

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE
TEMPERATURA Y TIEMPO DURANTE EL PROCESO DE
TOSTADO EN TAMBOR ROTATORIO Y ESTUFA PARA LA
OBTENCIÓN DE LA PASTA DE COPOAZÚ (*Theobroma
grandiflorum*), EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA-MDD”**

Tesis presentada por:

Bach. MACEDA TRIGOSO, Flor de Liz

Bach. DEA CAHUANA, Lara Elizabeth

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agroindustrial

Asesor:

Ing. DIAZ VITERI, Javier Eduardo

PUERTO MALDONADO – PERU

– 2019-

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE
TEMPERATURA Y TIEMPO DURANTE EL PROCESO DE
TOSTADO EN TAMBOR ROTATORIO Y ESTUFA PARA LA
OBTENCIÓN DE LA PASTA DE COPOAZÚ (*Theobroma
grandiflorum*), EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA-MDD”**

Tesis presentada por:

Bach. MACEDA TRIGOSO, Flor de Liz

Bach. DEA CAHUANA, Lara Elizabeth

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agroindustrial

Asesor:

Ing. DIAZ VITERI, Javier Eduardo

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, el privilegio de vivir, por su infinita bondad, por darme salud, fortaleza, responsabilidad y sabiduría, por haberme permitido culminar un peldaño más de mis metas, y porque tengo la certeza y el gozo de que siempre va a estar conmigo guiándome por el buen camino.

A mi amado esposo por su apoyo incondicional en todo momento de vida, por su innegable dedicación, amor y paciencia.

A mi hijo, que es el regalo más precioso que Dios me dio para amarlo y cuidarlo.

A mis Padres, por haber estado conmigo apoyándome siempre, por su amor y comprensión. Por enseñarme a perseverar en toda ocasión, y por la confianza que siempre tienen en mí.

A mis hermanos, por formar parte de mi vida, y por estar siempre unidos.

Flor de Liz Maceda Trigoso

Dedico este trabajo a Dios, por haberme guiado y brindado las actitudes necesarias para llegar a lograr mi objetivo.

A mi familia, especialmente a mis padres y a mi hija por ser el pilar fundamental en lo que soy, a mis hermanas por su apoyo incondicional.

A mis amigos que de alguna u otra manera formaron parte de las alegrías y tristezas que se viven durante esta trayectoria.

Lara Elizabeth Dea Cahuana

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos agradecer a Dios por acompañarnos, guiarnos en toda esta etapa de nuestras vidas y ser nuestra fortaleza en momentos de debilidad, asimismo por brindarnos una vida llena de aprendizajes y experiencias.

A la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, a los docentes de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial que contribuyeron a nuestra formación académica durante nuestra etapa universitaria.

Al **Ing. Javier Eduardo Díaz Viteri**, por su amistad, por compartir sus conocimientos, experiencias durante nuestra formación académica y por el apoyo incondicional y asesoramiento durante el desarrollo de esta Tesis.

Al **Ing. Alex Rojas Corrales** y **Mgt. Larry Oscar Chañi Paucar**, por su apoyo y asesoramiento durante el desarrollo de esta Tesis.

A los miembros del jurado, conformado por la **Dra. María Isabel Cajo Pinche**, al **Ing. Pedro Saúl Montalván Apolaya** y a la **M.Sc. Liset Rodríguez Achata** por todas las valiosas sugerencias y acotación lo contribuyó el enriquecimiento del presente trabajo investigación.

A nuestra familia por su paciencia, comprensión, amor y apoyo incondicional durante nuestras vidas.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación fue desarrollado con el objetivo de evaluar el proceso de tostado empleando dos tipos de sistemas, a diferentes temperaturas y tiempos de tostado de granos de copoazú (*Theobroma grandiflorum*), para la elaboración de licor.

El trabajo de tesis está constituido por cuatro capítulos, las cuales están estructuradas y desarrollan sus contenidos, como se detalla a continuación:

Capítulo I: Denominado Problema de Investigación, está constituido por la descripción del problema, formulación del problema, objetivos de investigación, variables de estudio, operacionalización de variables, hipótesis y justificación.

Capítulo II: Marco Teórico, este capítulo consigna los antecedentes de estudio, revisión bibliográfica y definición de términos.

Capítulo III: Metodología de Investigación, en este capítulo se describe el tipo de estudio, diseño del estudio, población, muestra, métodos, técnicas y el tratamiento de los datos experimentales.

