

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
AGROINDUSTRIAL**



**“EFECTO DEL ZUMO DE MARACUYÁ (*Passiflora
edulis*) COMO AGREGADO EN LAS CARACTERÍSTICAS
ORGANOLÉPTICAS DURANTE EL PROCESO DE
FERMENTACIÓN DEL CACAO CCN51 (*Theobroma
cacao L.*)”.**

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

WILMA LUZ DEL AGUILA TELLO

Pucallpa – Perú

2022



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



ANEXO N°4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por Del Aguila Tello Wilma Luz, denominada: **“Efecto del zumo de maracuyá (*Passiflora edulis*) como agregado en las características organolépticas durante el proceso de fermentación del cacao CCN51 (*Theobroma cacao L.*)”**, para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR: UNANIMIDAD** con el calificativo (*) **BUENO**

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: Grado Académico, (Título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL**), de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 16 de Setiembre del 2022.

.....
Ing. M.Sc. Alex Rengifo Zumaeta
Presidente

.....
Ing. Isaías Gonzales Ramirez
Secretario

.....
Ing. M.Sc. Roger Vásquez Gómez
Miembro

.....
Ing. M. Sc. Glendy Sanchez Sunció
Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial.

Ing. M.Sc. Alex Rengifo Zumaeta


.....
PRESIDENTE

Ing. Isaías Gonzales Ramírez


.....
SECRETARIO

Ing. M.Sc. Roger Vásquez Gómez


.....
MIEMBRO

Ing. M.Sc. Glendy Sánchez Sunción


.....
ASESOR

Bach. Wilma Luz Del Águila Tello


.....
TESISTA



CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0525-2022

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis, titulado:

"EFECTO DEL ZUMO DE MARACUYÁ (*Passiflora Edulis*) COMO AGREGADO EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN DEL CACAO CCN51 (*Theobroma Cacao L.*)."

Autor(es) : DEL AGUILA TELLO, WILMA LUZ
Facultad : CIENCIAS AGROPECUARIAS
Escuela Profesional : ING. AGROINDUSTRIAL
Asesor(a) : Mg. SANCHEZ SUNCIÓN, GLENDY

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 1%.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: Si Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que Si se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia.



FECHA 25/08/2022



Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
AUTORIZACIÓN DE LA PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, Wilma Luz Del Águila Tello

Autor de la TESIS titulada:

“Efecto del zumo de maracuyá (*Passiflora edulis*) como agregado en las características organolépticas durante el proceso de fermentación del cacao CCN51 (*Theobroma cacao* L.)”

Sustentada el año: **2022**

Con la asesoría : Ing. M.Sc. Glendy Sanchez Sunció

En la Facultad de : Ciencias Agropecuarias Carrera de

Profesional de : Ingeniería Agroindustrial

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general de mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto, me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.

Tercero: Autorizo la publicación

- Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).
- Parcial (significa de solo la caratula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio).

De mi tesis de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Email: **luzdelaguilatell@gmail.com**

Teléfono: **991768406**

DNI: **735194000**

Fecha: 10 / 10 / 2022

Firma: 

DEDICATORIA.

A Dios, sin su ayuda nada
hubiera logrado.

A la memoria de mi querido
abuelo, José Atilio Del Águila
Ramírez quien fue un padre para
mí y que, desde el cielo, guiara
mis pasos para seguir creciendo
como profesional.

A mi amada madre Gladys Tello
Cachique, por su valioso apoyo
para el logro de la meta propuesta.
A mi abuela: Josefa por su apoyo.

AGRADECIMIENTO.

Agradecer a Dios, por protegerme, por darme fuerzas para superar obstáculos y por permitirme concluir esta etapa de mi vida.

A la Universidad Nacional de Ucayali, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por haberme brindado el ambiente apropiado para mi formación profesional.

Al Ing. M.Sc. Glendy Sánchez Sunción por brindarme su tiempo y compartir sus conocimientos para la culminación de esta presente investigación.

A los encargados de laboratorio de Agroindustria, laboratorio de suelos y laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ucayali, quienes me facilitaron las instalaciones y equipos para el desarrollo de mi tesis.

ÍNDICE.

	Pág.
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
LISTA DE CUADROS.....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xx
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. ANTECEDENTES.....	2
2.2. GENERALIDADES DEL CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L.) . .	3
2.2.1. Clasificación taxonómica	4
2.2.2. Descripción botánica.....	4
2.2.3. Tipos de cacao.....	5
2.2.3.1. Criollo.....	5
2.2.3.2. Forastero.....	5
2.2.3.3. Trinitario.....	6
2.2.3.4 Clones.....	6
2.2.4. Composición del fruto de cacao.....	7
2.2.5. Cosecha.....	9
2.1.5.1. Recolección de frutos.....	9
2.2.6. Manejo post cosecha.....	10
2.1.6.1. Fermentación.....	10
2.2.7. Secado.....	20
2.2.8. Calidad del cacao.....	22
2.2.9. Calidad organoléptica del grano.....	23
2.3. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE MARACUYÁ (<i>Passiflora edulis</i>).....	24
2.3.1. Composición del jugo.....	24
2.3.2. Compuestos de aroma y sabor.....	25
2.3.3. Estructura de la vitamina C.....	25
2.3.4. El zumo de maracuyá.....	26
III. MATERIALES Y METODOS.....	27
3.1. UBICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.2. MATERIALES, INSTRUMENTOS Y EQUIPOS	27

3.2.1.	Materia prima.....	27
3.2.2.	Materiales y equipos de producción.....	27
3.2.3.	Equipos y materiales de análisis.....	27
3.2.4.	Reactivos.....	28
3.2.5.	Indumentaria.....	28
3.3.6.	Materiales de limpieza.....	28
3.3.	Metodología.....	28
3.3.1.	Descripción de operaciones del diagrama de flujo de obtención de zumo la maracuyá.....	28
3.3.2.	Descripción de operaciones del diagrama de flujo Para la fermentación del cacao CCN51.....	30
3.4.	Métodos Analíticos.....	32
3.4.1.	Análisis fisicoquímico.....	32
3.4.2.	Análisis organoléptico.....	35
3.4.3.	Diseño estadístico.....	35
3.6.	Medición de las variables independientes y dependientes.	36
3.6.1.	Variable independiente.....	36
3.6.2.	Variable dependiente.....	36
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	37
4.1.	ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LOS GRANOS DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L).....	37
4.1.1.	Temperatura de los granos de cacao, durante el proceso de fermentación.....	37
4.2.1.1.	Temperatura de la parte inferior de los granos de cacao clon CCN51.....	37
4.2.1.2.	Temperatura de la parte media de los granos de cacao clon CCN51.....	38
4.2.1.3.	Temperatura de la parte superior de los granos de cacao clon CCN51 en Ucayali.....	40
4.1.2.	Grado de fermentación de los granos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.....	43
4.1.3.	Humedad del grano de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	45

4.1.3.1.	Humedad del grano de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), fresco	45
4.2.3.2.	Humedad del grano de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), seco.....	46
4.1.4.	Índice de acidez de los granos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	48
4.1.5.	Determinación del pH. De los granos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	50
4.1.6.	Análisis físicos post fermentación.....	53
4.1.6.1.	Tratamiento 1.....	53
4.1.6.2.	Tratamiento 2.....	54
4.1.6.3.	Tratamiento 3.....	55
4.1.6.4.	Tratamiento 4.....	56
4.2	Análisis sensorial de los granos secos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	57
4.2.1.	Tratamiento 1.....	57
4.2.2.	Tratamiento 2.....	58
4.2.3.	Tratamiento 3.....	58
4.2.4.	Tratamiento 4.....	59
4.2.5.	Resumen de los perfiles de los granos secos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	60
V.	CONCLUSION.....	64
VI.	RECOMENDACIÓN.....	65
VII	LITERATURA CITADA.....	66
VIII	ANEXO.....	75

RESUMEN.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad Nacional de Ucayali, en el área de producción, laboratorios de química e ingeniería agroindustrial. El objetivo principal de la investigación fue evaluar el “efecto del zumo de maracuyá (*passiflora edulis*) como agregado en las características organolépticas durante el proceso de fermentación del cacao ccn51 (*theobroma cacao l.*)”, para lo cual se utilizó un diseño estadístico completamente al azar (DCA), utilizando como herramientas de evaluación, los análisis fisicoquímicos y organolépticos de los granos de estudio. En relación al análisis fisicoquímico de los granos de cacao se determinó que existieron diferencias altamente significativas en todos los tratamientos, en cuanto a la temperatura se determinó que el zumo genera un incremento de temperatura en los niveles inferior medio y superior; mientras el grado de fermentación fue afectado, disminuyendo su grado de fermentación, el T₃ presentó el menor porcentaje de fermentación con un 44%, mientras el % de humedad también se ve afectado, disminuyendo significativamente el T₄ el cual presento menor % de humedad con 7.93%; el nivel de acidez se incrementó durante el proceso de fermentación, a mayor zumo , mayor es su índice de acidez; mientras que el pH disminuye. En cuanto al análisis organoléptico de los granos de cacao (*Theobroma cacao L.*), se determinó que el zumo influye significativamente en las características sensoriales como aroma donde el T₂ obtuvo el mayor promedio de 6.75 en una escala de 1 al 10, cuanto a la acidez el T₁ obtuvo el mayor promedio con 8 en una escala de 1 al 10; el análisis sensorial del amargor y astringencia se determinó que el T₄ presento un mayor promedio con 6 en ambas pruebas, en cuanto al sabor el T₁ se mostró superior con 6.25; en cuanto al punto total de catación, se encontró que el T₁ y el T₂ mostraron un mayor promedio con 71.75 y 67.43; En relación al perfil de los granos secos se determinó que el zumo de maracuyá incrementa el grado de dulzor, el sabor a nuez, y fruta seca, pero disminuye significativamente el perfil sabor cocoa, y fruta fresca de los granos secos de cacao. Asimismo, se concluye que el uso de zumo de maracuyá en porcentajes mayores (en relación al peso de cacao en) disminuye la calidad del grano tanto física, química y organoléptica.

Palabras clave: Cacao, zumo de maracuyá, fermentación, características organolépticas.

ABSTRACT.

This research work was developed at the National University of Ucayali, in the area of production, chemical laboratories and agro-industrial engineering. The main objective of the research was to evaluate the "effect of passion fruit juice (*passiflora edulis*) as an aggregate on the organoleptic characteristics during the fermentation process of cocoa ccn51 (*theobroma cacao* L.)", for which a fully statistical design was used. at random (DCA), using as evaluation tools, the physicochemical and organoleptic analyzes of the grains under study. In relation to the physicochemical analysis of the cocoa beans, it was determined that there were highly significant differences in all the treatments, in terms of temperature, it was determined that the juice generates an increase in temperature in the lower, middle and upper levels; while the degree of fermentation was affected, decreasing its degree of fermentation, the T3 presented the lowest percentage of fermentation with 44%, while the % of humidity is also affected, significantly decreasing the T4 which presented the lowest % of humidity with 7.93 %; the level of acidity increased during the fermentation process, the higher the juice, the higher its acidity index; while the pH decreases. Regarding the organoleptic analysis of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.), it was determined that the juice significantly influences the sensory characteristics such as aroma where T2 obtained the highest average of 6.75 on a scale of 1 to 10, regarding the acidity T1 obtained the highest average with 8 on a scale of 1 to 10; the sensory analysis of bitterness and astringency determined that T4 presented a higher average with 6 in both tests, in terms of flavor, T1 was superior with 6.25; Regarding the total cupping point, it was found that T1 and T2 showed a higher average with 71.75 and 67.43; In relation to the profile of the dry beans, it was determined that the passion fruit juice increases the degree of sweetness, the nutty flavor, and dry fruit, but significantly decreases the cocoa flavor profile, and the fresh fruit of the dry cocoa beans. Likewise, it is concluded that the use of passion fruit juice in higher percentages (in relation to the weight of cocoa in) decreases the physical, chemical and organoleptic quality of the grain.

Keywords: Cocoa, passion fruit juice, fermentation, organoleptic characteristics.

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Características del cacao CCN51.....	6
Cuadro 2. Componentes químicos de la cascara	8
Cuadro 3. Componentes químicos del grano de cacao	8
Cuadro 4. Componentes químicos del mucilago del cacao.....	8
Cuadro 5. Composición del jugo de maracuyá.....	25
Cuadro 6. Temperatura de los granos de cacao de la parte inferior durante 5 días de fermentación	37
Cuadro 7. Temperatura de los granos de cacao de la parte media durante 5 días de fermentación	39
Cuadro 8. Temperatura de los granos de cacao de la parte superior durante 5 días de fermentación	41
Cuadro 9. Grado de fermentación de los granos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), de cuatro tratamientos	43
Cuadro 10. Grado de humedad de los granos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), fresco de cuatro tratamientos	45
Cuadro 11. Grado de humedad de los granos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), secos de cuatro tratamientos	46
Cuadro 12. Grado de acidez de los granos de cacao durante el proceso de fermentación.....	48
Cuadro 13. Determinación del pH de los granos de cacao durante el proceso de fermentación.....	51
Cuadro 14. Resumen del análisis físico del T1 del grano de cacao.....	53
Cuadro 15. Resumen del análisis físico del T2 del grano de cacao	54
Cuadro 16. Resumen del análisis físico del T3 del grano de cacao.....	55

Cuadro 17. Resumen del análisis físico del T4 del grano de cacao.....	56
Cuadro 18. Rango de calidad según puntos de cata	57
Cuadro 19. Análisis sensorial de los perfiles de los granos secos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	61
En el anexo	
Cuadro 20A. Análisis de varianza de la temperatura de la parte inferior de los granos del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)..	75
Cuadro 21A. Análisis de varianza de la temperatura de la parte inferior de los granos del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).	75
Cuadro 22A. Análisis de varianza de la temperatura de la parte inferior de los granos del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).	75
Cuadro 23A. Análisis de varianza del grado de fermentación de los granos del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	75
Cuadro 24A. Análisis de varianza de la humedad de los granos frescos de los granos del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).	76
Cuadro 25A. Análisis de varianza de la humedad de los granos frescos de los granos del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).	76
Cuadro 26A. Análisis de varianza del grado de acidez de los granos durante el proceso de fermentación.....	76
Cuadro 27A. Análisis de varianza del pH de los granos de cacao durante el proceso de fermentación.	76
Cuadro 28A. Análisis de varianza del perfil especies de los granos secos del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)..	77

Cuadro 29A.	Análisis de varianza del perfil floral de los granos secos del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L).....	77
Cuadro 30A.	Análisis de varianza del perfil fruta fresca de los granos secos del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L).	77
Cuadro 31A.	Análisis de varianza del perfil fruta seca de los granos secos del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L).....	77
Cuadro 32A.	Análisis de varianza del perfil nuez de los granos secos del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L).....	78
Cuadro 33A.	Análisis de varianza del perfil dulce de los granos secos del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L).....	78
Cuadro 34A.	Análisis de varianza del perfil cocoa de los granos secos del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L).....	78

LISTA DE FIGURAS.

		Pág.
Figura 1.	Composición de la mazorca de cacao	7
Figura 2.	Remoción de cacao.	18
Figura 3.	Comportamiento de los granos de cacao según la cantidad de días de fermentación.....	20
Figura 4.	Secado del cacao	21
Figura 5.	Tabla de índice de madurez del maracuyá.	29
Figura 6.	Flujograma de obtención del zumo de maracuyá.	30
Figura 7.	Flujograma para el proceso de fermentación de cacao... ..	32
Figura 8.	Fluctuación de la temperatura de la parte inferior de los granos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), de cuatro tratamientos durante cinco días de fermentación	38
Figura 9.	Fluctuación de la temperatura de la parte media de los granos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), de cuatro tratamientos durante cinco días de fermentación.	40
Figura 10.	Fluctuación de la temperatura de la parte superior de los granos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), de cuatro tratamientos durante cinco días de fermentación	41
Figura 11.	Determinación del grado de fermentación del grano seco de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), de cuatro tratamientos.....	44
Figura 12.	Determinación del grado de humedad del grano fresco de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), de cuatro tratamientos.....	46
Figura 13.	Determinación del grado de humedad del grano seco de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), de cuatro tratamientos.....	47

Figura 14.	Determinación del grado de acidez de los granos de cacao durante el proceso de fermentación.....	50
Figura 15.	Determinación del pH de los granos de cacao durante el proceso de fermentación.....	52
Figura 16.	Intensidad de sabores y sensaciones del T1.....	57
Figura 17.	Perfil del sabor de la muestra del T1	57
Figura 18.	Intensidad de sabores y sensaciones del T2.....	58
Figura 19.	Perfil del sabor de la muestra del T2	58
Figura 20.	Intensidad de sabores y sensaciones del T3.....	59
Figura 21.	Perfil del sabor de la muestra del T3	59
Figura 22.	Perfil del sabor de la muestra del T4	59
Figura 23.	Intensidad de sabores y sensaciones T4	59
Figura 24.	Prueba sensorial del perfil de sabores de los granos secos del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L).	63
En el anexo		
Figura 25A.	Obtención y selección de las mazorcas de cacao.	79
Figura 26A.	Selección de frutos de maracuyá, para la elaboración del zumo para los diferentes tratamientos..	79
Figura 27A.	Granos de cacao fresco con mucilago listos para la instalación de la tesis.....	80
Figura 28A.	Preparación de zumo de maracuyá, para la instalación de los tratamientos de la tesis.....	80
Figura 29A.	Secado de los granos de cacao de diferentes tratamientos...	81
Figura 30A.	Prueba de corte, para determinar el grado de fermentación de los granos secos de cacao..	81

Figura 31A.	Muestra tratamientos y repeticiones de los granos de cacao con diferentes porcentajes de zumo de maracuyá..	82
Figura 32A.	Supervisión de jurado de tesis al módulo experimental	82
Figura 33A.	Supervisión de jurado de tesis en los ambientes del laboratorio de suelo, durante el análisis fisicoquímico.	83
Figura 34A.	Preparación de muestras para el análisis fisicoquímico.....	83
Figura 35A.	Análisis sensorial del cacao.	84
Figura 36A.	Control de calidad de los granos de cacao.	85

I. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad el Clon CCN-51, es una variedad con alto rendimiento y resistencia a enfermedades como la escoba de bruja, característica que genera estabilidad de los productores; sin embargo, es cuestionado en su calidad, ya que la industria demanda cacao de origen Nacional o nativo; (Wilson, 2019).

En el procesamiento del cacao existen dos etapas críticas, que son: la fermentación y el secado. Estos procesos ocasionan que las paredes celulares se destruyan, permitiendo que los contenidos de la semilla estén expuestas a otros constituyentes químicos que afectan sus propiedades organolépticas. El aroma del cacao es una condición innata, los tratamientos post-cosecha, incluida la torrefacción, son los factores determinantes de la expresión de ese potencial aromático y sensorial. La calidad del cacao es integral debido a que la tendencia de los mercados industriales es identificar nuevos sabores especiales (Fito 2007; Perea 2010). Asimismo, es de mucha importancia estos dos procesos ya mencionados porque es allí donde se forman compuestos (precursores del sabor a chocolate) que reaccionarán entre ellos durante el tostado para formar el sabor a chocolate (Erazo,2019).

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general, determinar el efecto del zumo de maracuyá como agregado durante el proceso de fermentación, en las características organolépticas del grano de cacao CCN51, y como objetivo específico tenemos la, evaluación del efecto del zumo de maracuyá en el proceso de fermentación del grano de cacao mediante análisis físico – químico, determinar el efecto del zumo de maracuyá sobre las características organolépticas del grano de cacao y la determinación de la concentración de zumo de maracuyá más adecuada para la obtención de un grano de cacao con características organolépticas deseables.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. ANTECEDENTES

- La tesis elaborada por Navia Orces & Pazmiño Piedra (2012), realiza la Adición de Enzimas durante el Proceso de Fermentación del cacao CCN51 con el objeto de mejorar las características sensoriales.

