: (*) Límite de detección: Cadmio 0.028 mg/kg
 FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 17/04/2017 Al 24/04/2017.

ADVERTENCIA:
 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
 3.- Válido solo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.
 4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

La Molina, 24 de Abril de 2017



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM



Ing. Mg. Sc. Cecilia Alcorra Alhedo
 DIRECTORA TÉCNICA
 C.P. N° 189515



Figura: 50 Resultados del análisis fisicoquímico del cacao en grano CCN 51.
Fuente: Instituto de Certificación La Molina Calidad total laboratorio (2017)