Capítulo IV: Resultados del trabajo de investigación, en este capítulo se muestran los resultados de la investigación que son discutidos apropiadamente con la bibliografía pertinente. Constituido por tres secciones, Calidad sensorial de la pasta de copoazú; composición proximal y contenido fenólico de la pasta de copoazú; y perfil de ácidos grasos.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el proceso de tostado de granos de copoazú (*Theobroma grandiflorum*), en dos tostadoras a diferentes condiciones de operación y su efecto en la calidad sensorial del licor. Las semillas de copoazú se obtuvieron de frutos recolectados de la Asociación de Productores Agropecuarios de la Comunidad “El Progreso”, provincia Tambopata, región Madre de Dios. Las semillas fueron sometidas a fermentación y secado, para posteriormente someterlos a tostado de acuerdo con las condiciones experimentales, en dos equipos (Estufa y Tambor rotatorio) a diferentes temperaturas (100, 130 y 150°C) y tiempos (20, 30 y 40min.). Los nibs de copoazú obtenidos en cada tratamiento fueron utilizados para elaborar licor, estos licores fueron sometidos a evaluación sensorial para determinar su calidad y perfil sensorial, con la finalidad de determinar el mejor tratamiento para producir licor de buena calidad sensorial, de acuerdo con los estándares de APPCACAO. La evaluación sensorial fue realizada por un panel sensorial profesional de APPCACAO. Los resultados de la evaluación sensorial muestran que el tostado en tambor rotatorio a 100°C por 40min., permite obtener un licor de buena calidad, con un perfil sensorial constituido por 6 familias de sabores (Dulce, *Granos/Cereales*, *Nuez*, *Vegetal*, *Frutal* y *Chocolate*) y 15 subfamilias de sabores (Caramelo, Azúcar morena, Azúcar de caña, Miel de maple, Melasa, Pan dulce, Granola, Malta, Almedra, Pecano, Guisante, Cítrico, Frutas secas, Toronja y Chocolate de leche). En conclusión, las condiciones de tostado de los granos de copoazú influyen en la calidad sensorial del licor de copoazú.

Palabras claves: Tostado, nibs de copoazú, pasta de copoazú, rueda de sabor, perfil sensorial.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the roasting process of copoazú grains (*Theobroma grandiflorum*), in two roasters at different operating conditions and their effect on the sensory quality of the liquor. Copoazú seeds were obtained from fruits collected from the Association of Agricultural Producers of the Community “El Progreso” located in the province Tambopata, region Madre de Dios, Peru. The seeds were subjected to fermentation and drying, and then subjected to roasting according to the experimental conditions, in two roasting equipment (rotary stove and drum) at different temperatures (100, 130 and 150°C) and times (20, 30 and 40min.). The nibs of copoazú obtained in each treatment were used to make liquor, these liquors were subjected to sensory evaluation to determine their quality and sensory profile, in order to determine the best treatment to produce liquor of good sensory quality, in accordance with the standards of APPCACAO. The sensory evaluation was performed by a professional sensory panel belonging to APPCACAO. The results of the sensory evaluation show that roasting in a rotating drum at 100°C for 40min., allows to obtain a good quality liquor, with a sensory profile constituted by 6 families of flavors (Sweet, Grains/Cereals, Walnut , Vegetable, Fruity and Chocolate) and 15 subfamilies of flavors (Caramel, Brown Sugar, Sugarcane, Maple Honey, Melase, Sweet Bread, Granola, Malt, Almond, Pecan, Pea, Citrus, Dried Fruit, Grapefruit and Chocolate milk). In conclusion, the roasting conditions of the copoazú grains influence the sensory quality of the copoazú liqueur.

Keywords: Roasted, nibs de copoazú, copoazú pasta, flavor wheel, sensory profile.

INTRODUCCIÓN

El Copoazú (*Theobroma grandiflorum*), es un fruto que en el Perú se produce solamente en la región Madre de Dios. Según la Dirección Regional Agraria de Madre de Dios en el año 2014 se cosecharon un total de 175,5 hectáreas de este cultivo, que en promedio tiene un rendimiento de 1681 kg por hectárea. La pulpa de este fruto es utilizada en la fabricación de diversos derivados como: néctares, jaleas, compotas, mermeladas y otros. La semilla del Copoazú también se utiliza en la fabricación de productos derivados análogos al chocolate. El procesamiento de las semillas de copoazú es desarrollada siguiendo las operaciones establecidas para el procesamiento de cacao, las cuales son, fermentación, secado, tostado, molienda, conchado, temperado y otras operaciones adicionales que demanden cada producto. De todas las operaciones, se puede considerar que el tostado es una de las más importantes en el procesamiento del cacao y copoazú, debido a que en esta operación se emplean temperaturas elevadas que conllevan a la producción de compuestos derivados del pardeamiento no enzimático, que dan características sensoriales, partículas propias de estos productos.