Para el mejoramiento de las características sensoriales del cacao, se requirió del uso de dos enzimas: Polifenoloxidasa presente en la piña y una Proteasa comercial de origen fúngico, las cuales ayudaron a reducir la concentración de compuestos fenólicos disminuyendo el amargor y astringencia, y en potenciar el sabor a chocolate debido a la proteasa con actividad endo/exopeptídica; todos estos cambios fueron notorios en las evaluaciones sensoriales que se realizaron frente a un tratamiento sin adición de enzimas. Como resultado de evaluación organoléptica la que tuvo más aceptación fue la proteasa con actividad endo/exopeptídica tuvo una mayor preferencia por parte del panel, luego se contrastó con el nacional.

- La tesis elaborada por Loayza Lozano (2014), titulada: Influencia de la frecuencia de remoción, durante la fermentación, en la calidad sensorial del cacao (*Theobroma Cacao*, L.) de Satipo, nos habla de la frecuencia de remoción, durante el proceso de fermentación de su semilla, son dos factores que al generar cambios bioquímicos determinan el aroma y sabor a chocolate. Los componentes del mucílago, ricos en azúcares, son oxidados por microorganismos hasta ácido acético y al elevarse la temperatura favorece su ingreso al cotiledón, que provoca la muerte del embrión y lo acondiciona para la formación de los precursores del sabor y aroma a cacao.

-La tesis elaborada por Panduro Cardozo (2017), denominado: Efecto de la fermentación de cacao (*theobroma cacao* l.) De la colección CCN-51, utilizando cajas de poliestireno y cajas de madera en el distrito de Irazola, región Ucayali, nos da las siguientes conclusiones: que la caja de poliestireno en un volumen de 20 kilogramos de cacao fresco fue la que alcanzó el mayor grado de fermentación con un valor de 84,33% y que la mayor temperatura alcanzada fue

en el quinto día de fermentación fue de 44,91°C, en la caja de poliestireno en un volumen de 20 kilogramos de cacao no encontrándose diferencias significativas en el tiempo de fermentación tanto en cajas de poliestireno y de madera ni en las diferentes cantidades de grano a fermentar con un tiempo de 5 días de fermentación. Asimismo, el cacao fermentado en las dos cajas, obtuvieron un perfil sensorial de balance en sus sabores, con aroma y sabor pronunciado a cacao y chocolate, agria a vino, amargo propio del cacao y astringencia aceptable, presenta además atributos agradables como frutos secos, nuez y pasas y no se encontraron materiales extraños ni peligrosos.

-La prueba preliminar realizada por Del Aguila (2016), en fermentación de cacao con adición de zumo de maracuyá al 20%, concluye que el proceso de fermentación duro cinco días la cual podrá variar de según sean las temperaturas ambientales, ya que impiden el aumento de la temperatura durante la fermentación. Los granos de cacao se deben voltear para homogenizar la fermentación. El primer volteo se realizó a las 48 horas y por consiguiente cada día de esta manera se evita la proliferación de mohos y la desecación de las almendras que se encuentran en la superficie. La remoción permite un incremento más rápido de la temperatura; y por lo tanto una fermentación más homogénea.

2.2. GENERALIDADES DEL CACAO (*Theobroma cacao L.*).

Algunos autores creen que el cacao se introdujo en América Central. Aunque el primer centro de domesticación y cultural ha sido identificado en América Central, se cree que el origen más probable de cacao es la región de las cuencas del Orinoco y el Amazonas, en los valles de sus afluentes. Algunos autores consideran que el centro de origen del cacao fue el Alto Amazonas, cerca de la frontera colombo-ecuatoriana, en los flancos orientales de los Andes. Aunque el cacao se cultiva en México y América Central desde hace más de 2000 años, no hay indicios de poblaciones silvestres de este cultivo por lo que se sugiere que el cacao se introdujo en América Central y México. Una vez que el cacao se había extendido en todo el valle del Amazonas, se supone que se dispersó a lo largo de dos rutas: una al norte y la otra al oeste.

De esta manera, la domesticación del cacao se produjo en América del Sur y luego se extendió a América Central y el sur de México, realizado por la migración de los indios (Pereira, 2015).

2.2.1. Clasificación taxonómica.

Clasificación del cacao según (Batista 2009).

Reino: Plantae

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Sterculiaceae

Género: *Theobroma*

Especie: *Theobroma cacao* L.

2.2.2. Descripción botánica.

La planta de cacao es un árbol de hoja perenne y siempre se encuentra en floración, la cual crece entre los 6 y los 8 m de altura. Requiere sombra, por cual se utilizan otros árboles más grandes como el plátano y las guabas, para protegerlos del viento.

El cacaotero no se desarrolla bien en las tierras bajas de vapores cálidos, su altura ideal es, más o menos, a 400 msnm. El terreno debe ser rico en nitrógeno y en potasio, y el clima húmedo, con una temperatura entre los 20 °C y los 30 °C (Romero – Urrego, 2016).

El cultivo de cacao es un típico cultivo, cuya principal característica es que producen flores y frutas en el tallo y ramas. Además, que crece y produce en forma adecuada cuando está protegido por la sombra de árboles de otras especies (Santa Cruz, 2008).

El *theobroma cacao* es una planta tropical, de clima cálido y húmedo. Normalmente es pequeño de 4 a 8 metros de alto, es un árbol caulifloro lo que significa que sus flores y frutos se producen en las partes más viejas del tronco y en ramas desprovistas de hojas (Gonzales - Jaime, 2005).

2.2.3. Tipos de cacao.

Actualmente existen tres variedades principales de cacao: Criollo, Trinitario y Forastero.

2.2.3.1. Criollo.

Esta variedad de cacao es reconocida como de gran calidad, por su poco contenido en tanino, se utiliza para la fabricación de los chocolates más finos. La planta es de frágil y de escaso rendimiento. Su grano es de cáscara fina, suave y poco aromática. Esta variedad representa, como mucho, el 10% de la producción mundial. Se cultiva en América latina (Guerrero, "et al 5" 2012).

Tiene mazorcas alargadas con punta curvada o recta, de tamaño mediano con semillas grandes y blancas ligeramente pigmentada (Angulo 2000).

2.2.3.2. Forastero.

Esta variedad es de la alta Amazonia. Se trata de un cacao normal, con tanino elevado. Se cultiva principalmente en América latina (Perú, Ecuador, Colombia, Brasil Guayanas e incluso Venezuela). Como también en Costa de Marfil, Ghana, Camerún, Santo Tomé y en el sudeste asiático.

La característica principal del este grano es que tiene cáscara gruesa, es resistente y poco aromático. Para corregir sus imperfecciones, requiere someterlo a un intenso proceso de torrefacción, de donde proceden el sabor y el aroma a quemado de la mayoría de los chocolates. Los mejores maestros chocolateros usan grano forastero en sus mezclas, para dar cuerpo y amplitud al chocolate, mientras que, para la acidez, el equilibrio y la complejidad de los mejores chocolates proviene de la variedad criolla (Guerrero, "et al 5" 2012).

2.2.3.3. Trinitario (hibrido)

Esta variedad es un cruce entre el criollo y el forastero, su calidad se asemeja al del segundo, esta variedad surgió después de un terrible huracán que en 1727 destruyó en su mayoría todas las plantaciones de dicha Isla, como resultado surgió un proceso de cruce, del cual se heredó la robustez del cacao forastero y el delicado sabor del cacao criollo. Dentro de este grupo se encuentra el CCN-51 con alta resistencia a enfermedades y elevada producción. (Pereira, 2015).

2.2.3.4. CLONES

El término clon, es decir, variedades por el hombre, que suelen identificarse con letras y números provenientes de su investigación, como el caso del CCN51. Sus mazorcas son rojizas-moradas cuando están tiernas y de color rojizo anaranjadas cuando maduras. Este clon es resistente a las enfermedades, de alta producción y calidad.

Cuadro 1. Características del cacao CCN51

Características del cacao CCN51

Tipo genético	Hibrido Nacional
Compatibilidad	Auto compatible
Forma mazorca	Cundeamor
Color Mazorca	Roja intensa
Cotiledones	Púrpura
Mazorcas/árbol	60
Peso seco/árbol	3.3 kg
Índice mazorcas	18
Índice semillas	1.35
Enfermedades	Escoba de Bruja (T)
Calidad	Regular

Fuente: Navia Orces & Pazmiño Piedra, (2012).

2.2.4. Composición del fruto del cacao

El fruto se compone principalmente por cascara y placenta, las cuales quedan expuestas cuando se quiebra la mazorca; los granos extraídos representan menos del 75% del peso total de las mazorcas cosechadas, es decir que máximo un 21% del producto cosechado expresado semillas o granos se aprovecha para el beneficio (Nosti, 2002).

Figura 1: composición de la mazorca de cacao



Fuente: Gonzales - Jaime (2005).

El mucilago, corresponde al 4% restante; la cual rodea la semilla y es denominado arilo, buena parte se pierde durante la fermentación, dado que la mayor parte termina como exudado normal en cajones fermentadores y una pequeña fracción es utilizada en la fermentación para el desarrollo de los precursores del aroma del cacao. En el cuadro 2, 3 y 4 se muestra la composición química de la cascara, el grano y el mucilago del fruto de cacao (Gonzales – Jaime, 2005).

Cuadro 2. Componentes químicos de la cáscara

Componente	%
Humedad	85
Proteínas	1.07
Minerales	1.41
Grasa	0.02
Fibra	5.45
Carbohidratos	7.05
Potasio	0.545
Nitrógeno	0.171
Fosforo	0.026
Pectinas	0.89

Fuente: Gonzales - Jaime (2005).

Cuadro 3. Componentes químicos del grano del cacao

Componente	%
Manteca de cacao	54
Proteínas	11.5
Ácidos orgánicos y aromas	9.5
Celulosa	9
Ácidos tánicos y color	6
Agua	5
Sales minerales	2.6
Teobromina	1.2
Azucares	1
Cafeína	0.2

Fuente: Gonzales, 2005.

Cuadro 4. Componentes químicos del mucílago del cacao

Componente	% (Base Húmeda)
Agua	79.2 – 84.2
Proteínas	0.09 – 0.10
Azucares	12.5 – 15.9
Glucosa	11.6 – 15.3
Pectinas	0.90 - 1.19
Ácido cítrico	0.77 – 1.52
Cenizas	0.40 – 0.50

Fuente: Gonzales, 2005.

Los datos mostrados en los cuadros, no pueden tomarse como exactos, ya que las cifras pueden variar de acuerdo a la clase de árbol, tipo de suelo, clima en que se cultiva, los fertilizantes utilizados y la época del año en que se toma la muestra., etc. (Gonzales – Jaime, 2005).

2.2.5. Cosecha.

La cosecha consiste en retirar únicamente mazorcas maduras de los árboles, evitando las pintonas y sobre maduras; para lo cual es necesario efectuar cosechas con frecuencias de 15 días o menos; se recomienda utilizar tijeras y podones bien afilados para que el corte sea limpio y no dañe los cojinetes florales (INIAP 2008).

El tiempo de maduración de las mazorcas fluctúa entre los cuatro y los seis meses, según la temperatura y la altura sobre el nivel del mar. Así mismo, la primera cosecha se concentra en los meses de octubre-noviembre-diciembre, y la segunda durante los meses de marzo-abril (ANACAFE 2015).

2.2.5.1. Recolección de frutos.

La recolección se la puede realizar semanal o algo más compartida, según la disponibilidad de mano de obra, esto se lo realiza manualmente mediante un podón o machete que permite al productor recolectar los frutos de las ramas superiores. Es común utilizar un desinfectante en el extremo del pedicelo del fruto tras su recolección, para evitar la transmisión de enfermedades, a través de las herramientas de trabajo que puedan estar contaminadas. Los frutos enfermos, defectuosos o agusanados se eliminan directamente en el campo y se entierran. Las mazorcas sanas se parten en el campo para extraer las semillas y transportadas al lugar de procesado (Carrión 2012).

Las mazorcas se abren generalmente por la mitad golpeándolas sobre el lomo del machete, sujetando la mitad con una mano y ejerciendo una ligera torsión sobre la otra mitad. Las ventajas de este dispositivo se basan en la seguridad para el operador, en la rapidez de la operación y en la disminución del daño a los granos (INIAP 2008).

2.2.6. Manejo post cosecha.

El manejo de pos-cosecha del cacao, llamado también beneficio, constituye un aspecto de máxima importancia para exhibir al mercado un producto de calidad, lo mismo que garantiza que el grano sea apreciado, deseado y apetecido por la industria y asegura su comercialización tanto a nivel nacional como internacional, justificando un mejor precio (CANACACAO 2007).

Para el beneficio del cacao, es indispensable el proceso de fermentación de los granos para obtener las máximas características de aroma y sabor. Tradicionalmente se realiza la fermentación en los tendales de las fincas, sin embargo, este proceso no es eficiente sobre todo a nivel de pequeños productores, debido a que se necesitan volúmenes mínimos para realizar el proceso. Se han desarrollado en los últimos años varios estudios para mejorar la pos-cosecha y fermentar de una manera óptima el cacao (Guamán 2007).

Cedeño (2010), menciona que los granos comerciales de cacao tienen un peso promedio comprendido entre 100 a 120 gramos registrándolo como un tipo de cacao “Fino” constituyéndose en su mayoría por granos bien fermentados (mayor del 80%), que presentan características de aroma y sabor del cacao, exentos de cualquier tipo de alteración.

2.2.6.1. Fermentación.

Es el proceso donde se limpia las semillas, muere el embrión, dando paso a las transformaciones para adquirir una buena calidad del chocolate, y darles una excelente presentación a las almendras (Enriquez 2004).

Al iniciar el proceso de la fermentación, la pulpa que envuelve las almendras de cacao en estado fresco se degrada gradualmente por acción de enzimas y microorganismos. Durante la degradación el azúcar de la pulpa se transforma en etanol y éste último en ácido acético, el cual ingresa al interior de las almendras. Allí además de contribuir a la muerte del embrión, participa en fenómenos bioquímicos que son necesarios para iniciar el desarrollo de los compuestos precursores del sabor a cacao y de otras notas sensoriales (Amores 2007).

Consiste en amontonar los granos durante varios días con el fin de que los microorganismos descompongan el mucílago (la pulpa blanca y azucarada que envuelve los granos), aumente la temperatura para producir la muerte del embrión y se inicien los cambios bioquímicos y las reacciones enzimáticas en el interior de las almendras, que van a ser los responsables de la formación de los compuestos precursores del sabor a chocolate, este proceso, facilita además el secado de los granos. (Cubillos ,2008).

El tiempo de fermentación más adecuado para las almendras del Clon CCN-51 con pre-secado fueron para los tratamientos con cuatro días de fermentación, mientras que en los de cinco días hubo una sobrefermentación, criterio que coincide con (Anecacao 2015).

Sánchez (2007), obtuvo niveles bajos (1-2). Estos efectos concluyen que las cualidades organolépticas de un cacao solo pueden apreciarse si las almendras han sido normalmente fermentadas, puesto que el sabor y aroma del cacao se desarrolla mediante esta condición e igualmente al material genético.

Las diferencias en la calidad de la fermentación podrían explicar las posibles relaciones entre el sabor a cacao con floral, frutal y nuez. Las muestras mejor fermentadas desarrollan no solo una expresión más intensa del sabor a cacao sino también notas sensoriales aromáticas típicas de los cacaos finos o de aroma, cuando estas son partes integrales de su base genética. Las relaciones negativas del sabor a cacao con el amargor, acidez y astringencia (Armijos 2002).

Por otro lado, Ramos, (Galligmani M., et al., 2014), señala que la fermentación es la acción combinada y balanceada de temperatura, ácidos, alcoholes, humedad y pH. Este proceso reduce el sabor amargo por la pérdida de teobromina, facilita el secado y la separación de la testa de los cotiledones.

ANACAFE (2015), menciona que conforma la parte más importante del beneficio ya que en esta fase se puede lograr el aroma y sabor del cacao. Es un proceso que consiste en colocar los granos recién extraídos en recipientes o montones adecuados., que deben cubrirse para crear un ambiente semicerrado. Aquí se

escurre el mucilago, se incrementa la temperatura y ocurren transformaciones físicas y químicas que dan el sabor y aroma característicos a las almendras.

Existen diversas maneras y medidas de acuerdo a la capacidad de producción de la finca y su manipulación en el campo; la tabla para su contribución debe ser de madera que no tenga problemas con resinas como guayacán y caoba, que podrían desmejorar la calidad final del producto (INIAP 2008).

Adriazola (2003), menciona que mantener demasiado tiempo la fermentación no es conveniente por el exceso de ácido acético que confiere un sabor agrio al chocolate. Según Amores (2006), la fermentación insuficiente y en el peor de los casos la ausencia de fermentación, influyen negativamente sobre la calidad sensorial del cacao.

Paredes (2000) indica que es un proceso bioquímico interno y externo de la semilla, en la que ocurren cambios en su estructura, como cambios en la pigmentación interna, La transformación del sabor astringente de los cotiledones, el desarrollo del sabor y aroma del chocolate, entre otros. Por su parte INDECOPI (2008) indica que el proceso bioquímico facilita el secado, el desprendimiento de la cáscara y permite la conservación o almacenamiento prolongado.

Wilson (2019), mencionan que la fermentación siendo una de las etapas de pos-cosecha es más afecta la calidad del producto obtenido a partir del cacao.

A. Métodos de fermentación

Dependiendo de la región geográfica y el tamaño de los cultivos, los granos de cacao pueden ser fermentados en:

- Montones

En este tipo de fermentación los granos son apilados en montones de metro y medio de diámetro, los cuales son cubiertos por hojas de plátanos, su tiempo de fermentación es aproximado, es de seis días.

- **Cajas de madera**

Este tipo de fermentación se utiliza para grandes plantaciones y abundante cacao, las cajas de madera por lo general son de maderas dulces o blancas, rectangulares o cuadradas, sus dimensiones pueden alcanzar hasta 1 m o más y contener hasta tonelada y media de cacao. En la parte inferior y a los lados laterales tiene agujeros; lo que favorece la aireación de la masa fermentativa y permiten el libre drenado del exudado que se forman durante la fermentación.

- **En canastos**

Este tipo de fermentación te permite fermentar una cantidad mínima de 70 a 80 kg de cacao en baba obteniendo un cacao de regular calidad.

- **En sacos**

Para la fermentación en sacos el agricultor llena con cacao fresco y los cuelga para que se escurra y se fermenten las almendras. También acostumbran a dejar sacos amontonados en el piso para iniciar el proceso de fermentación.

B. Factores que afectan la fermentación de cacao

Entre los factores que afectan la fermentación tenemos los siguientes factores.

- **Grupo genético y tiempo de fermentación**

El tiempo de fermentación de la almendra va a depender del grupo genético al que pertenece. Por ejemplo, el mayor contenido de azúcar en el mucílago de la variedad criollo acelera el proceso y requiere menos tiempo de fermentación haciéndolo solo en tres días; mientras que lo de la variedad forastero y trinitario lo hacen entre cuatro a cinco días y seis días o más, respectivamente (Amores 2006).

- **Tiempo de almacenamiento del fruto antes de la apertura y el desgrane.**

Es un factor que influye en la calidad del producto final ya que mayor tiempo sea el retraso en su desgrane producirá una fermentación acelerada incrementando más rápido en la temperatura de la masa, a medida que aumente el tiempo entre la cosecha y el desgrane del cacao.

- **Tamaño del lote de cacao en el proceso de fermentación.**

El tamaño de lote a fermentar está ligado al grado de aireación y desarrollo del calor de la masa, este puede variar considerablemente de acuerdo a la temporada de cosecha y al volumen de la masa fermentando, la temperatura en su parte central será mayor. Algunos autores discrepan de cuánto debe ser la cantidad mínima de masa de cacao que se debe fermentar en condiciones naturales y éstas, normalmente, fluctúan entre 35 y 450 kg.

- **Frecuencia de remoción durante la fermentación del cacao**

Para una buena fermentación es importante la remoción de la masa ya que favorece la homogenización de la misma; al contrario, si se realiza una mala remoción, hace que una gran proporción de su masa se quede sin fermentar.

Sánchez (2007), menciona que la variedad de cacao criollo, la primera remoción se debe realizarse a las 24 horas y, en el caso de las variedades forasteros y trinitarios se remueve cada dos días; para evitar la proliferación de hongos y la desecación de almendras de la superficie. Así mismo, indica que una remoción diaria permite un incremento más rápido de la temperatura, fermentación más homogénea y menor tiempo de duración.

C. Parámetros físicos y químicos que varían durante la fermentación

La realización de los controles de los parámetros físicos y químicos, durante el proceso fermentativo, permite obtener granos y pasta de cacao de calidad. Sus valores obtenidos durante cada evaluación permiten saber qué

factores inciden en los cambios físicos y químicos que la almendra de cacao experimenta.

- **Variación del pH**

La variación del pH sucede debido al contenido de ácido cítrico, presente en el mucílago, este pH presenta diferencias significativas frente al pH del cotiledón. Durante la fermentación y por efecto de la remoción, el pH comienza a incrementar cuando el ácido cítrico se degrada por acción de los microorganismos eficientes. En esta etapa, el ácido acético formado migra hacia el cotiledón, haciendo que descienda su pH, posteriormente se incrementa debido a las reacciones entre ácido acético y las diversas fracciones de proteínas Batista (2009).

El pH de la masa fermentada, aumenta hasta acercarse al valor de 6. Ya que los granos se hinchan por la acción del ácido acético, es ahí donde los granos empiezan a cambiar en el interior desde los bordes hacia adentro, lo cual hace que se disminuya la intensidad del color violeta, que se torna marrón. A raíz de la acción del pH se van formando surcos en el interior del grano y cambia su textura totalmente plana (Pérez, 2017).

- **Variación de la temperatura**

Al inicio del proceso de fermentación, el incremento de la temperatura es muy lento debido a la poca cantidad de calor que se genera cuando las levaduras degradan a los azúcares. Los estudios muestran que la elevación de temperatura se produce alrededor de las 48 horas (Batista 2009).

Esto ocurre porque las bacterias acéticas transforman el alcohol en ácido acético; una reacción mucho más exotérmica. Sin embargo, este comportamiento puede verse afectado por la cantidad de masa fermentativa y los tiempos de remoción. El rango de temperatura, referido por la literatura, fluctúa entre 26 y 45°C, durante las primeras 48 horas, pudiendo posteriormente, alcanzar hasta los 60°C (Amores 2006), (Batista 2009).

- Evolución de la acidez

La oxidación de ácido cítrico y la reducción de la acidez, ocurren bajo condiciones de aireación y cuando el jugo de cacao drena desde las cajas de fermentación. La conducta seguida por la acidez total es evaluada de la toma, como base la concentración de ácido acético, determinada mediante la titulación con NaOH. La variación de la acidez total, tanto en la cascara como en el grano, los niveles de mayor concentración de acidez se producen en el cuarto día, luego del cual empieza a declinar, García (2000).

D. Proceso químico del grano del cacao

Inmediatamente después del quiebre del cacao este es llevado a la sala de fermentación, se deposita en cajas de madera o se acumula en montones o se deja en sacos en el mismo secadero.

Durante la fermentación de los granos de cacao el rol de los microorganismos es limitado para remover la producción de metabolitos indispensables tales como pectina por las levaduras. Luego mediante la fermentación anaeróbica las levaduras fermentan el azúcar para convertirlo en etanol y fermentación microaerofílica de azúcares y ácido cítrico en ácido láctico, ácido acético y manitol por las bacterias ácido lácticas y la bioconversión exotérmica aeróbica de etanol en ácido acético por las bacterias ácido lácticas (Clough, 2009; Batista 2009).

Este procedimiento tiene como objetivo provocar la muerte del embrión de las almendras, eliminar el mucílago, dejando las semillas limpias, y promover la eliminación de una serie de ácidos amargos indeseables, disminución del pH interno de 6.5 a 4.8 y el incremento de la temperatura del grano hasta 50 °C logrando así el desarrollo de las características orgánicas típicas de un buen cacao, como son el aroma, el sabor, y el color (Paredes, 2003; Camu *et al.*, 2008).

El proceso de fermentación del cacao se desarrolla en varias etapas, transformaciones físicas y químicas que ocurren en el interior y exterior de las

almendras. Estas etapas de la fermentación son conocidas como: Fermentación Aeróbica y Fermentación Anaeróbica (Batista, 2009).

En un proceso de beneficiado para la producción de cacao de una buena calidad final, es de mucho cuidado tener en cuenta la relación entre la temperatura, la acción de los microorganismos y la presencia de oxígeno, con precisiones en la cantidad y el tiempo de las remociones (Batista, 2009).

El manejo correcto para las fermentaciones anaeróbicas y aeróbicas son claves para el acabado final de un buen producto. En cambio, cuando no se observan las técnicas apropiadas, como precisión de las remociones, ocurren cambios bioquímicos indeseables durante la fermentación (Acebey – Rodríguez, 2002).

Estos resultan en un producto final de mala calidad que se convierte en una pérdida comercial, debido al mal olor, mal sabor y mala presentación del cacao. Estos procesos inapropiados son conocidos como: fermentación láctica y fermentación butírica (Batista, 2009).

- **Fermentación anaeróbica**

La fermentación anaeróbica es la primera del proceso y se inicia luego de producir la quiebra de las mazorcas. En este proceso el azúcar presente en el mucílago es transformado en alcohol, o sea que la glucosa es transformada en etanol por medio de levaduras que actúan durante las primeras veinticuatro a cuarenta y ocho horas, debido a que predomina un pH ácido, de 3 a 4, y a que la temperatura sube rápidamente alcanzando de 30 a 40 °C (Batista, 2009) Mientras eso sucede la pulpa se empieza a liberar el mucílago (Coexa, 2017). (Piedra, 2016).

A medida que la concentración de alcohol aumenta a alrededor de un 12%, producto del consumo total de todo el azúcar presente en el mucílago, empieza a penetrar oxígeno en la masa, sube el pH, y se produce la muerte de las levaduras, dando por terminado esta primera fase del proceso. (Acebey - Rodríguez, 2002).

- Fermentación aeróbica

Esta segunda etapa de la fermentación es aeróbica, debido a que ocurre con la presencia del oxígeno en la masa de cacao. Automáticamente concluye la fermentación anaeróbica, se inicia la fermentación aeróbica, conocida también como fermentación acética, debido a que el etanol pasa por un proceso de oxidación con la consecuente producción de ácido acético (Acebey - Rodríguez, 2002). La cual hace que se incrementa la concentración de ácido acético, lo que da lugar al particular olor a vinagre (Pérez, 2017).

Este proceso coincide con la primera remoción del cacao (Fig. 2) que se efectúa 48 horas después de depositar el cacao en las cajas y se prolonga por 48 horas más hasta cumplir 96 horas, que es cuando se efectúa la segunda remoción (Acebey - Rodríguez, 2002).

Figura 2: Remoción del cacao



Fuente: Batista (2009)

Para las remociones se usan palas de madera blanda como Erythrina (amapola) para evitar heridas en los granos de cacao. Por la necesidad de la presencia de oxígeno en la segunda etapa, se efectúa la primera remoción a las cuarenta y ocho horas. El punto crítico de la temperatura para cacao está alrededor de los 45°C. Normalmente ocurre al final del segundo día o al inicio del tercer día, después de remover el cacao por primera vez (Acebey - Rodríguez, 2002).

- **Fermentación láctica**

Cuando el cacao no recibe la remoción correspondiente a las 24 o 48 horas, no ocurre la fermentación aeróbica debido a la ausencia de oxígeno. Así los azúcares no son transformados en alcohol y en cambio se transforman en ácido láctico por la acción de la bacteria *Bacteriun lactis acidi* (Batista, 2009).

El cacao resultante de este tipo de fermentación resulta de muy mala calidad, exhibiendo un olor y sabor a queso, lo cual es clasificado en la industria como defecto comercial (Batista, 2009).

- **Fermentación butírica**

La fermentación butírica tiene lugar cuando el cacao en el proceso de fermentación permanece varios días sin recibir oxígeno, por no recibir remoción que permita la penetración de oxígeno. Se percibe un olor putrefacto, característico de la descomposición por la acción de bacterias y hongos (Amarilla, 2011).

La fermentación también se realiza en montones y en sacos, en la misma forma que llega de la plantación. Cuando la fermentación ocurre en cualquiera de estas formas, se produce una fermentación láctica y butírica porque no se observa el tiempo correcto en las remociones. En la mayoría de los casos, los productores sólo hacen una sola remoción al tercer o cuarto día (Amarilla, 2011).

Se indican que 3 remociones sería lo correcto en la fermentación en montones o sacos, ya que hay poca masa en el proceso y sería necesario buscar la mayor homogeneidad posible, vaciando cada vez los sacos y llenándolos de nuevo cada 24 horas (Amarilla, 2011).

Concluido el proceso de fermentación, se toma una muestra del cacao para determinar la efectividad del proceso. Así se realizan las pruebas con el corte de las almendras para observar el color, grado de agrietamiento que experimentaron los cotiledones, lo cual conjuntamente con el sabor a chocolate es característico del cacao fermentado. En este sentido se observa que a mayor

agrietamiento, la fermentación es más completa y efectiva. La figura 3 muestra la diferencia entre el 1er día y el 6to día de fermentación (Amarilla, 2011).

Figura 3: Comportamiento de los granos de cacao según la cantidad de días de fermentación.



Fuente: Manual sobre el Manejo Post-cosecha (2002.)

Una vez concluido este proceso, el cacao es trasladado al lugar de secado. El secado del cacao es el proceso mediante el cual los granos son sometidos al sol, o en la mayoría de los casos, a calor artificial, con el objetivo de reducir el porcentaje de humedad a un 7% al final del proceso. (Batista, 2009).

2.2.7. Secado

El secado es de vital importancia para facilitar el transporte, manejo, almacenamiento y comercialización del grano de cacao ya que después de fermentado el mencionado queda con más o menos 55% de humedad, la cual se debe reducir a un margen entre 6,5% a 7,5% como garantía para que se pueda vender o almacenar por algún tiempo. Los métodos para secar el cacao pueden ser natural o artificial (Nogales, 2017).

El proceso de secado tiene como finalidad fundamental: bajar el a 6-7%, siempre por debajo del 8% para asegurar buenas condiciones de almacenamiento, evitándose el crecimiento de hongos y el ataque de los insectos (Navia Orces & Pazmiño Piedra, 2012).

Es muy importante que la humedad disminuya lentamente, es decir, entre el lapso de 5 a 7 días, para favorecer que se completen los cambios químicos (reacciones de oxidación) responsables del sabor y aroma del cacao, de lo contrario, se corre el riesgo de inactivar a las enzimas antes de que se hayan completado los cambios químicos esenciales, lo cual ocurre por las altas temperaturas ($>65^{\circ}\text{C}$) y la baja humedad, además, un secado rápido induce el aplastamiento de las almendras, dando granos duros y de cutículas arrugadas, determinantes de la calidad del producto (Navia Orces & Pazmiño Piedra, 2012).

Sigue disminuyendo el amargor y la astringencia de los polifenoles. Se completan los cambios.

Figura 4: Secado del cacao



Fuente: Navia Orces & Pazmiño Piedra, (2012).

El sistema usual de secado consiste en aplicar calor a una capa de poco espesor para que la superficie de evaporación sea mayor y el secado más homogéneo. Cuando se coloca el cacao en el tendal en el primer día, coloque la masa de cacao fermentada en una capa de aproximadamente 5 cm durante 3 o 4 horas, luego retírelo a una parte sombreada. El segundo día, coloque las almendras fermentadas en una capa fina durante 4 horas y dele pases de rastrillo cada hora. Del tercer día en adelante se colocará al sol de corrido hasta que llegar a la humedad adecuada del 7%.

2.2.8. Calidad del cacao

Calidad es la clasificación que imponen los países compradores y los fabricantes de chocolate a las almendras de cacao por su apariencia física, humedad, contenido de materiales extraños, mohos, insectos, etc, y por su sabor instintivo o propio de cada variedad o genotipo (Enriquez 2004).

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

La calidad del cacao se manifiesta a través de las características físicas (tamaño, peso, grosor de cáscara, color, contenido de grasa) y las características organolépticas de las almendras. El sabor, determinado por el gusto y el aroma, refleja los efectos combinados del genotipo, de los factores edafoclimáticos, del manejo agronómico recibido en la plantación y de la tecnología pos-cosecha utilizado (Reyes 1999).

Paredes (2003), la calidad del grano de cacao está directamente relacionada con un adecuado proceso de fermentación y secado. Las principales características requeridas por la industria, son las siguientes:

- Fermentación más 70 %
- Humedad menos 7%
- Granos violetas menor al 20 %
- Granos pizarrosos menor al 10 %
- Defectos menores al 10 % (Paredes 2003).

Braudeau (1970) y Álvarez (2007). Los referidos señalan que las almendras con un rango de humedad entre 6 y 7% no son propensas a sufrir ataques de mohos. Palacios (2008), es más riguroso y señala que las almendras de cacao deben tener el 5% de humedad para garantizar su almacenamiento. Bekele (2000) mencionan que el contenido de humedad es un factor de calidad clave para la preservación, empaque, transporte y almacenamiento.

Wood (1982), que registró un pH de 4.8 sin encontrar defectos en la fermentación. Este mismo comportamiento lo obtuvo Saltos (2005), que obtuvo un pH de 4.6. Todas estas diferencias podrían atribuirse a la variabilidad genética del material de la zona, según Lemus (2002), y Juran (2005), y a la aplicación de distintos métodos de beneficio.

2.2.9. Calidad organoléptica del grano.

Un punto dominante en la calificación del cacao de exportación se basa en las características organolépticas (sabor y aroma), tales como el amargor y la astringencia, que están intrínsecas en las almendras de cacao, requisito fundamental para la elaboración de chocolates finos (Armijos 2002).

Voltz (1990), Ramos, Ramos y Azócar (2000) y Jiménez (2003) (citado por Sánchez 2007), coinciden que el sabor es una sensación que se percibe en las papilas gustativas de la lengua y en la pared de la boca que son estimuladas por ciertas sustancias solubles y permiten encontrar en cada producto los sabores básicos como son: dulce, salado, astringente, ácido y amargo.

Las prácticas de beneficio, principalmente la fermentación y el secado, son actividades que determinan la calidad final del cacao; en estas, se desarrollan los precursores del sabor y el aroma característicos del chocolate (Rodríguez 2011).

La calidad es uno de los aspectos de mayor importancia en el proceso productivo cacaotero ya que su nivel determinará la mayor o menor demanda que obtenga en el mercado el producto final (almendras del cacao). Para lograr un cacao de alta calidad es necesario cumplir con una serie de requisitos que se inician con la escogencia del sitio de establecimiento de la plantación, el material de siembra, los sistemas de manejo, hasta la aplicación de tecnologías pos cosecha, adecuadas y precisas. (Amores 2004).

No obstante, en la zona de Arauca, un gran porcentaje de las muestras recolectadas cumplió con este requisito, con excepción de una finca en Tame

que fermentaba en costales. Esta situación suscita una desventaja para el agricultor en el momento de la comercialización, ya que las cooperativas y los intermediarios penalizan con dinero una humedad mayor a 7% en el grano debido a que las plantas transformadoras rechazan el grano con altos porcentajes de humedad (Nogales 2006).

2.3. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*).

El maracuyá (*Passiflora edulis*) es una planta trepadora, vigorosa, leñosa, perenne, con ramas hasta de 20 metros de largo, presenta tallos verdes, acanalados y glabros, presentan zarcillos axilares que se enrollan en forma de espiral y son más largos que las hojas; sus hojas son de color verde lustroso con pecíolos glabros acanalados en la parte superior; las flores son solitarias y axilares, fragantes y vistosas; el fruto es una baya globosa u ovoide de color entre rojo intenso a amarillo cuando está maduro, las semillas con arilo carnoso muy aromáticas, miden de 6 a 7 cm de diámetro y entre 6 y 12 cm de longitud (Robles 2009).

El fruto es una baya de 230 g. de peso en promedio, globosa u ovoide con un diámetro de 4-8 cm. y 6-8 cm. de largo, la base y el ápice son redondeados, la corteza es de color amarillo, de consistencia dura, lisa y cerosa, de unos 3 Mm de espesor, el pericarpio es grueso, conteniendo de 200-300 semillas, cada una rodeada de un arilo (membrana mucilaginosa) o pulpa que contiene un jugo aromático ácido de color amarillo clara o naranja intenso (INIA, 2010).

Durante el desarrollo, el color es verde brillante, pero, al madurar varía de púrpura oscuro con puntitos blancos pálido a amarillo pálido y color naranja pálido. El peso oscila entre 70 y 150g aproximadamente verdes amarillentos, sus semillas pueden polinizarse entre parras (Castro, "et al 3" 2010).

2.3.1. Composición del jugo.

El jugo de maracuyá variedad amarillo contiene componentes que favorece a la salud, los cuales pueden ser atribuidos a sus micronutrientes: vitaminas, minerales y fotoquímicas. Como otras frutas exóticas el maracuyá

proporciona la composición de micronutrientes aproximada del jugo de maracuyá variedad amarillo en el siguiente cuadro se muestra la composición nutricional de jugo de maracuyá.

Cuadro 5. Composición del jugo de maracuyá

Componente	cantidad (100gr de porción comestible)
Grasa	0.10
Proteínas	0.90
Carbohidratos	16.10
Fibra	0.20
Energía	67.00
Vitamina A	684.0
Riboflamina	0.15
Niacina	2.24
Vitamina C	22.0
Hierro	3.00
Calcio	13.00
Fosforo	30.00

Fuente: Amaranto (2019)

2.3.2. Compuestos de aroma y sabor

Más de 200 componentes han sido descritos como componentes de sabor y olor del maracuyá, estudiaron el perfil aromático del maracuyá y reportaron que esta fruta es caracterizada por un aroma exótico y una fuerte nota de azufre, encontró 180 componentes en la fruta. Los componentes de azufre que contiene proporciona olores intensos entre los que se encontraron el 3-mercaptanohexanol y 2-(metiltiol)-hexanol. Acetatos, butanoatos, hexanoatos, glucósidos y terpenoides han sido encontrados en *Passiflora edulis* f, flavicarpa (Jordan 2002).

2.3.3. Estructura de la vitamina C

Según Badui (1984), la vitamina C es una cetona cíclica que corresponde a la forma enólica de la 3-ceto-1 gulofuranolactona; contiene un enol entre los carbonos 2 y 3, que la hacen un agente ácido y muy reductor por lo que se oxida fácilmente.

Para Fennema (2000), la forma natural de la vitamina es el isómero L; el isómero O- tiene alrededor de 1 O% de la actividad de L- y se añade a los alimentos con fines vitamínicos.

2.3.4. El zumo de maracuyá.

La estacionalidad y el carácter perecedero de frutas y vegetales explican la necesidad de aplicar las tecnologías de conservación. El objetivo es combinar el aumento de la vida media del producto con el mantenimiento de las características nutritivas y sensoriales (Giannakourou 2001).

La congelación de zumos de frutas y vegetales es una de las formas más comunes de mantener la calidad de estos productos. Se ha especificado que los cambios nutritivos más importantes en los alimentos congelados se deben al tiempo de almacenamiento. Sin embargo, la congelación no previene de la pérdida de sabor y aroma, de la deterioración del color y de la textura en los vegetales congelados, porque los sistemas enzimáticos permanecen activos. La concentración de vitamina C, además de ser un indicador del valor nutritivo, se utiliza, en el caso de los zumos congelados, como un indicador fiable y representativo para estimar la pérdida de la calidad. Al igual que el ácido ascórbico. Durante el almacenamiento, el zumo de naranja sufre un número importante de reacciones de deterioro (degradación del ácido ascórbico, pérdida de la "nube", putrefacción microbiana, desarrollo de olores extraños, cambios en el color, en la textura y en la apariencia), que redundan en una pérdida de la calidad del producto (Bineesh 2005).

En los comercios existe una amplia oferta de zumos de frutas envasados que constituyen una buena fuente de nutrientes y una saludable opción para mantener hidratado el organismo. Los avances técnicos en el proceso de elaboración de estos productos permiten que se conserven casi todas las sustancias nutritivas de la fruta fresca y los métodos de conservación. Debido al tratamiento térmico que sufren los zumos industriales y su prolongado almacenamiento puede producirse una pérdida de vitamina C. Para compensarla, se permite la adición de ácido ascórbico (E-300) (Fernández 2011).