Se ha reportado que las condiciones de operación del tostado influyen en la producción de los compuestos derivados de la reacción de Maillard, que son a su vez responsables del flavor de los productos derivados. Entre los compuestos que se producen en esta reacción están alcoholes, éteres, tiazoles, pironas, ácidos, esterres, aldehídos, iminas, aminas, oxazoles, pirazinas y pirroles (Misnawi et al., 2004). Por las consideraciones mencionadas, la presente investigación fue planteada para evaluar el efecto del tostado de granos de copoazú (*Theobroma grandiflorum*), en dos tipos de tostadores (estufa y tambor rotatorio).

Las semillas de Copoazú utilizadas en la presente investigación fueron obtenidas del fruto de copoazú colectados en las parcelas de la Asociación de Productores Agropecuarios de la Comunidad “El Progreso” ubicada en la provincia Tambopata, departamento de Madre de Dios. Estas semillas fueron fermentadas en cajas de madera y posteriormente expuestas a secado hasta alcanzar 7% de humedad. Posteriormente, los granos de copoazú fueron sometido a tostado a temperaturas (100, 130 y 150 °C) y diferentes tiempos de operación (20, 30 y 40 minutos) acuerdo con las condiciones establecidas en la presente investigación.

Los nibs de Copoazú obtenidos en las condiciones de cada tratamiento fueron empleados para la elaboración de licor, los cuales fueron sometidos a análisis sensorial para determinar la calidad sensorial y el perfil sensorial, que permitan identificar el mejor tratamiento para producir licor de buena calidad sensorial. La evaluación sensorial fue realizada por un panel profesional de la Asociación de Productores Peruanos de Cacao (APPCACAO), para la evaluación de la calidad sensorial fueron utilizados los descriptores que contribuyen de forma positiva y negativa en la calidad sensorial, los atributos positivos evaluados fueron: “*Olor y fragancia*”, “*Dulzura*”, “*Sabor*”, “*Aroma*”, “*Limpieza*”, “*Post gusto*” y “*Apariencia global*”; Y los atributos negativos fueron: “*Astringencia*”, “*Amargor*” y “*Acidez*”. El perfil sensorial de los licores de copoazú fueron evaluados y los resultados fueron mostrados utilizando la rueda de sabor. Adicionalmente, el licor de copoazú con el mejor puntaje de calidad sensorial fue sometido a análisis para determinar su composición proximal, contenido fenólico, capacidad antioxidante y el perfil de ácidos grasos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Presentación.....	V
Resumen.....	VI
Abstract.....	VII
Introducción.....	VIII
Índice General.....	X
Índice de Tabla.....	XII
Índice de Figura.....	XIV
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.3 Objetivos de la investigación.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Variables.....	3
1.5 Operacionalización de variables.....	4
1.6 Hipótesis.....	5
1.7 Justificación.....	5
1.8 Consideraciones éticas.....	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Antecedentes de estudio.....	7
2.2 Marco teórico.....	10
2.2.1 El Copoazú.....	10
2.2.2 Fermentación de la semilla de Copoazú.....	19

2.2.3 Secado.....	22
2.2.4 Tostado.....	23
2.2.5 Evaluación sensorial.....	25
2.3 Definición de términos.....	30
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.1 Tipo de estudio.....	31
3.2 Diseño de estudio.....	31
3.3 Población y muestra.....	32
3.4 Métodos y técnicas.....	32
3.4.1. Materia prima.....	33
3.4.2. Equipos y materiales	33
3.4.3. Metodologías y técnicas de análisis.....	34
3.4.4. Beneficio de Copoazú y Procesamiento de la pasta de Copoazú.....	36
3.4.5. Evaluación sensorial (Catación) de la pasta de Copoazú.....	44
3.5 Tratamiento de los datos.....	47
CAPITULO IV RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	49
4.1. Calidad sensorial de la Pasta del Copoazú.....	49
4.1.1. Análisis Estadístico	54
4.2. Composición proximal, Contenido Fenólico y Capacidad Antioxidante de la pasta de Copoazú.....	65
4.3. Perfil de ácidos grasos.....	68
CONCLUSIONES.....	70
SUGERENCIAS.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	72
ANEXO.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Operacionalización de variables.....	4
Tabla 2	Composición porcentual del fruto del Copoazú.....	14
Tabla 3	Valor calórico y composición química de 100g de la Pulpa de Copoazú.....	15
Tabla 4	Composición química de las semillas de Copoazú deshidratadas.....	15
Tabla 5	Valor Nutricional de 100g de Semilla de Copoazú.....	16
Tabla 6	Diseño Experimental.....	31
Tabla 7	Balance masa en el beneficio y procesamiento de la pasta de Copoazú	44
Tabla 8	Codificación de los tratamientos de tostado.....	47
Tabla 9	Codificación de los tratamientos incluyendo la temperatura, el tiempo y el tipo de tostado.....	48
Tabla 10	Resultados de la evaluación sensorial de las pastas de copoazú.....	49
Tabla 11	Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Olor y Fragancia.....	55
Tabla 12	Comparación de medias (Test Tukey $\alpha=0,05$) para el factor Temperatura del descriptor Olor y Fragancia.....	55
Tabla 13	Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Acidez.....	56
Tabla 14	Comparación de medias (Test Tukey $\alpha=0,05$) para los bloques (tipo de tostado) del descriptor Acidez.....	56
Tabla 15	Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Dulzura.....	57
Tabla 16	Comparación de medias (Test Tukey $\alpha=0,05$) para el factor Temperatura del descriptor Dulzura.....	57
Tabla 17	Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el	