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. UBICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en la carretera Federico Basadre a la altura del Km 6.2 en el distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali. La parte de producción fue trabajada en el módulo de fermentación de cacao mientras que la evaluación fisicoquímica fue evaluada en los laboratorios especializados de la universidad.

La fase de gabinete se realizó en la ciudad de Tingo María por un juez especializado en la cata de cacao el cual determinó las características organolépticas.

3.2. MATERIALES, INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.

3.2.1. Materia prima.

- Cacao CCN51.
- Frutos de maracuyá.

3.2.2. Materiales y equipos de producción.

Los materiales y equipos utilizados en la presente investigación fueron los siguientes: Mesa de acero inoxidable, cuchillos, cucharas, olla de 10 L, balde 20 y 10 L, cajas térmicas de poliestireno, tabla de plástico, jarras de 5 L, termómetro digital, balanza de kilogramos.

3.2.3. Equipos y materiales de análisis.

Los equipos y materiales que se utilizaron en los análisis realizados en la investigación fueron: Probetas de 25 ml, vasos precipitados de 250 ml, 100 ml y 20 ml, matraces Erlenmeyer 250 ml, pipeta 2 ml, crisoles, espátula, desecador, pH-metro digital, tubos de digestión, bureta de titulación, balanza de

precisión de 2000 g, SCOUT PRO, estufa MEMMERT, agitador magnético, termómetro, ambiental BOECO GERMANY, hornilla eléctrica MIRAY.

3.2.4. Reactivos.

Los reactivos empleados en los análisis de características físicas químicas del cacao son los siguientes: Agua destilada desionizada (H_2O dd), Hidróxido de sodio 40% (NaOH), Mixto rojo de metilo ($C_{15}H_{15}N_3O_2$).

3.2.5. Indumentaria.

La indumentaria que se utilizó en cada etapa del desarrollo de la investigación son los siguientes: Mandil (Guardapolvo), guantes de látex, cofia, protector bucal.

3.2.6. Materiales de limpieza.

Los materiales utilizados para la limpieza y desinfección en el desarrollo de investigación fueron los siguientes: Detergente, hipoclorito de sodio, trapo industrial.

3.3. METODOLOGÍA.

3.3.1. Descripción de las operaciones del diagrama de flujo de obtención del zumo de maracuyá.

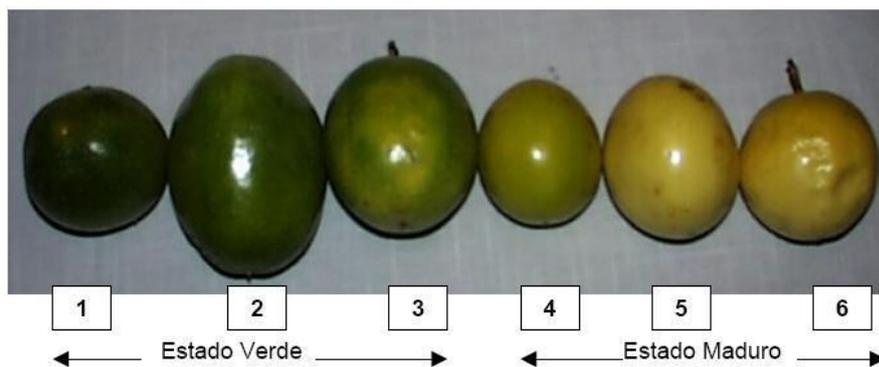
1. Recepción de la materia prima

La materia prima fueron recepcionadas en las instalaciones de producción de la Universidad Nacional de Ucayali seguidamente puestos en cestos para su posterior utilización.

2. Selección y clasificación

Para la selección del maracuyá se separó los frutos libres de magulladuras (frutos picados, mordidos) mientras que para clasificar, lo realice por el grado de maduración, utilizando la tabla de índice de madurez.

Figura 5: tabla de índice de madurez.



Fuente: Rivadeneira, (2009).

3. Lavado

Una vez obtenida las frutas buenas se procedí al lavado para extraer toda la impureza que el mismo pueda contener, ya lavada la fruta se procedí a enjuagarla con 100 ppm de hipoclorito de cloro en 20 L. de agua.

4. Corte y despulpado

Obtenida la fruta limpia se realizó el corte longitudinal para luego extraer de la pulpa de forma manual.

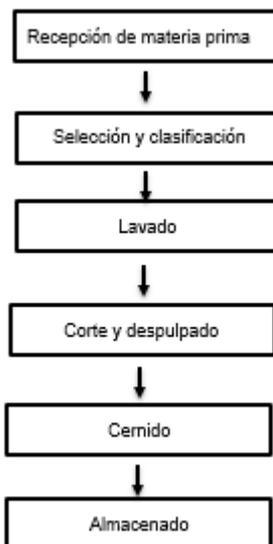
5. Cernido

Una vez obtenida la pulpa se pase a cernir la pulpa en un tamiz de para la obtención del zumo de la fruta.

6. Almacenado

Obtenido el zumo se procedió a poner en un recipiente hasta su uso en la fermentación.

Figura 6. Flujograma de obtención del zumo de maracuyá



Fuente : (Del Águila, 2017).

3.3.2. Descripción de las operaciones del diagrama de flujo para la fermentación del cacao CCN51.

La metodología a describirse posteriormente está de acuerdo a las pruebas preliminares. Durante el desarrollo de estas se determinaron parámetros como las que se establecen a continuación:

1. Recepción de la materia prima.

La materia prima (cacao CCN51) fue recepcionada en las instalaciones de producción de la Universidad Nacional de Ucayali.

2. Selección / Clasificación.

Se realizó en forma manual la cual consistió en eliminar los cacaos que tengan magulladuras, los que estén en estado de senescencia o tengan presencia de algunas plagas. La clasificación del cacao fue en base a la madurez.

3. Corte / quiebre.

El corte o quiebre se realizaron con un machete, dándole en el medio del fruto con la parte lateral de machete para que este no rompa los granos y a la vez no se genere perdidas.

4. Desgrane

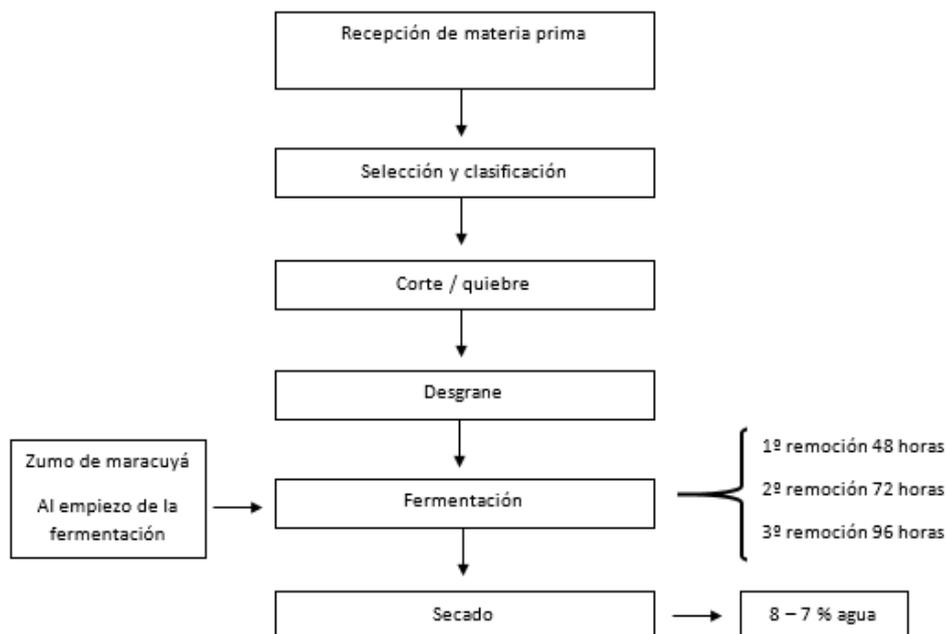
El cacao fue desgranado con las manos para no provocar ningún tipo de magulladura. El grano fue puesto en baldes antes de ser llevados a las cajas fermentadoras.

5. Fermentación

Se utilizaron cajas de poliestireno. Luego de retirada la mazorca, y el desgrane, los granos de cacao fueron pesados. Seguidamente se adicionó el zumo de maracuyá y fueron puestos en la caja fermentadora, la masa fue volteada 3 veces dándose el primer volteo a las 48 horas de depositarse la masa de cacao, luego a las 72 horas y por último a las 96 horas, quedando apto para someterse al secado a las 120 horas (5 días). Luego de estas tres remociones las almendras tienen en promedio un 80% de humedad.

6. Secado.

Inmediatamente después de la fermentación el cacao será sometido a secado natural hasta alcanzar 7% – 8 % de humedad.

Figura 7. Flujograma para el proceso de fermentación de cacao

Fuente: (Batista, 2009), modificado por (Del águila, 2017).

3.4. MÉTODOS ANALÍTICOS.

La metodología utilizada para evaluar las características fisicoquímicas y organolépticas, fueron las siguientes:

3.4.1. Análisis fisicoquímico.

Para los análisis físicos y químicos, aplicados a los granos de cacao, se realizaron de acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP).

a. Evaluación de la temperatura.

Para evaluar la temperatura se realizó de la siguiente manera:

- La medición de la temperatura fue medida desde el vertimiento del cacao en baba en las cajas fermentadoras.
- La medición de la temperatura se dio cada 24 horas empezándose desde la hora cero para ver cómo se va comportando la fermentación.

- El tiempo fue evaluado por la cantidad de días que duró la fermentación en función al porcentaje de zumo de maracuyá.

b. Prueba de corte.

Se realizó un corte longitudinal por la parte central de cada uno de los 100 granos, a fin de exponer la máxima superficie de corte de los cotiledones. Se examinó visualmente las dos mitades de cada grano a la luz diurna o bajo una iluminación artificial (lámpara fluorescente).

Con el fin de ver el proceso de fermentación que se está dando con el pasar de los días.

c. Prueba de Agua

Para esta determinación se tomó 100 granos de muestra y se los vertió en una probeta llena de agua, se cuantifica el número de granos que flotan.

Cálculo

$$\%F = (Nf) \times 100 / 100 \text{ granos}$$

Dónde:

%F: Grado de fermentación en %

Nf: Número de Granos que flotan en probeta.

d. Medición del pH

Para determinación del pH en el cotiledón y a los granos secos. Se realizaron tomando 5 semillas al azar como muestra, al inicio de la fermentación y después de cada remoción. A cada muestra de 5 semillas, se les separa la testa (cáscara más mucílago) del cotiledón y colocándolos en los beaker se les añadió 50 mL de agua destilada. Se procedió a su licuación y usando un potenciómetro se midió el potencial de hidrogeno (Ph).

e. Medición de la acidez

Se utilizó 5 g de cacao triturado, el cual se colocó en una suspensión de 50 mL con agua destilada. La suspensión fue sometida a agitación durante una hora y para la determinación de la acidez total de la muestra se realizó la titulación potenciométrica, usando una solución estandarizada de hidróxido de sodio 0,1 N.

f. Determinación del % humedad del cacao por estufa

- Se pesó la placa en la balanza analítica (W placa).
- Se agregó cinco gramos de muestra a la placa (W placa + muestra).
- Se llevó a la estufa a una temperatura de 110°C por cuatro horas.
- Pasado las cuatro horas se sacó la muestra y se pesó (W final de placa + muestra).
-

Cálculo

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\alpha}{\beta} * 100$$

Donde:

$$\alpha = (W \text{ placa} + \text{muestra}) + (W \text{ placa})$$

$$\beta = (W \text{ placa} + \text{muestra}) - (W \text{ final de placa} + \text{muestra})$$

g. Determinación del %humedad del cacao seco

Para el análisis se tomó una muestra la cual fue colocada en la balanza del equipo, porque este requiere un mínimo de muestra. Una vez pesada se encendió el equipo y se esperó mensaje de “verter muestra”. Una vez en el interior del equipo, se espera hasta que la lectura sea digitalizada en pantalla (Gutiérrez, 2007).

Cálculo

$$%H = \text{Lectura del medidor de humedad (\%)} \times f$$

Dónde:

%H: Humedad del producto en %.

f : Factor de corrección de Lectura Peso final de la muestra en gramos.

3.4.2. Análisis organoléptico.

Para el análisis de evaluación sensorial del licor de cacao, se realizó en los ambientes de TECHNOSERVE INC, con el ingeniero Juan Carlos Balcázar Cárdenas, especialista en control de calidad en cacao, ubicado en la ciudad de Tingo María.

3.4.3. Diseño estadístico.

En el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño completamente al azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones, teniendo un total de 12 unidades experimentales.

El análisis estadístico de los resultados se realizó a través de un diseño experimental completamente al azar, como se indica a continuación.

Modelo Matemático: $Y_{ij} = U + T_j + \varepsilon_{ij}$

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = Cualquier observación en estudio.

U = Media general.

T_i = Efecto del i – esimo tratamiento en estudio.

E_{ij} = Error o residual.

Para la conocer el orden de los promedios y determinar las diferencias significativas, se utilizó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

3.5. MEDICIÓN DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES.

Se desarrolló la presente investigación con la técnica de observación (evaluación instrumental) y él estudió documental; recopilando datos como: revistas científicas, libros, informes, etc. que son fundamentales como fuente de datos de toda actual investigación.

Los instrumentos para la recolección de datos, fueron: balanza de precisión, termómetro ambiental, cartilla de evaluación, estufa, mufla, pH-metro, desecador y cámara fotográfica, etc

3.5.1. Variable independiente.

T₁: (muestra sin adicción de zumo).

T₂: (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba).

T₃: (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba).

T₄: (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba).

3.5.2. Variable dependiente.

Características organolépticas del grano (Análisis fisicoquímicos, Análisis sensorial).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LOS GRANOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L).

4.1.1. Temperatura de los granos de cacao, durante el proceso de fermentación.

4.1.1.1. Temperatura de la parte inferior de los granos de cacao clon CCN51.

En cuanto al análisis de varianza de la temperatura de la parte inferior del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.) (Cuadro 20A), se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 14.23%, el cual nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.8990$, esto nos indica que el 98.02% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1.98% se debe a otros factores.

Tratamientos	0 Horas	24 Horas	48 Horas	72 Horas	96 Horas	120 Horas
T1	29.27b	29.4c	30.93b	34.30c	41.93b	43.27b
T2	29.97 ^a	31.20b	31.40b	40.53 ^a	44.23a	44.23 ^a
T3	29.40b	32.10 ^a	34.07 ^a	39.63ab	42.30b	42.30c
T4	29.20b	32.10 ^a	30.37b	37.57b	41.70b	41.70d

Cuadro 6. Temperatura de los granos de cacao clon CCN51 de la parte inferior durante 5 días de fermentación.

Para determinar la temperatura de los granos de cacao de la parte inferior se realizaron mediciones diarias empezándose desde la hora cero durante un promedio de cinco días cada 24 horas, a la hora cero el T2 (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), demostró tener una temperatura ligeramente superior según la prueba de Tukey con 29.4°C, siendo

superior a los demás tratamientos, mientras que en la segunda evaluación el T3 presenta una temperatura de 32.10°C.

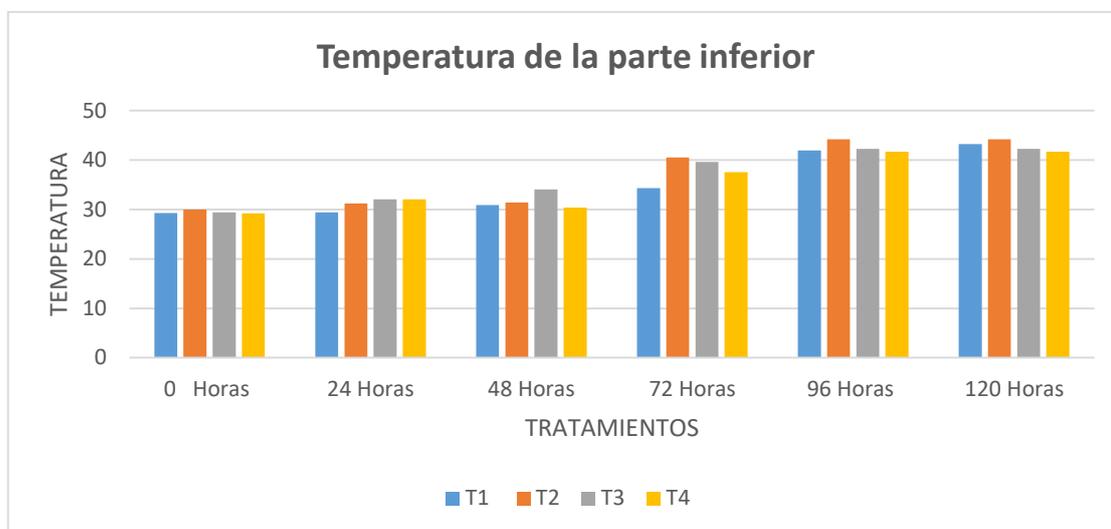


Figura 8. Fluctuación de la temperatura de la parte inferior de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), de cuatro tratamientos durante cinco días de fermentación.

En el cuadro 6 se observa que el T2 tuvo un incremento de temperatura muy lento debido a la poca cantidad de calor que se genera cuando las levaduras degradan a los azúcares. Los estudios muestran que la elevación de temperatura se produce alrededor de las 48 horas, y el rango de temperatura, fluctúa entre 26 y 45°C, durante las primeras 48 horas, pudiendo posteriormente, alcanzar hasta los 60°C (Batista 2009). En la investigación se llegó a una temperatura máxima de 44.23 °C a las 120 horas por efecto del zumo, debido a que se trabajó con muestras pequeñas (Cardozo, 2017).

4.1.1.2. Temperatura de la parte media de los granos de cacao clon CCN51.

En cuanto al análisis de varianza de la temperatura de la parte media del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.), (Cuadro 21A), existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 6.3%, el cual nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.988$, esto nos indica que el 98.8% de los valores de la

variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1.2% se debe a otros factores.

Tratamientos	0 Horas	24 Horas	48 Horas	72 Horas	96 Horas	120 Horas
T1	29.30b	31.27b	31.30b	35.67b	43.20b	44.67b
T2	30.00a	32.17a	33.17b	43.37a	46.07a	46.66 ^a
T3	29.40b	32.10a	35.57a	41.93 ^a	43.00b	43.00c
T4	29.20b	29.43c	32.17b	40.20 ^a	42.86c	42.87c

Cuadro 7. Temperatura de los granos de cacao de la parte media del tratamiento durante 5 días de fermentación.

En la parte media del tratamiento (Cuadro 7) la temperatura del T2 (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), a la hora cero, fue superior según la prueba de Tukey (Cuadro 7), no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos T₃, T₁ y T₄. A las 24 horas se determinó que no existe diferencias significativas entre los tratamientos T₂ y T₃, en cuanto al T₁ y al T₄, se encontró diferencias significativas, siendo el T₄ el que mostro el menor promedio con 29.43 °C. A las 48 horas se encontró que el T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), presenta diferencias altamente significativas con todos los tratamientos con una temperatura promedio de 35.57 °C según a prueba de Tukey. A las 72 horas se encontró que el T₁ presenta diferencias significativa con una temperatura promedio de 35.67 °C; a las 96 horas se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos según la prueba de Tukey; a las 120 horas se determinó que el T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), mostro' diferencias altamente significativas con todos los tratamientos con una temperatura promedio de 46.66 °C, siendo el T1 superior al T3 y al T4 quien presento' la temperatura más baja con 42.87 °C.

Los tratamientos con adicción de zumo muestran que, a mayor incremento, este tiene un descenso respecto a la temperatura haciendo que la muerte del embrión este dentro de los estipulado, como lo menciona Navia Orces & Pazmiño Piedra, (2012). El que tiene un mejor comportamiento respecto a los demás tratamientos es el T2 demostrando que al 10% mantiene muy cercano al tratamiento en blanco. Sánchez (2015), refiere que la remoción diaria permite un

incremento rápido de la temperatura, a la vez haciendo que la fermentación sea más homogénea y reduciendo la duración; en nuestra investigación la remoción inicial se dio a las 48 horas, cumpliéndose lo que menciona Sánchez que a partir de la remoción hay un incremento de temperatura como lo muestra el cuadro 7. Y viéndose que al porcentaje más bajo de zumo (10%) el T2 se comporta mejor mientras que los demás tratamientos, nos indica que a mayor porcentaje zumo de maracuyá la temperatura de elevación se ve afectada.

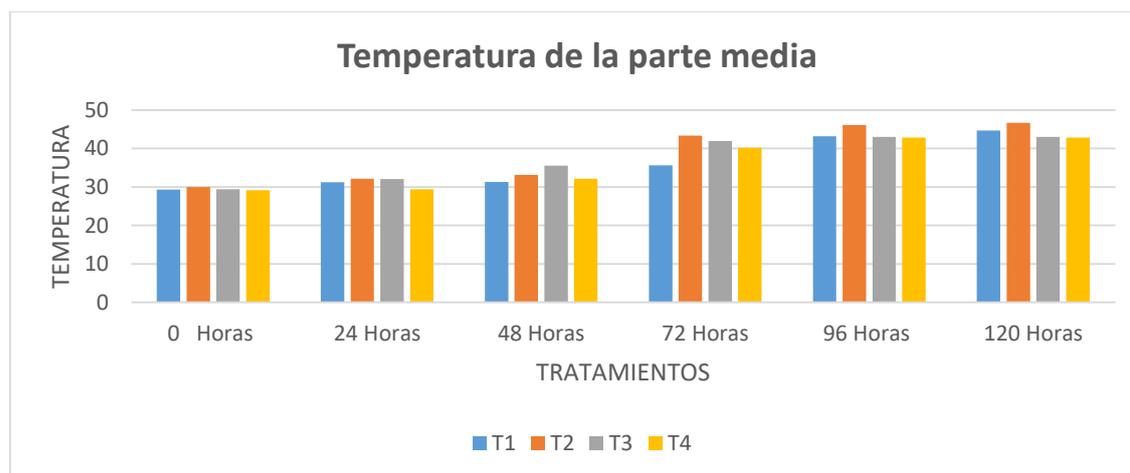


Figura 9. Fluctuación de la temperatura de la parte media de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), de cuatro tratamientos durante cinco días de fermentación.

4.1.1.3. Temperatura de la parte superior de los granos de cacao clon CCN51.

En cuanto al análisis de varianza de la temperatura de la parte superior de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), tal como se observa en el Cuadro 22A, se puede observar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 7.7%, el cual nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9976$, esto nos indica que el 99.76% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.24% se debe a otros factores.

Tratamientos	0 Horas	24 Horas	48 Horas	72 Horas	96 Horas	120 Horas
T1	29.27b	29.6c	31.23c	35.2c	42.43ab	43.97b
T2	29.97a	31.57b	34.27ab	43.2a	45.07a	45.07 ^a
T3	29.4b	32.1a	35.93a	41.89ab	42.73ab	42.73c
T4	29.2b	32.1a	32.27bc	39.27b	41.7b	41.7d

Cuadro 8. Temperatura de los granos de cacao de la parte superior durante 5 días de fermentación.

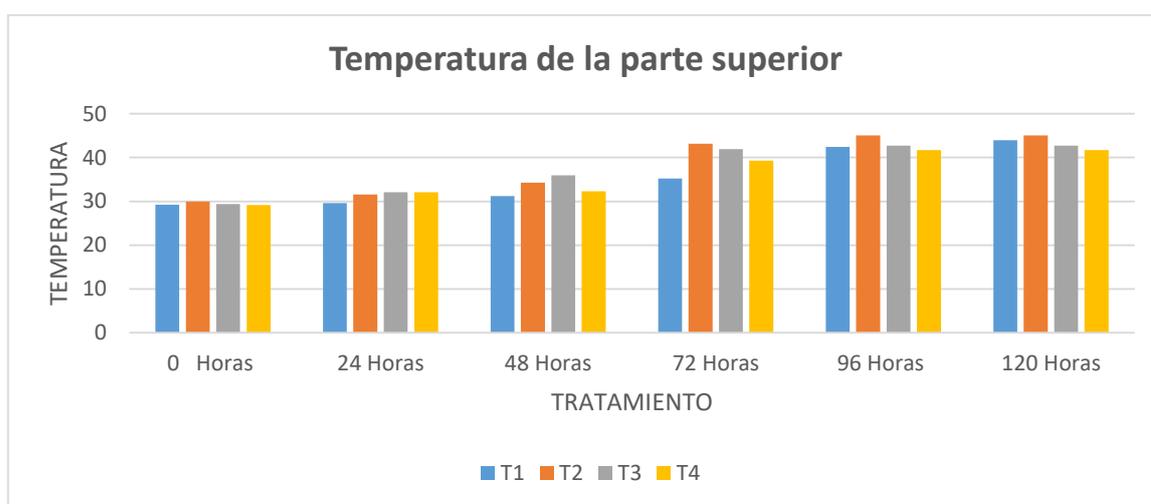


Figura 10. Fluctuación de la temperatura de la parte superior de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), de cuatro tratamientos durante cinco días de fermentación.

Para determinar la temperatura de los granos de cacao de la parte superior se realizaron mediciones diarias durante un promedio de 6 días, la primera evaluación T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), demostró tener una temperatura ligeramente superior según la prueba de Tukey con 29.97 °C, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos T₃, T₁ y el T₄, durante la segunda evaluación 24 horas después se determinó T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), y el T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), no mostraron diferencias significativas con un promedio en temperatura de 32.10, existiendo diferencias altamente significativas con el T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), y el T₁ (muestra sin adicción de zumo), quien obtuvo el menor promedio con 29.60 °C.

En la tercera evaluación se determinó que el T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), presento el mayor promedio con 35.93 °C; en la cuarta evaluación el T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), volvió a presentar diferencias altamente significativas en relación a los demás tratamientos con una temperatura promedio de 43.20 °C; durante la quinta evaluación el T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), volvió a presentar diferencias altamente significativas en relación a los demás tratamientos con una temperatura promedio de 43.20 °C; y finalmente en la sexta evaluación se determinó que el T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), presento la mayor temperatura con una temperatura promedio de 45.07 °C, presentando diferencias significativas con todos los tratamientos, T₁ (muestra de cacao sin tratamiento), quien obtuvo el menor promedio con 43.97 °C, T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), presento un promedio de 42.73 °C, y finalmente el T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), quien presento el menor promedio con 41.70 °C.

El porcentaje mínimo de zumo de maracuyá trabajado en la investigación (T₂) elevo la temperatura haciendo que sea el tratamiento que mejor resultados da en cuanto a la fermentación mientras que el T₄ con mayor zumo, le cuesta elevar la temperatura.

Bravo y Mingo (2011), nos menciona que la fermentación desarrolla calor siendo la reacción de tipo exotérmico para el caso del cacao, en consecuencia, hay un incremento importante de temperatura en el proceso. Mientras que Wood, citado por Palacios (2008), indica que durante los primeros días de fermentación la temperatura llega hasta los 45 - 50 °C, después de la primera remoción, luego empieza a descender lentamente y vuelve a subir cuando se realiza la segunda remoción, llegando al final a subir hasta los 48 - 50 °C, para luego disminuir una vez que ha concluido el proceso de fermentación, en la segunda remoción del T₂ llega a una temperatura inferior a la que menciona Wood, citado por Palacios (2008), siendo esta la más alta de todos los tratamientos con agregado de zumo, mientras que la muestra en blanco (T₁) asciende progresivamente llegando a una temperatura máxima de 43.97 y los tratamientos con zumo de maracuyá nos indica que a mayor porcentaje del mencionado se dificulta subir la temperatura.

4.1.2. Grado de fermentación de los granos secos de cacao (*Theobroma cacao* L.).

En cuanto al análisis de varianza del grado de fermentación de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), tal como se observa en el Cuadro 23A, se puede observar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 14.43%, el cual nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9998$, esto nos indica que el 99.98% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.02% se debe a otros factores.

Tratamiento	Repeticiones	Grado de fermentación en (%).	Significancia
T1	3	70.00	A
T2	3	61.33	B
T4	3	55.00	C
T3	3	44.00	D

Cuadro 9. Grado de fermentación de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), de cuatro tratamientos.

En cuanto al grado de fermentación de los granos de (*Theobroma cacao* L.), se pudo determinar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, donde el T₁ (muestra sin adicción de zumo), mostró el mayor porcentaje de fermentación con un promedio de 70%, seguido del T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), con un promedio de 61.33%, seguido del el T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), quien obtuvo un porcentaje de fermentación de 55% y finalmente el T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), obtuvo el porcentaje más bajo de fermentación con 44%, debiéndose a la falta de abrigo.

Cedeño (2010), nos comenta que un cacao fino en su mayoría constituye un 80 % de granos bien fermentados, las cuales presentan características exquisitas de aroma y sabor a cacao, con los resultados obtenidos en la

investigación concluimos que los tratamientos arrojaron, resultados menor del 70%, ya que a mayor porcentaje de zumo de maracuyá este impide que se realicen los cambios bioquímicos por efectos del ácido del mismo. Cubillos (2008), menciona que los cambios bioquímicos y reacciones enzimáticas en el interior (embrión) son los responsables de los sabores característicos al chocolate.

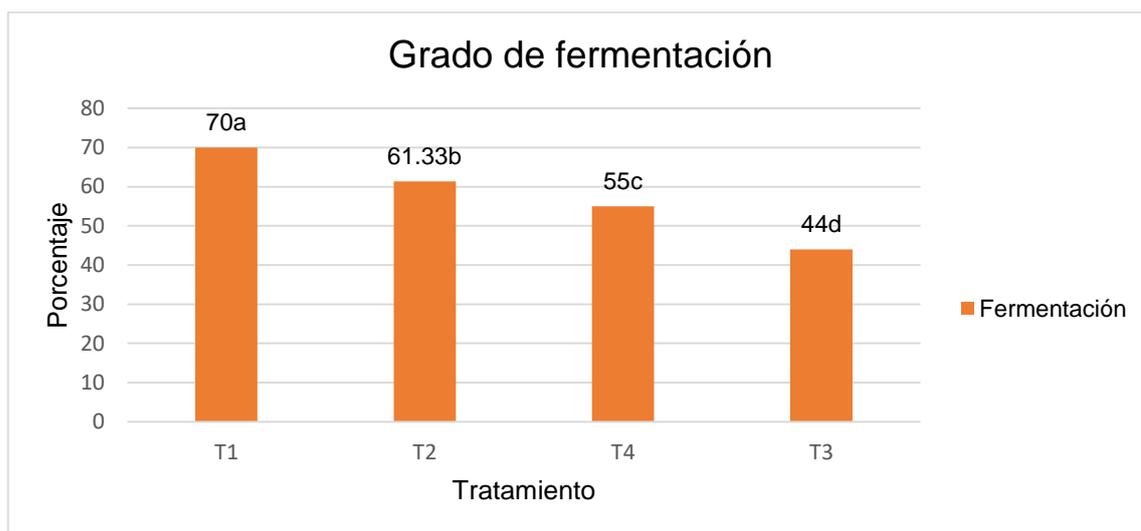


Figura 11. Determinación del grado de fermentación del grano seco de cacao (*Theobroma cacao* L.), de cuatro tratamientos en Ucayali.

Sánchez (2010), nos menciona que, si las almendras están bien fermentadas, el sabor y aroma del cacao se desarrolla bien, mediante unas buenas condiciones e igualmente al material genético, en la investigación tuvo influencia de nuestro material genético a estudio (CCN51) y el porcentaje del zumo de maracuyá.

El tiempo de fermentación más adecuado para las almendras del Clon CCN-51 con pre-secado fueron para los tratamientos con cuatro días de fermentación, mientras que en los de cinco días hubo una sobrefermentación, criterio que coincide con (Anecacao 2015).

4.1.3. Humedad del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.).

4.1.3.1. Humedad del grano de cacao fresco (*Theobroma cacao* L.).

En cuanto al análisis de varianza del grado de humedad del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.), tal como se observa en el Cuadro 24A, se puede observar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 6.9%, el cual nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9916$, esto nos indica que el 99.16% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.84% se debe a otros factores.

En cuanto al grado de humedad de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) fresco, se pudo determinar que existe diferencias significativas entre los tratamientos, no existiendo diferencias significativas en los tratamientos T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba) y T₁ (muestra sin adicción de zumo), quienes presentaron un porcentaje de humedad de 97.70% y 97.69%, presentando diferencias significativas con el T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), y el T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), con un porcentaje de humedad de 96.74 y 96.26%, se concluye que a mayor porcentaje de zumo de maracuyá este va bajando por el efecto del mismo.

Tratamiento	Repeticiones	Porcentaje de humedad (%)	Significancia
T2	3	97.70	A
T1	3	97.69	A
T3	3	96.74	B
T4	3	96.26	B

Cuadro 10. Grado de humedad de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), fresco de cuatro tratamientos.

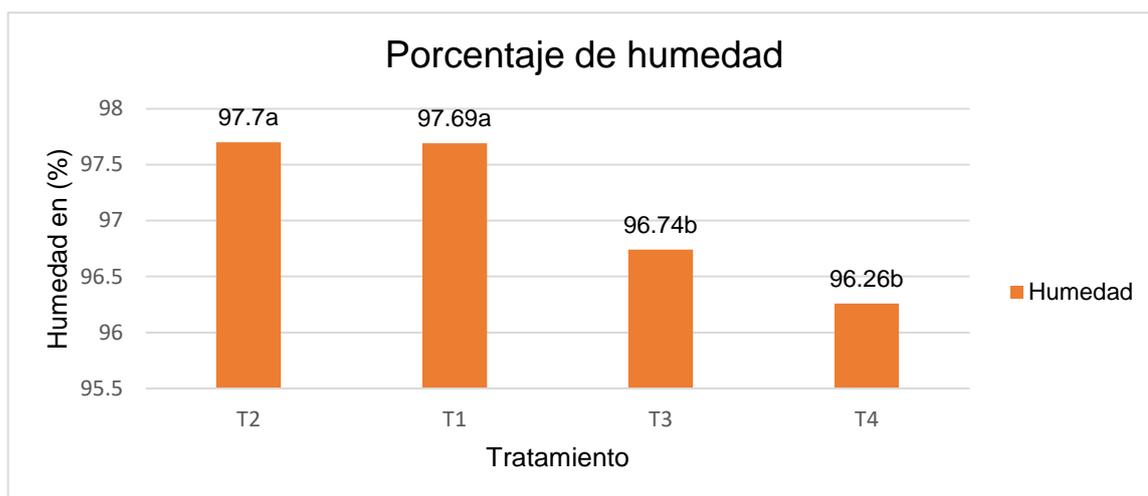


Figura 12. Determinación del grado de humedad del grano fresco de cacao (*Theobroma cacao* L.), de cuatro tratamientos en Ucayali.

4.1.3.2. Humedad del grano de cacao seco (*Theobroma cacao* L.).

En cuanto al análisis de varianza de la humedad de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) seco, tal como se observa en el Cuadro 25A, se puede observar que existe diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 10.88%, el cual nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.7782$, esto nos indica que el 77.82% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 22.18% se debe a otros factores.

Tratamiento	Repeticiones	Porcentaje de humedad (%).	Significancia
T2	3	8.39	A
T1	3	8.20	Ab
T3	3	8.12	Ab
T4	3	7.93	B

Cuadro 11. Grado de humedad de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), secos de cuatro tratamientos.

En cuanto al grado de humedad de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) seco, se pudo determinar que existe diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), el que presento el mayor porcentaje de humedad con 8.39%, presentado diferencias significativas con todos los tratamientos, siendo el T₁ (muestra sin adición de zumo), y el T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), quienes presentaron una ligera diferencia significativa con respecto al T₂ con un porcentaje de humedad de 8.20% y 8.12%, y finalmente el T₄ (Sustitución del 20% del peso de 5kg de cacao en baba por zumo de maracuyá), presento un porcentaje de humedad de 7.93% siendo este el que presento el menor promedio.

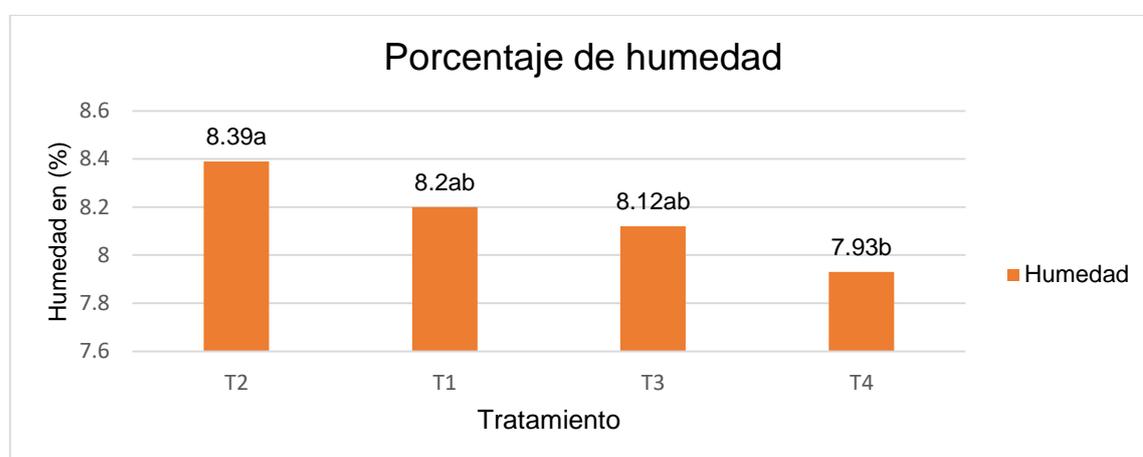


Figura 13. Determinación del grado de humedad del grano seco de cacao (*Theobroma cacao* L.), de cuatro tratamientos en Ucayali.

El proceso de secado tiene por finalidad bajar el porcentaje de humedad de 55-60% a 6-7%, siempre que sea menor a 8% para evitar el crecimiento de hongos, ataque de los insectos y así asegurar un buen almacenamiento (Navia Orces & Pazmiño Piedra, 2012).

Ortiz – Camacho, et al 3 (2004), nos indica que al finalizar la fermentación el grano queda con un 60 % de humedad aproximadamente, la cual debe ser reducido hasta un valor de 8% para evitar el desarrollo de mohos, para asegurar su calidad y además así poder facilitar el almacenamiento, transporte, manejo y comercialización del cacao. También nos recomienda reducir la humedad hasta valores máximos de 6 a 7%, ya que si se reduce demasiado la cáscara se vuelve

muy quebradiza, en caso contrario existe el riesgo del crecimiento de hongos al almacenar el grano.

Mundaca (2016), En el proceso de secado el aire penetra al grano, atraviesa la testa y oxida los polifenoles presentes, esta oxidación se detiene cuando la reducción de la humedad en el grano inactiva las enzimas reguladoras.

En la investigación los tratamientos fueron secados durante 5 días de los cuales se obtuvieron valores de 7.93 del T4 el cual tiene 20 % de zumo con una significancia de b que cumple con lo que Ortiz – Camacho, et al 3 (2004), indican mientras que los demás tratamientos superan el 8 % de humedad, lo cual nos está indicando, que estos tratamientos su calidad será baja como lo menciona Mundaca (2016), quien nos dice que muchas de las reacciones enzimáticas que empiezan durante la fermentación e continúan durante el secado y brindan calidad al grano de cacao en el aspecto del aroma del producto.

4.1.4. Índice de acidez de los granos de cacao húmedos (*Theobroma cacao* L.).

En cuanto al análisis de varianza del índice de acidez de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), tal como se observa en el Cuadro 26A, se puede observar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 7.1%, el cual nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9797$, esto nos indica que el 97.97% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 2.03% se debe a otros factores.

Tratamientos	0 Horas	24 Horas	48 Horas	72 Horas	96 Horas	120 Horas
T1	2.00b	3.20a	4.00a	4.00c	4.80c	4.93d
T2	3.17ab	3.20a	3.40c	5.10a	5.20b	5.20c
T3	3.20ab	2.80b	3.60b	4.80b	5.60a	5.60b
T4	3.60a	3.20a	4.00a	4.00c	5.60a	6.00a

Cuadro 12. Grado de acidez de los granos de cacao durante el proceso de fermentación.

En cuanto al grado de acidez de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), durante las seis evaluaciones se pudo determinar que durante la primera evaluación el T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), presentó un mayor índice de acidez con un promedio de 3.6, existiendo diferencias con todos los tratamientos.

Durante la segunda evaluación se determinó que el T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), y el T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), no presentaron diferencias significativas con un promedio de 3.20; durante la tercera evaluación el T₁ (muestra sin adicción de zumo) y el T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), presentaron un mayor índice de acidez con un promedio de 4, siendo este superior a todos los demás tratamientos.

Durante la cuarta evaluación se determinó que el T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba) y el T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), no mostraron diferencias significativas con un índice de acidez de 5.6.

Finalmente durante la última evaluación se determinó que el T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), presentó el mayor índice de acidez con un promedio de 6, presentando diferencias significativas con el T₁ (muestra en blanco), quien obtuvo un índice de acidez promedio de 4.93 seguido de T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), quien obtuvo un índice de acidez promedio de 5.2, mientras el T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), presentó un índice de acidez con un promedio de 5.6 respectivamente.

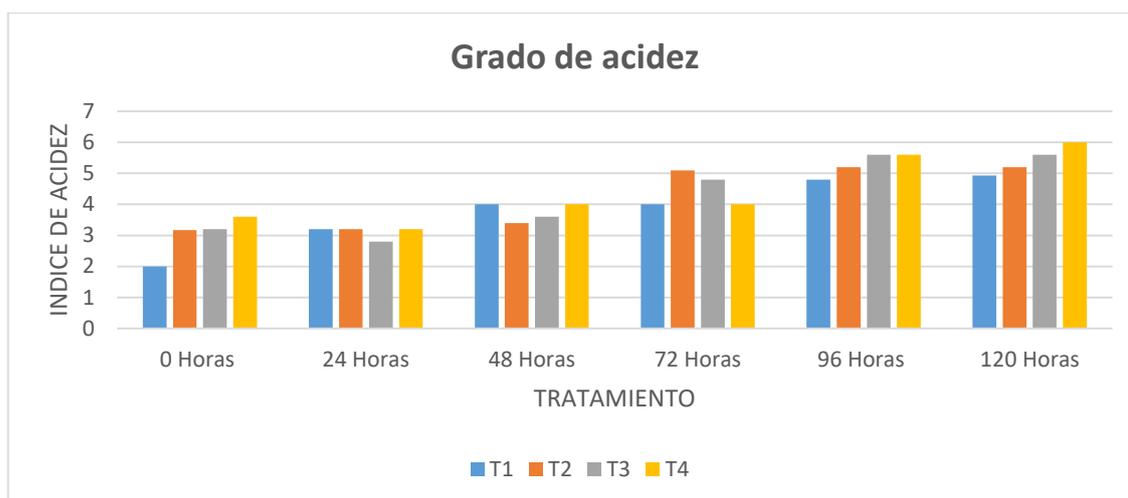


Figura 14. Determinación del grado de acidez de los granos de cacao durante el proceso de fermentación en Ucayali.

García (2000), nos indica que la oxidación de ácido cítrico y la reducción de la acidez, ocurren bajo condiciones de aireación y cuando el jugo de cacao dreña desde las cajas de fermentación; los tratamientos que estuvieron con mayor concentración de zumo (T4) hicieron que el índice de acidez suba de manera significativa mientras que la muestra de blanco su índice subió de manera lenta dándose a partir de la primera remoción.

4.1.5. Determinación del pH. de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) durante el proceso de fermentación.

En cuanto al análisis de varianza del pH de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), tal como se observa en el Cuadro 27A, se puede observar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 2.1%, el cual nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9991$, esto nos indica que el 99.91% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.09% se debe a otros factores.

Tratamientos	0 Horas	24 Horas	48 Horas	72 Horas	96 Horas	120 Horas
T1	5.45	5.48	6.36	5.80	5.64	5.81
T2	5.35	5.72	5.88	4.46	4.54	4.54
T3	5.44	6.09	5.68	4.63	4.51	4.63
T4	5.46	6.01	5.82	4.94	4.47	4.94

Cuadro 13. Determinación del pH de los granos de cacao durante el proceso de fermentación.

En cuanto al pH de los granos de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), durante el proceso de fermentación se realizaron seis evaluaciones, se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, durante la primera evaluación se determinó que el T₂ (sustitución del 10% del peso de 5kg de cacao en baba por zumo de maracuyá), presento diferencias significativas en relación a todos los tratamientos presentando un promedio de 5.35 de pH.

En la segunda evaluación se determinó que el T₁ (muestra sin adicción de zumo), presento un pH con un promedio de 5.48; mientras que en la tercera evaluación se determinó que el que el T₁ (muestra sin adicción de zumo), presento un mayor promedio en cuanto al pH con un promedio de 6.36; durante la cuarta evaluación el T₁ (muestra sin adicción de zumo), presento un mayor promedio en cuanto al pH con un promedio de 5.8.

Durante la quinta evaluación se determinó que el T₁ (muestra sin adicción de zumo), volvió a presentar un mayor promedio en cuanto al pH con un promedio de 5.64, presentando diferencias significativas con todos los tratamientos, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), y el T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba); durante la última evaluación el T₁ (muestra sin adicción de zumo), presento un mayor promedio en cuanto al pH con un promedio de 5.81, seguido del T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), con un pH promedio de 4.94, seguido del T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), quien presento un promedio de 4.63, y finalmente el T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba) con un promedio de 4.54.

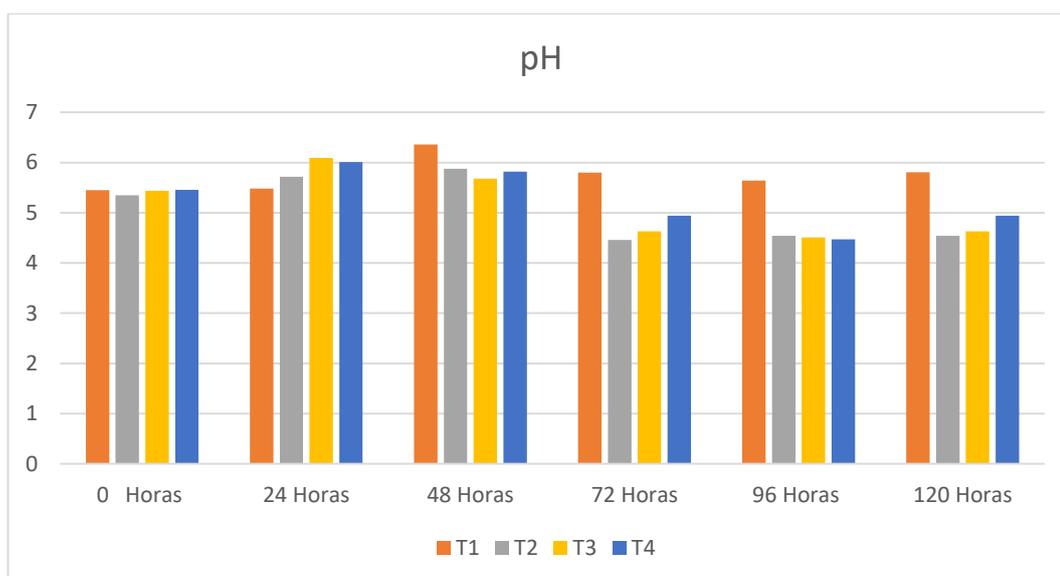


Figura 15. Determinación del pH de los granos de cacao durante el proceso de fermentación en Ucayali.

En cuanto al pH Batista (2009), menciona que este se incrementa debido a las reacciones entre el ácido acético y las diversas fracciones de proteínas; en nuestra investigación por acción del zumo de maracuyá se vio que el pH disminuye mientras que nuestra muestra en blanco tiene un comportamiento similar al que menciona Batista.

Enríquez, citado por Palacios (2008), nos comenta que el embrión en el interior del grano muere cuando además de cambiar el pH por efecto de la presencia del ácido acético que se ha difundido a través de la testa, la temperatura interna del grano llega a 45°C, iniciándose los cambios bioquímicos en la almendra el cual conducirá a la formación de los precursores del sabor y aroma a chocolate

Inga (2017), menciona que el proceso de fermentación continúa durante el secado, por ello es recomendable que el secado sea lento durante los dos primeros días; esto significa no exponer el cacao al sol por más de cuatro horas al día. Cuando la temperatura y la velocidad del aire son demasiado fuertes sólo se secará la parte externa del grano formándose una corteza dura, e impidiendo la salida del ácido acético, lo cual provocaría que el cacao tenga mayor acidez.

4.1.6. Análisis físicos post fermentación.

4.1.6.1. Tratamiento 1

En la evaluación de las muestras se efectuó de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas siguientes:

- NTP-ISO 1114-2006: GRANOS DE CACAO. Prueba de Corte.
- NTP-ISO 2451-2006: GRANOS DE CACAO. Especificaciones.

RESUMEN ANALISIS FISICO DEL CACAO EN GRANO	
Codigo de muestra	T1
Calibre (peso en 100 granos)	156
Olor	poco ácido
Color	Marrón rojizo
Prueba de Corte	
Defectos físicos	En base a 100 granos
Granos Mohosos	0
Granos Pasillas	0
Granos Atacados por insectos	0
Granos germinados	2
Granos dobles, pegados, multiples	0
Granos partidos	0
Granos pizarrosos	0
Granos violeta	10
Granos parcial violeta	20
Grado de fermentación	
100 .- (grano violeta+violeta parcial+pizarrosos)	70

Cuadro 14. Resumen del análisis físico del T1 del grano de cacao.

Con relación a los resultados físicos de esta muestra (en base a la prueba de corte) se puede apreciar que la muestra presenta un porcentaje de fermentación de 70% aceptable para la comercialización.

La muestra presenta defectos mínimos como son granos germinados debido a un mal proceso de recolección de granos sobre madurados, no se realizaron una correcta cosecha selectiva, se aprecia un aroma poco ácido, probablemente por no realizar un buen pre secado. En apariencia la muestra presenta una buena apariencia y calibre.

4.1.6.2. Tratamiento 2

En la evaluación de las muestras se efectuó de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas siguientes:

- NTP-ISO 1114-2006: GRANOS DE CACAO. Prueba de Corte.
- NTP-ISO 2451-2006: GRANOS DE CACAO. Especificaciones.

RESUMEN ANALISIS FISICO DEL CACAO EN GRANO	
Codigo de muestra	T2
Calibre (peso en 100 granos)	155.5
Olor	poco ácido
Color	Almendra, superficie blanca
Prueba de Corte	
Defectos físicos	En base a 100 granos
Granos Mohosos	0
Granos Pasillas	0
Granos Atacados por insectos	0
Granos germinados	1
Granos dobles, pegados, multiples	1
Granos partidos	0
Granos pizarrosos	0
Granos blanquesinos	7
Granos violeta	6
Granos parcial violeta	33
Grado de fermentación	
100 .- (grano violeta+violeta parcial+pizarrosos)	61

Cuadro 15. Resumen del análisis físico del T2 del grano de cacao.

Con relación a los resultados físicos de esta muestra (en base a la prueba de corte) se puede apreciar que la muestra presenta un porcentaje de fermentación de 61 % , notando un elevado número de granos parcialmente violeta, en olor del grano se siente ligero olor a maracuyá en el grano.

La muestra presente defectos resaltantes en forma física como son granos germinados, multiples, granos blanquecinos externos producto de cosecha de granos sobre madurados, su acidez en olor es bajo, el grano tiene buena apariencia y calibre de 1.55 gramos por grano.

4.1.6.3. Tratamiento 3

En la evaluación de las muestras se efectuó de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas siguientes:

- NTP-ISO 1114-2006: GRANOS DE CACAO. Prueba de Corte.

NTP-ISO 2451-2006: GRANOS DE CACAO. Especificaciones.

RESUMEN ANALISIS FISICO DEL CACAO EN GRANO	
Codigo de muestra	T3
Calibre (peso en 100 granos)	148.3
Olor	acido
Color	marron oscuro
Prueba de Corte	
Defectos físicos	En base a 100 granos
Granos Mohosos	0
Granos Pasillas	0
Granos Atacados por insectos	0
Granos germinados	2
Granos dobles, pegados, multiples	0
Granos partidos	0
Granos pizarrosos	0
Granos blanquesinos	0
Granos violeta	6
Granos parcial violeta	50
Grado de fermentación	
100 .- (grano violeta+violeta parcial+pizarrosos)	44

Cuadro 16. Resumen del análisis físico del T3 del grano de cacao.

Con relación a los resultados físicos de esta muestra (en base a la prueba de corte) se puede apreciar que la muestra presenta un porcentaje de fermentación de 44 %, notando un elevado número de granos parcialmente violeta, en olor del grano se siente ligero olor a maracuyá en el grano.

La muestra presente defectos resaltantes en forma física como son granos germinados producto de cosecha de granos sobre madurados, su acidez en olor es medio, el grano tiene buena apariencia y calibre.

4.1.6.4. Tratamiento 4

En la evaluación de las muestras se efectuó de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas siguientes:

- NTP-ISO 1114-2006: GRANOS DE CACAO. Prueba de Corte.
- NTP-ISO 2451-2006: GRANOS DE CACAO. Especificaciones.

RESUMEN ANALISIS FISICO DEL CACAO EN GRANO	
Codigo de muestra	T4
Calibre (peso en 100 granos)	157.2
Olor	poco ácido
Color	almendra
Prueba de Corte	
Defectos físicos	En base a 100 granos
Granos Mohosos	0
Granos Pasillas	0
Granos Atacados por insectos	0
Granos germinados	0
Granos dobles, pegados, multiples	0
Granos partidos	0
Granos pizarrosos	0
Granos blanquesinos	0
Granos violeta	6
Granos parcial violeta	39
Grado de fermentación	
100 .- (grano violeta+violeta parcial+pizarrosos)	55

Cuadro 17. Resumen del análisis físico del T4 del grano de cacao.

Con relación a los resultados físicos de esta muestra (en base a la prueba de corte) se puede apreciar que la muestra presenta un porcentaje de fermentación de 55 %, notando un elevado número de granos parcialmente violeta, en olor del grano se siente ligero olor a maracuyá.

La muestra presente no presenta defectos físicos, la acidez del grano es baja, el grano tiene buena apariencia y calibre.

4.2. ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS GRANOS SECOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L).

4.2.1. Tratamiento 1

La muestra en la evaluación sensorial presenta un balance en sus sabores, con aroma y sabor pronunciado a polvo de cacao y chocolate, acidez media cítrico, amargor propio del cacao y astringencia aceptable, presenta además atributos agradables como polvo cacao, panela, nuez y cítricos.

Lo más resaltante de esta muestra es la acidez cítrica que cuenta, se siente algunas notas acéticas producto de un mal proceso de pre secado para volatizar estos ácidos.

Otra recomendación puede ser realizar un fermentado con un buen pre-secado para evitar la acidez excesiva.

A esta muestra se le dio el panel de catadores en promedio 71.75 puntos, dicho panel estuvieron participando 02 catadores.

RANGO DE CALIDAD	
menor a 69%	cacao de baja calidad
70 a 79%	licor de buena calidad
mayor a 80%	licor de alta calidad

Cuadro 18. Rango de calidad según puntos en cata.

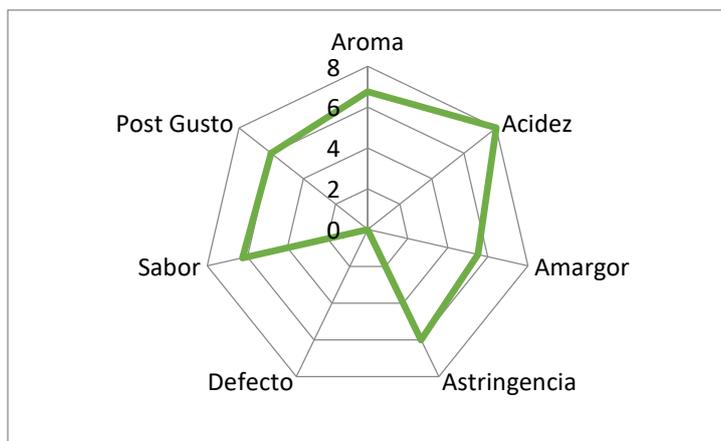


Figura 16. Intensidad de sabores y sensaciones del T1

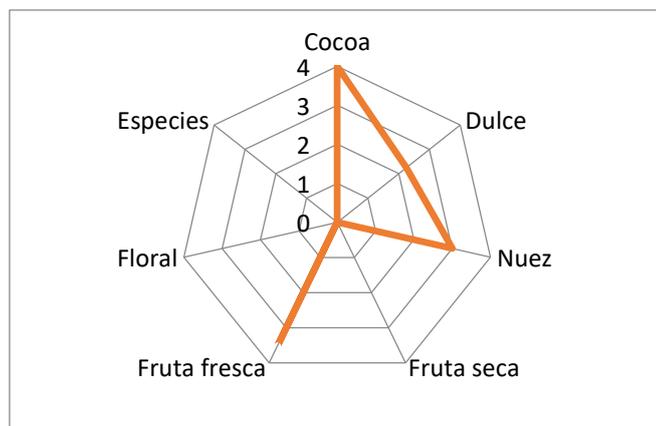


Figura 17. Perfil de sabor de la muestra del T1

4.2.2. Tratamiento 2

Esta muestra presenta un Aroma acético, nuez, vainilla, sabor a cacao, ligeramente caramelo nuez, pecana, frutas frescas maduras, cítrico; en el postgusto dejando una sensación astringente, amargo y algo láctico.

Este proceso se puede corregir buscando corregir un poco el proceso de fermentación más días o en su defecto mejorar el abrigo del grano, realizar una mejor selección de mazorcas para la fermentación, mejor secado del grano y volteos oportunos del cacao, la fuerte astringencia y amargo es producto del elevado % de grano parcialmente violetas encontrados en la muestra

A esta muestra le dio el panel de catadores en promedio 60.5 puntos.

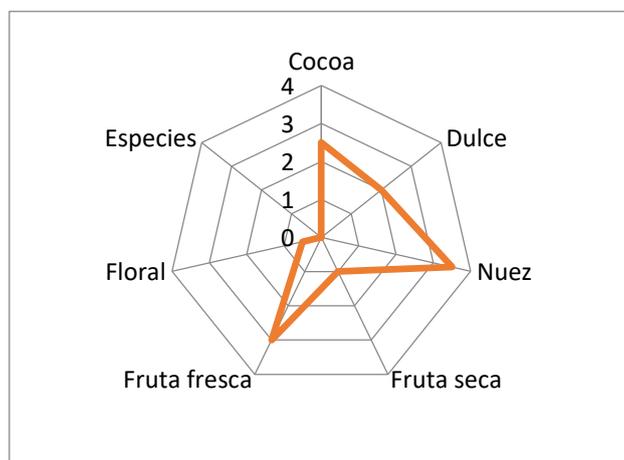
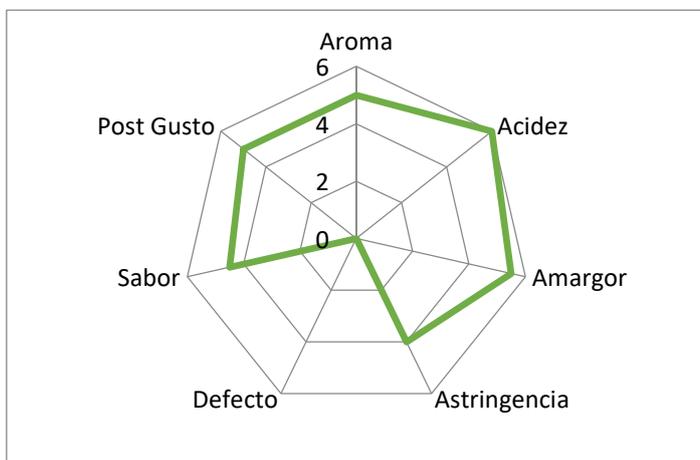


Figura 18. Intensidad de sabores y sensaciones del T2

Figura 19. Perfil de sabor de la muestra T2.

4.2.3. Tratamiento 3

Esta muestra presenta un Aroma acético, ligero láctico nuez sabor a cacao, ligeramente caramelo, nuez, pecana, frutas frescas maduras, ligero maracuyá; en el postgusto dejando un sabor cítrico, astringencia duradera.

Este proceso se puede corregir buscando corregir un poco el proceso de fermentación más días o en su defecto mejorar el abrigo del grano, realizar una mejor selección de mazorcas para la fermentación, mejor secado del grano y volteos oportunos del cacao, la fuerte astringencia y amargo es producto del elevado % de grano parcialmente violetas encontrados en la muestra.

A esta muestra el panel de catadores le dio un puntaje en promedio 67.47 puntos.

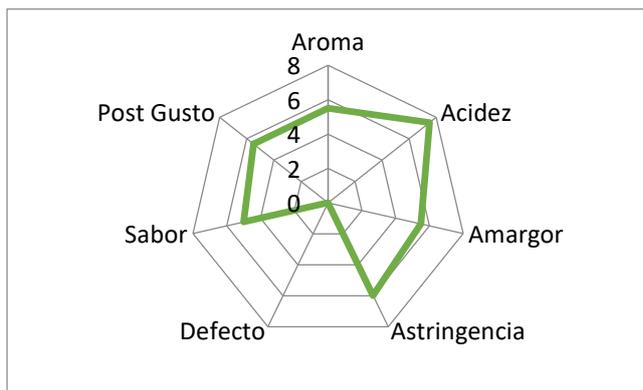


Figura 20. Intensidad de sabores y sensaciones del T3.

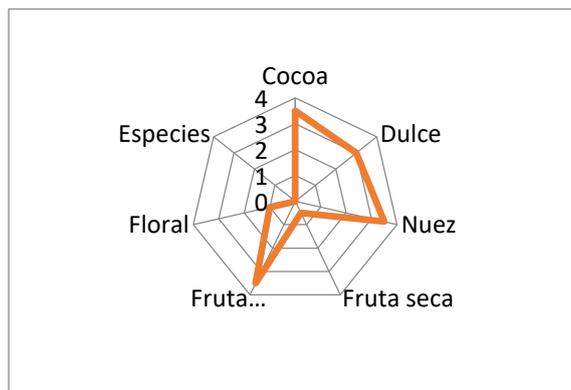


Figura 21. Perfil de sabor de la muestra T3

4.2.4. Tratamiento 4

Esta muestra presenta un Aroma acético, nuez, chocolate sabor a cacao, caña de azúcar, pecana, ligero floral, amargor y especias maderas; en el postgusto dejando un sabor astringente, amargo y ligeras notas láctico.

Este proceso se puede corregir buscando corregir un poco el proceso de fermentación más días o en su defecto mejorar el abrigo del grano, realizar una mejor selección de mazorcas para la fermentación, mejor secado del grano y volteos oportunos del cacao, la fuerte astringencia y amargo es producto del elevado % de grano parcialmente violetas encontrados en la muestra

A esta muestra le dio el panel de catadores en promedio 62.8 puntos.

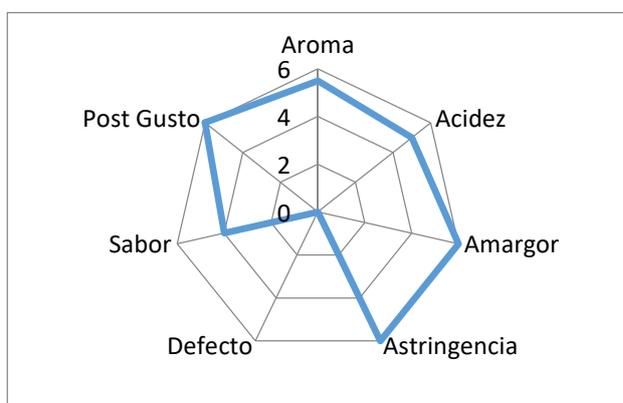


Figura 22. Intensidad de sabores y sensaciones del T4.

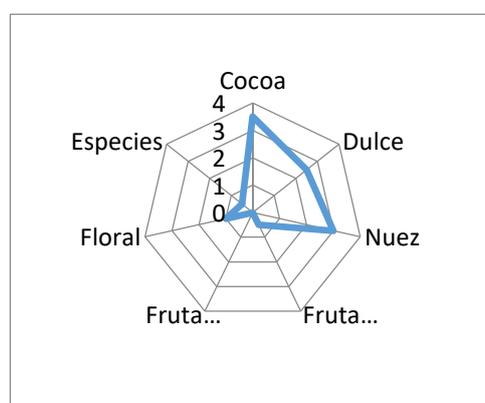


Figura 23. Perfil de sabor de la muestra T4.

4.2.5. Resumen de los perfiles de los granos secos de cacao (*Theobroma cacao* L.).

En cuanto al análisis del perfil de sabores de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), tal como se observa en el Cuadro 28A, se puede observar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad del perfil de especies 2.7%, el de perfil floral 5%, el perfil de fruta fresca fue de 8.6%, el de fruta seca fue de 3.5%, el de perfil nuez fue de 10.2%, perfil dulce de los granos secos fue de 9.2, y finalmente el perfil cocoa fue de 10%, el cual nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación del perfil de especies fue de $R^2 = 0.9876$, esto nos indica que el 98.76% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1.24% se debe a otros factores, el coeficiente de determinación del perfil floral fue de $R^2 = 0.9903$, esto nos indica que el 99.03% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.97% se debe a otros factores, el coeficiente de determinación del perfil fruta fresca fue de $R^2 = 0.9976$, esto nos indica que el 99.76% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.24% se debe a otros factores, el coeficiente de determinación del perfil fruta seca fue de $R^2 = 0.9842$, esto nos indica que el 98.42% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1.58% se debe a otros factores, el coeficiente de determinación del perfil nuez fue de $R^2 = 0.9839$, esto nos indica que el 98.39% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1.61% se debe a otros factores, el coeficiente de determinación del perfil dulce de los granos secos fue de $R^2 = 0.9001$, esto nos indica que el 90.01% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 9.99% se debe a otros factores, y finalmente el coeficiente de determinación del perfil cocoa de los granos secos fue de $R^2 = 0.9883$, esto nos indica que el 98.83% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1.17% se debe a otros factores.

Tratamiento	Cocoa	Dulce	Nuez	Fruta seca	Fruta fresca	Floral	Especies
T1	4.00a	2.25c	3.00b	0.10b	3.50 ^a	0.50b	0.00b
T2	2.00c	1.00d	1,50c	0.00c	2.00b	0.00c	0.00b
T3	3.50b	3.00a	3.50 ^a	0.50a	3.50 ^a	1.00a	0.00b
T4	3.50b	2.50b	3.00b	0.50a	0.00c	1.00a	0.46 ^a

Cuadro 19. Análisis sensorial de los perfiles de los granos secos de cacao (*Theobroma cacao* L.) según la escala de intensidad.

En relación al análisis sensorial de los perfiles de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, encontrándose lo siguiente:

En cuanto al análisis sensorial del perfil cocoa, se determinó que existen diferencias altamente significativas, siendo el T₁ (muestra sin adicción de zumo), presento el mayor promedio en cuanto a esta variable obteniendo un promedio de 4, no existiendo diferencias significativas entre el T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), y el T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), con un promedio de 3.5, y finalmente el T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), quien presento el menor promedio con una puntuación promedio de 2 en una escala de intensidad del 0 al 5.

En cuanto al análisis sensorial del perfil dulce, se determinó que existen diferencias altamente significativas, siendo el T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), el tratamiento que presento el mayor promedio en cuanto a esta variable obteniendo un promedio de 3, seguido del T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), quien obtuvo un promedio de 2.5, seguido del T₁ (muestra sin adicción de zumo), quien obtuvo un promedio de 2.25, y finalmente el T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), quien presento el menor promedio con una puntuación promedio de 1 en una escala de intensidad del 0 al 5.

De acuerdo al análisis sensorial del perfil nuez, se determinó que existen diferencias altamente significativas, siendo el T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), presento el mayor promedio en cuanto a esta

variable obteniendo un promedio de 3.5, el T₁ (muestra sin adicción de zumo), y el T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), no presento diferencias significativas obteniendo un promedio de 3, y finalmente el T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), quien presento el menor promedio con una puntuación promedio de 1.5 en una escala de intensidad del 0 al 5.

En cuanto al análisis sensorial del perfil fruta seca, se determinó que existen diferencias altamente significativas entre el T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), y el T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), con un promedio de 0.5, seguido del T₁ (muestra sin adicción de zumo), presento un promedio de 0.1.

En cuanto al análisis sensorial del perfil fruta fresca, se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos T₁ (muestra sin adicción de zumo), y T₃ (15% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), quienes obtuvieron un promedio de 3.5, seguido del T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), quien presento el menor promedio con una puntuación promedio de 0.1 en una escala de intensidad del 0 al 5.

En cuanto al análisis sensorial del perfil floral, se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos T₃ (Sustitución del 15% del peso de 5kg de cacao en baba por zumo de maracuyá), y el T₄ (Sustitución del 20% del peso de 5kg de cacao en baba por zumo de maracuyá), con un promedio de 1, seguido del T₁ (muestra de cacao sin tratamiento), presento un promedio de 0.5.

En relación al análisis sensorial del perfil especies de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), se determinó que solo el T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), presento olor a especie con un promedio de 0.46, mientras que el T₁, T₂ y T₃ no presentaron un perfil sensorial en cuanto a esta variable.

Con los resultados observados se demuestra que a mayor adición de zumo de maracuyá influye de manera significativa en las características organolépticas, haciendo que baje el sabor característico del cacao; en la siguiente figura se detalla el perfil de sabores de cada tratamiento.

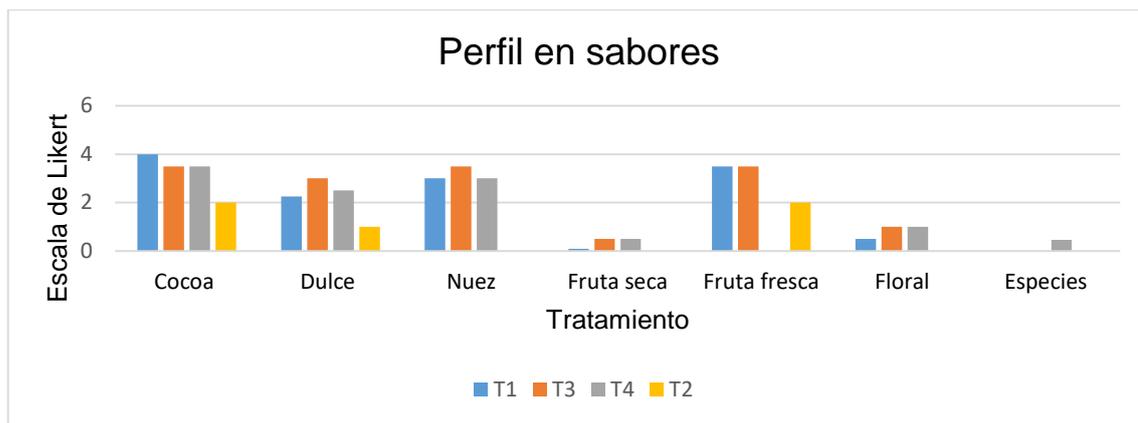


Figura 24. Prueba sensorial del perfil de sabores de los granos secos del cacao (*Theobroma cacao* L).

Cedeño (2010), nos comenta que un cacao fino en su mayoría constituye un 80 % de granos bien fermentados, las cuales presentan características exquisitas de aroma y sabor a cacao, con los resultados obtenidos en la investigación concluimos que los tratamientos arrojaron en cuanto al grado de fermentación fueron menor del 70%, Cubillos (2008), menciona que los cambios bioquímicos y reacciones enzimáticas en el interior son los responsables de los sabores característicos al chocolate siendo el tratamiento 2 el que mantiene las características propias al cacao respecto al tratamiento 1 (muestra sin zumo de maracuyá).

Batista(2015), nos indica que respecto al manejo de poscosecha, existen numerosos estudios de fermentación los cuales precisan y detallan en forma objetiva dicho procesos en los cuales se reportan sobre transformaciones bioquímicas y el desarrollo de los precursores del aroma y sabor. Esta parte suele ser la más importante y se completan con el secado y la torrefacción desprendiendo los polifenoles.

V. CONCLUSION.

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación se llegó a la siguiente conclusión:

- El T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), logró mantenerse a una temperatura cercana respecto al T₁ (muestra sin adicción de zumo) en comparación al resto, haciendo que el tiempo de fermentación no varié.
- El T₄ (20% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba), tuvo una disminución significativa del porcentaje de humedad en comparación al T₁ (muestra sin adicción de zumo), indicando que a mayor porcentaje de zumo de maracuyá en los tratamientos mayor es la disminución.
- Para el índice de acidez y el potencial de hidrogeno (ph) la investigación nos mostró, que, a mayor porcentaje del zumo de maracuyá, mayor será la acidez, en comparación al T₁ (muestra sin adicción de zumo), mientras que el potencial de hidrogeno disminuirá.
- En cuanto al análisis sensorial del perfil de los granos secos se determinó que, a mayor porcentaje de zumo de maracuyá, incrementa el grado de dulzor, el sabor a nuez, y fruta seca, pero disminuye significativamente el perfil sabor de cocoa, y fruta fresca, pero incrementa el nivel de amargor, astringencia.
- El T₂ (10% zumo de maracuyá en base a 5kg de cacao en baba) mantiene las características organolépticas, propias del cacao, dando ligeros toques de sabor a maracuyá se mantiene cercano al tratamiento uno.

VI. RECOMENDACION.

De acuerdo con la presente investigación se plantea las siguientes recomendaciones:

- Continuar evaluando el efecto del zumo de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.), como agregado en las características organolépticas durante el proceso de fermentación del cacao CCN51 (*Theobroma cacao* L.), en porcentajes menores al 10%.

- Realizar estudios donde se agregue diferentes zumos de frutas (piña, arazá) al cacao fresco (cacao en baba) con diferentes clones de cacao, con la intención de incrementar algunas características organolépticas de los granos secos.

VII. LITERATURA CITADA.

- Adriazola, J. 2003. Producción del alimento de los dioses (*Theobroma cacao L.*); Universidad Nacional Agraria de la Selva. págs. 6, 17, 65.
- ACEBEY, G y ROGRIGUEZ, A. (2002). Manual sobre el Manejo Post – Cosecha del Cacao. Editado por CONACADO. República Dominicana. 47 p.
- Álvarez, C., Pérez, E., Lares, M. 2007. Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas y secas y tostadas cultivadas en la Región de Cuyagua, Estado Arauja. Caracas-Venezuela. Revista Agronomía Tropical 57(4): 249-256.
- Amaranto Claudia, (2019), tesis Efecto de la adición de jugo de maracuyá (*Passiflora edulis*) y harina de chíá (*Salvia hispanica L.*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en caramelos de goma. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO. https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5780/1/RE_IND.ALI_M_CLAUDIA.AMARANTO_JUGO.DE.MARACUYA_DATOS.PDF.
- Amarilla, J. 2011. “Estudio de productividad, sanidad y perfiles organolépticos de clones internacionales de cacao (*Theobroma cacao L.*) introducidos en la zona de Quevedo”. Universidad Técnica Estatal De Quevedo
- Amores, F. 2004. “Cacaos Finos y Ordinarios”. Taller Internacional de Calidad Integral de cacao Teoría y Práctica (15 - 17 nov. / 2004, Quevedo-Ecuador) Memorias INIAP. Quevedo, Ecuador, p. 37.
- Amores, F. 2006. Influencia del tiempo de fermentado y el tostado sobre el desarrollo de compuestos aromáticos asociados al sabor a chocolate en almendras de cacao de la variedad nacional. Programa Nacional de Cacao del INIAP, Ecuador. 15e conferencia internacional sobre investigaciones del cacao.
- Amores, F. 2007. Comportamiento del perfil organoléptico de los cacaos CCN-51 y Nacional en respuesta a la introducción del pre-secado de las almendras

en el protocolo de fermentación. Obtenido de iniap.gob.ec:
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1676>.

ANACAFE. 2015. Cultivo de cacao. Obtenido de anacafe.org:
http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo_de_cacao.

ANECACAO. (17 de Noviembre de 2015). Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. Obtenido de anecacao.com:
<http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/cacaoccn51.html>

Angulo, J. 2000. Caracterización de la semilla de cacao criollo, forastero amazónico y trinitario de la localidad de cumboto , estado aragua. Estado Aragua Venezuela: 2000, Agronomía Tropical, Vol. 51. 2.

Armijos, A. 2002. Caracterización de acidez como parámetro químico de calidad en muestras de cacao (*Theobroma cacao* L.) fino y ordinario de producción Nacional durante la fermentación. Obtenido de iniap.gob.ec:
http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion_organoleptica_cacao%20_Theobroma%20cacao%20L._seleccion_arboles_%20perfiles_sabor_interes_comercial.pdf

Badui, S. 1984. Química de los alimentos. Segunda reimpresión Editorial Alhambra-México.

Batista, L. 2009. Guía técnica, el cultivo de cacao. Recuperado el 2 de febrero del 2018 de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3096>.

Batista NN, Ramos CL, Ribeiro DD, Pinheiro ACM, Schwan RF. 2015. Dynamic behavior of *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia kluyveri* and *Hanseniaspora uvarum* during spontaneous and inoculated cocoa fermentations and their effect on sensory characteristics of chocolate. *LWT-Food Science and Technology*. 63(1):221–227. doi: 10.1016/j.lwt.2015.03.051.

Bravo, N; Mingo, F. 2011. Valoración de tres métodos de fermentación y secado para mejorar la calidad y rentabilidad del cacao fino de aroma (*Theobroma cacao* L) en la parroquia Panguintza del cantón Centinela del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe.

- Bekele, F., Buttler, R. 2000. Proposed short list cocoa descriptors for characterization. In Eskes, A.B., Engels, J.M., Lass, R.A. eds. Working procedures for cocoa germplasm evaluation and selection (Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI project Workshop 1–6 February 1988–Montpellier, France). Rome, Italy. IPGRI. p 41-48.
- Braudeau, J. 1970. Cacao. Técnicas Agrícolas y Producciones. Barcelona-España. p. 299.
- CANACACAO. 2007. Asociación Cámara Nacional de Cacao Fino de Costa Rica. Obtenido de canacacao.org: <http://www.canacacao.org>.
- Castro Julio, Paredes Cesar Y Muñoz Dacio (2010). Cultivo de Maracuya. Gerencia Regional Agraria la Libertad. http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA_0.pdf
- Carrión, J. 2012. Universidad San Francisco de Quito. Obtenido de Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51, Jama-Manabí.: <http://repositorio.usfq.edu.ec/>
- Cedeño, P. 2010. Determinación de perfiles organolépticos en ocho grupos de cacao mediante la degustación de licor de cacao y chocolates oscuros elaborados artesanalmente. Tesis Ing. Agroindustrial. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Manabí Ecuador.
- Clough, Y., Dadang, P., Ramadhanil, P. and Teja, T. 2009. Local and landscape factors determine functional bird diversity in Indonesian cacao agroforestry. *Biological Conservation*, 142(5): 1032-1041.
- Coexa. (2017). Guía de buenas prácticas de cosecha, fermentación y secado para la producción de cacaos especiales. Recuperado el Septiembre de 2020, de https://www.swisscontact.org/_Resources/Persistent/d/3/b/f/d3bfbb5a8d042f05cbf5533494e288f2c52800b8/Guia_de_buenas_practicas_de_poscosecha.pdf
- Cubillos, G. 2008. Manual de beneficio de cacao. Obtenido de

chocolates.com.co:https://chocolates.com.co/sites/default/files/default_images/manual_beneficio_cacao.pdf

Del Aguila (2016), prueba preliminar de fermentación de granos de cacao variedad CCN51 en cajas de poliestireno con adición de zumo de maracuyá en un porcentaje de 20% en base al peso de cacao en baba. Universidad Nacional de Ucayali.

Erazo Gavilanes Carmen (2019). "Diseño de un fermentador y secador solar piloto, para dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L), en el cantón el empalme provincia Guayas". Universidad Internacional SEK. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3361/1/FERMENTACION%20DE%20CACAO.pdf>.

Enríquez, G. 2004. Cacao Orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Botánica del cacao. Grupos genéticos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Manual N° 54. Quito - Ecuador. p. 51-54. https://books.google.com.ec/books?id=FZozAQAAMAAJ&printsec=frontcover&dq=cacao+organico&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwipv_7bvO3KAhUGkx4KH Y6ZDWUQ6AEIGzAA#v=onepage&q&f=false.

Fennema, O. 2000. Química de alimentos. Segunda edición. Editorial Acribia, Zaragoza (España). pp. 593, 669, 805, 1191.

Fernández, A. 2011. Chemical and physicochemical characteristics changes during passion fruit uice processing. Ciencia y tecnología de alimentos.

Fito, P., Le Maguer, M., Betoret, N., and Fito, P.J. 2007. Advanced food process engineering to model real food and processes: The "SAFES" methodology. *Journal of Food Engineering*. 83(2): 173-185.

García, A. P. (2000). "Caracterización microbiana, bioquímica y cinética del proceso de fermentación tradicional durante el beneficio de cacao". Tesis para optar el grado de Magíster en Ciencias (Ingeniería Química) Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa México D. F.

- Giannakourou, M. 2001. Development and assessment of an intelligent shelf life decision system for quality optimization of the food chill chain. *Journal of Food Protection* 64(7): 1 051-1 057.
- Gonzales Ortiz y Jaime Jaime. (2005.). Desarrollo experimental del proceso para la obtención de jugo derivado del mucilago del cacao en la universidad industrial de Santander.
- Guamán, C. 2007. Estudio de factibilidad para el cultivo de “cacao 51” en la parroquia Cristóbal Colon de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados y su comercialización. Obtenido de repositorio.usfq.edu.ec: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2533/1/104270.pdf>
- Guerrero Dante, “et al 5” (2012). Diseño de la línea de producción de chocolate orgánico en el repositorio institucional PIRHUA.
- Gutiérrez, M. (2007). Manual DE Prácticas de Control de Calidad de Cacao en Centro de Acopio. APPROCAP. PIURA.
- INDECOPI, .2008. Manual de Buenas Prácticas para la cosecha y beneficio del cacao, Aplicación de la **NTP** 208.040:2008. Q&P impresores. Lima - Perú. Primera edición Julio 2008. 32 p.
- INIAP. 2010. Cultivo de maracuya. Estacion Experimental Agraria Donoso – Huaral. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/161/1/Cultivo_maracuya_2010.pdf
- INIAP. 2008. Beneficios del Cacao. Estacion Experimental Portoviejo - Nucleo de transferencia y comunicacion, 4, 8, 9, 13, 14. Portoviejo, Manabi, Ecuador: INIAP.
- Inga Valenzuela Jubet Yemerson (2017). “Estudio de los tiempos de drenaje, fermentación y remoción del cacao criollo (*Theobroma cacao L.*)”. Universidad Nacional Agraria De La Selva. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1425/IVJY_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Jordan, M. J.; Goodner, K. L.; Shaw, P. E. 2002. Characterization of the Aromatic Profile in Aqueous Essence and Fruit Juice of Yellow Passion Fruit (*Passiflora edulis Sims F. Flavicarpa degner*) by GC-MS and GC/O. J. Agric. Food Chem. 50: 1543-1528.
- Juran, J.M., Bingham, R.S., Gryna, F.M. 2005. Manual de Control de la Calidad. 2ª ed. Reverté. Barcelona, España. 1534 pp.
- Lemus, M., Graziani de Fariñas, L., Ortiz de Bertorelli, L., Trujillo de Leal, Y.A. 2002. Efecto del mezclado de cacaos tipos Criollo y Forastero de la localidad de Cumboto sobre algunas características físicas de los granos durante la fermentación. Agron. Trop. 52(1): 45-58.
- Loayza lozano Wilfredo (2014). Influencia de la frecuencia de remoción, durante la fermentación, en la calidad sensorial del cacao (*Theobroma cacao*, L.) de Satipo. Universidad Mayor de San Marcos. Facultad de Ingeniería Química. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3877>.
- Mundaca Vidarte, George Antonio (2016), Análisis de la calidad del grano de cacao mediante imágenes hiperespectrales usando técnicas de visión artificial. Universidad de Piura. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2756>.
- Navia, O. A. y Pazmiño, P. N. V. (2012). "Mejoramiento de las características sensoriales del cacao CCN51 a través de la adición de enzimas durante el proceso de fermentación". Tesis para optar los grados de Ingeniero de Alimentos. Guayaquil-Ecuador.
- Nogales, J. (2006). Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera. Agronomía Tropical, 56(1), 5–20.
- Nogales, J. (2017). Poscosecha del Cacao. Obtenido de Métodos de Fermentación: <https://poscosechacacao.blogspot.com/2017/08/metodos-de-fermentacion.html>
- Nosti, J. (2002) Cacaco, cafe y té. Barcelona,España. :(colección Agrícola Salvat). págs. 74-81 , 304-322.

- Ortiz Ligia, Camacho Gustavo Y Graziani Lucia. Efecto del secado al sol sobre la calidad del grano fermentado de cacao. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía, Maracay. Instituto de Química y Tecnología. Venezuela. Apdo 4579. Maracay 2101, estado Aragua. Venezuela. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2009000200001.
- Palacios, A. 2008. Establecimientos de parámetros (físicos, químicos y organolépticos) para diferenciar y valorizar el cacao (*Theobroma cacao* L.) producido en dos zonas identificadas al norte y sur del litoral ecuatoriano. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Manabí. EC. 257 p.
- Panduro Cardozo (2017), Efecto de la fermentación de Cacao (*Theobroma cacao* L.) de la colección CCN-51, utilizando cajas de poliestireno y cajas de madera en el distrito de Irazola, región Ucayali – Universidad Nacional de Ucayali.
- Pérez, M. (2017). Instructivo de Buenas Practicas de cosecha y post-cosecha del cacao. Obtenido de https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Colombia/Documents/Guia_de_buenas_practicas_de_poscosecha.pdf
- Paredes, M. 2000, Rehabilitación - Renovación de cacao. Convenio con USAID/CONTRADROGAS. págs. 37- 46.
- Paredes. 2003. Manual de cultivo del cacao. Obtenido de infocafes.com: <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/215.pdf>.
- Perea, J., Ramírez, O., Villamizar, A. 2010. Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano (en línea). UNICAUCA. Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial. 9(1): 35-42.
- Pereira, J. K. H. (2015). "Obtención a escala laboratorio de poli fenoles a partir de la cáscara de cacao y su utilidad como aditivo conservante de aceites vegetales comestibles". ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL Facultad. Recuperado a partir de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/38266>

- Piedra, J., Avendaño, C., González, N., & López, S. (2016). Influencia del tipo de cacao (*Theobroma cacao* L) en las características del fermento y secado. Obtenido de <https://cefaecuador.org/productos/cacao/>
- Pons, J. 2002. Manual de Capacitación. Obtenido de fao.org: <http://www.fao.org/docrep/004/ad094s/ad094s07.htm>
- Reyes, H., Vivas, J., & Romero, A. (Enero-Marzo de 1999). La calidad en el cacao. I. Factores determinantes de la calidad. Obtenido de FONAIAP: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd61/calillac.html
- Robles, A. (2009). *Cultivo de maracuyá*. Trujillo-Perú. Retrieved from http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL DEL CULTIVO DE MARACUYA_0.pdf.
- Rodríguez, J. (2011). Estudio de los compuestos volátiles de *Theobroma cacao* L., durante el proceso tradicional de fermentación, secado y tostado, 20. Retrieved from: [http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/8918/Tesiss Jacobo Rodríguez-Volátiles cacao.pdf?sequence=1](http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/8918/Tesiss%20Jacob%20Rodr%C3%ADguez-Vol%C3%A1tiles%20cacao.pdf?sequence=1)
- Romero – Urrego (2016). Estudio del cacao en el Perú y el mundo. Ministerio de Agricultura y Riego - Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. Primera edición. <https://camcafeperu.com.pe/admin/recursos/publicaciones/Estudio-cacao-Peru-y-Mundo.pdf>
- Sánchez, C. 2010. El chocolate amargo en la cocina cuencana actual, nuevas recetas.
- Sánchez, V. 2007. iniap.gob.ec. Obtenido de Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial.: http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion_organoleptica_cacao%20_Theobroma%20cacao%20L._seleccion_arboles_%20perfiles_sabor_interes_comercial.pdf

- Sánchez, J. (2015). Evaluación de las características de los granos de cacao previamente fermentados. Obtenido de <http://cacao.analisis.com>
- Santa Cruz Fernández Victor. (2008). Análisis de la cadena de cacao en la región piura. Pidecafe. Piura
- Swi-Bea, W. 1996. Tropical Fruits. En: Processing Fruits: Science and Technology- Vol. 2. (Eds. Somogyi, L.; Barrett, D. M.; Y. H). Techmonic Publishing AG. Pennsylvania, EUA.
- Vera, J. 1993. Origen del cacao, botánica y clasificación del cacao en manual del cultivo de cacao. Segunda edición, Manual número 25. Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP, Quito- Ecuador. p. 8- 16.
- Wilson, H. (2019). Perfect Daily Grind. Obtenido de <https://perfectdailygrind.com/es/2019/06/28/que-sucedede-durante-la-fermentacion-delcacao/>
- Wood, G. 1982. Cacao, Trad. por Marino, Primera edición en español, Compañía Editorial Continental S.A., México D.F. p. 255-274.
- Zambrano, A., Romero, C., Gómez, A., Ramos, G., La Cruz, C., Brunetto, M., Gallignani, M., Gutiérrez, L., Delgado, Y. 2010. Evaluación química de precursores de aroma y sabor del cacao Criollo merideño durante la fermentación en dos condiciones edafoclimáticas. *Agronomía Tropical* 60(2): 211-219

VIII. ANEXO.

Cuadro 20 A. Análisis de varianza de la temperatura de la parte inferior de los granos del cacao (*Theobroma cacao* L.).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	11.1099	3.70330	182.88	0.00
Error	8	0.1620	0.02025		
Total	11	11.2719			

$R^2 = 98.02$; C.V. = 0.1423

Cuadro 21A. Análisis de varianza de la temperatura de la parte inferior de los granos del cacao (*Theobroma cacao* L.).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	28.4187	9.47290	2363.30	0.00
Error	8	0.0321	0.00401		
Total	11	28.4508			

$R^2 = 98.8$; C.V. = 0.063

Cuadro 22A. Análisis de varianza de la temperatura de la parte inferior de los granos del cacao (*Theobroma cacao* L.).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	19.3334	6.44447	1095.38	0.00
Error	8	0.0471	0.00588		
Total	11	19.3805			

$R^2 = 99.76$; C.V. = 0.077

Cuadro 23A. Análisis de varianza del grado de fermentación de los granos del cacao (*Theobroma cacao* L.).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	1078.25	359.417	17252.00	0.00
Error	8	0.17	0.021		
Total	11	1078.42			

$R^2 = 99.98$; C.V. = 0.1443

Cuadro 24A. Análisis de varianza de la humedad de los granos frescos de los granos del cacao (*Theobroma cacao* L.).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	4.64170	1.54723	325.16	0.00
Error	8	0.03807	0.00476		
Total	11	4.67977			

$R^2 = 99.16$; C.V. = 0.069

Cuadro 25A. Análisis de varianza de la humedad de los granos frescos de los granos del cacao (*Theobroma cacao* L.).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	0.33243	0.11081	9.36	0.005
Error	8	0.09473	0.01184		
Total	11	0.42717			

$R^2 = 77.82$; C.V. = 0.1088

Cuadro 26A. Análisis de varianza del grado de acidez de los granos durante el proceso de fermentación.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	1.97003	0.656675	128.76	0.000
Error	8	0.04080	0.005100		
Total	11	2.01083			

$R^2 = 97.97$; C.V. = 0.071

Cuadro 27A. Análisis de varianza del pH de los granos de cacao durante el proceso de fermentación.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	3.01980	1.00660	3097.23	0.000
Error	8	0.00260	0.00033		
Total	11	3.02240			

$R^2 = 99.91$; C.V. = 0.021

Cuadro 28A. Análisis de varianza del perfil especies de los granos secos del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	0.483025	0.161008	212.32	0.000
Error	8	0.006067	0.000758		
Total	11	0.489092			

$R^2 = 98.76$; C.V. = 0.027

Cuadro 29A. Análisis de varianza del perfil floral de los granos secos del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	2.06250	0.687500	272.28	0.000
Error	8	0.02020	0.002525		
Total	11	2.08270			

$R^2 = 99.03$; C.V. = 0.05

Cuadro 30A. Análisis de varianza del perfil fruta fresca de los granos secos del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	24.7500	8.25000	1100.00	0.000
Error	8	0.0600	0.00750		
Total	11	24.8100			

$R^2 = 99.76$; C.V. = 0.086

Cuadro 31A. Análisis de varianza del perfil fruta seca de los granos secos del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	0.62250	0.207500	166.00	0.000
Error	8	0.01000	0.001250		
Total	11	0.63250			

$R^2 = 98.42$; C.V. = 0.0035

Cuadro 32A. Análisis de varianza del perfil nuez de los granos secos del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	6.75000	2.25000	225.00	0.000
Error	8	0.08000	0.01000		
Total	11	6.83000			

$R^2 = 98.39$; C.V. = 0102

Cuadro 33A. Análisis de varianza del perfil dulce de los granos secos del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	6.51563	2.17188	267.31	0.000
Error	8	0.06500	0.00813		
Total	11	6.58063			

$R^2 = 90.01$; C.V. = 009

Cuadro 34A. Análisis de varianza del perfil cocoa de los granos secos del cacao (*Theobroma cacao* L).

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	3	6.75000	2.25000	225.00	0.000
Error	8	0.08000	0.01000		
Total	11	6.83000			

$R^2 = 98.83$; C.V. = 01



Figura 25A. Obtención y selección de las mazorcas de cacao.



Figura 26A. Selección de frutos de maracuyá, para la elaboración del zumo para los diferentes tratamientos.



Figura 27A. Granos de cacao fresco con mucilago listos para la instalación de la tesis.



Figura 28A. Preparación de zumo de maracuyá, para la instalación de los tratamientos de la tesis.



Figura 29A. Secado de los granos de cacao de diferentes tratamientos.



Figura 30A. Prueba de corte, para determinar el grado de fermentación de los granos secos de cacao.



Figura 31A. Muestra tratamientos y repeticiones de los granos de cacao con diferentes concentraciones de zumo de maracuyá.



Figura 32A. Supervisión de jurado de tesis al módulo experimental.



Figura 33A. Supervisión de jurado de tesis en los ambientes del laboratorio de suelo, durante el análisis fisicoquímico.



Figura 34A. Preparación de muestras para el análisis fisicoquímico.

Análisis Sensorial de Cacao					
Catador: Ing. Juan carlos balcazar					
Muestra : T1		Fecha: 20/06/19			
		Intensidad (0-5)	Descriptor	Calidad (0-10)	Puntaje en Calidad
Aroma		3	chocolate, nuez, melaza, citrico, acido acetico lijero	10	7
Acidez		2	lijero mandarina	10	8
Amargor	Intensidad 0 a 2.5: ≥ 5 en calidad 2.5 a 5: ≤ 5 en calidad	2	toronja	10	6
Astringencia		2	toronja	10	7
Defectos		0		20	20
S a b o r	Cocoa	4	cocoa	20	12
	Dulce	2.5	panela, melaza		
	Nuez	3	almendras		
	Frutas secas	0			
	Frutas frescas	3	'citrlicos		
	Floral	0			
	Especies	0			
Otros					
Post Gusto		3	dulce, astringente, lijero amrgo	10	6
			PUNTOS DE CATADOR	10	7
Puntaje de Calidad Final				100	73
Comentarios					
Muestra sabor chocolate,cocoa, melaza, citrico, lijero acetico, panela, almendras, en post gusto queda dulce, al inicio astringente con un ligero amargor en sabor de boca.					

ESCALA DE INTENSIDAD

0	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---

AUSENTE APENAS
AUSENTE PRESENTE CARACTERIZA
LA MUESTRA DOMINANTE EXTREMO

ESCALA DE CALIDAD

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

PESIMO MALO REGULAR BUENO EXCELENTE

Defectos en cacao

1	moho
2	tierra
3	crudo
4	contaminantes
5	descomposiciones

Figura 35A. Análisis sensorial del cacao.

Control de calidad granos de cacao							Versión 006 25 05 2013	
Convencional <input checked="" type="checkbox"/>		Fairtrade		EU 2092/91 <input type="checkbox"/>	NOP <input type="checkbox"/>	RFA <input type="checkbox"/>		
País: Perú			Lugar muestreo:					
Proveedor:			Numero de Sacos					
Referencia:			kg. BRUTO					
Lote: 72			Kg. Neto					
Análisis de laboratorio								
Humedad: max. 7% <input type="checkbox"/>		Cadmio: <input type="checkbox"/>		Contenido de grasa: <input type="checkbox"/>		Pesticida: <input type="checkbox"/>		pH (Rango 1 a 8.2) <input type="checkbox"/>
Factura:								
Apariencia del grano								
Tamaño:		pequeño <input type="checkbox"/>		mediano <input type="checkbox"/>		grande <input checked="" type="checkbox"/>		Apariencia:
Forma:		alargado <input checked="" type="checkbox"/>		redondo <input type="checkbox"/>		Homogeneidad:		Concha / pulpa suelta:
								1 2 3 4 5
								- +
						Color:		marrón claro <input type="checkbox"/>
								marrón oscuro <input type="checkbox"/>
								almendra <input checked="" type="checkbox"/>
								marrón - rojizo <input type="checkbox"/>
								superficie blanca <input checked="" type="checkbox"/>
								otros <input type="checkbox"/>
Olor del grano entero								
Acidez:		muy ácido <input type="checkbox"/>		ácido <input type="checkbox"/>		poco ácido <input checked="" type="checkbox"/>		Característica:
								típico <input checked="" type="checkbox"/>
								atípico <input type="checkbox"/>
Olor del grano después del corte								
Acidez:		muy ácido <input type="checkbox"/>		ácido <input type="checkbox"/>		poco ácido <input checked="" type="checkbox"/>		Característica:
								típico <input checked="" type="checkbox"/>
								atípico <input type="checkbox"/>
Corte	1	2	3	4	5	6	X	CLASIFICACIÓN
Peso de 50 Granos (gr)	76.6	78.9					155.5	1 Grado 2
Insectos								DEFECTOS (Incluidos los pizarrosos)
Moho								TOTAL max. 5% TOTAL max. 6%
Partidos								GRANOS PIZARROSOS
Granos pasilla:								max. 3% max. 5%
Germinados:	1						1	GRANOS MOHOSOS
Múltiples:		1					1	3% 4%
Blanquecinos:	3	4					7	GRANOS VIOLETAS
Pizarrosos:								max. 15% max. 20%
TOTAL defectos:							9	RESULTADO FINAL
Parcialmente violeta:	14	18					32	Promedio Peso 1.55
Violeta:	4	2					6	Promedio Pizarrosos -
Granos claros:	5	6					11	Promedio Moho -
Observaciones:	Elevada grado parcial violeta y violeta, arena blanquecina externa y insecto del secado.							Promedio Defectos 9
Examinado por:	Sig. Juan Carlos Balazac		Fecha:	20/06/19		A Grado 1 <input type="checkbox"/>		Promedio P. Violetas 32
[Firma]						B Grado 2 <input type="checkbox"/>		Promedio Violetas 6
						C Grado 3 <input type="checkbox"/>		Bien Fermentado 62
								Promedio claros 41
50 semillas por corte								

Figura 36A. Control de calidad de los granos de cacao.