	descriptor Sabor.....	58
Tabla 18	Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Aroma.....	58
Tabla 19	Comparación de medias (Test <i>Tukey</i> $\alpha=0,05$) para el factor Temperatura del descriptor Aroma.....	59
Tabla 20	Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Astringencia.....	59
Tabla 21	Comparación de medias (Test <i>Tukey</i> $\alpha=0,05$) para el factor Temperatura del descriptor Astringencia.....	60
Tabla 22	Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Amargor.....	60
Tabla 23	Comparación de medias (Test <i>Tukey</i> $\alpha=0,05$) para el factor Temperatura del descriptor Amargor.....	61
Tabla 24	Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Limpieza.....	61
Tabla 25	Comparación de medias (Test <i>Tukey</i> $\alpha=0,05$) para el factor Temperatura del descriptor Limpieza.....	62
Tabla 26	Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Post gusto.....	62
Tabla 27	Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Apariencia global.....	63
Tabla 28	Comparación de medias (Test <i>Tukey</i> $\alpha=0,05$) para el factor Temperatura del descriptor Apariencia global.....	63
Tabla 29	Composición proximal y físico-químico de la pasta de copoazú del tratamiento T100C.....	65
Tabla 30	Contenido fenólico y capacidad antioxidante de la pasta de copoazú del tratamiento T100C.....	67
Tabla 31	Contenido de ácidos grasos encontrados en la pasta de copoazú del tratamiento T100C.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Planta y fruto de Copoazú.....	12
Figura 2	Producción de Copoazú de los años 2012 al 2017.....	17
Figura 3	Glucólisis, conversión de glucosa a ácido pirúvico.....	20
Figura 4	Fermentación alcohólica	21
Figura 5	Fermentación acética	21
Figura 6	Esquema cinético simplificado para la generación de los compuestos responsables del sabor en la Reacción de Maillard	25
Figura 7	Sensograma.....	28
Figura 8	Flujograma de Procesamiento de Pasta de Copoazú.....	37
Figura 9	Recepción de frutos de Copoazú en la planta piloto de frutas de la UNAMAD.....	38
Figura 10	Lavado de los frutos de Copoazú en lavadora de rodillos.....	38
Figura 11	Descocado del fruto de Copoazú.....	39
Figura 12	Despulpado de Copoazú.....	39
Figura 13	Remoción de las semillas de Copoazú en proceso de fermentación.....	40
Figura 14	Secado solar de las semillas de Copoazú fermentadas.....	40
Figura 15	Tostado de granos de Copoazú en tostador de tambor rotatorio.....	41
Figura 16	Tostado de granos de Copoazú en Estufa.....	41
Figura 17	Descascarillado de los granos de Copoazú tostados.....	42
Figura 18	Molienda de los nibs de Copoazú.....	42
Figura 19	Refinado de la pasta de Copoazú.....	43
Figura 20	Moldeado de la pasta de Copoazú.....	43

Figura 21	Diagrama de araña de la calidad sensorial del licor de Copoazú del tratamiento E130A.....	52
Figura 22	Ruleta de sabor del licor de copoazú del tratamiento E130A.....	52
Figura 23	Diagrama de araña de la calidad sensorial del licor de copoazú del tratamiento T100C.....	53
Figura 24	Ruleta de sabor del licor de Copoazú del tratamiento T100C.....	54
Figura 25	Cromatograma del perfil de ácidos grasos de la pasta de copoazú del tratamiento T100.....	68

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema

El departamento de Madre de Dios, cuenta con una de las biodiversidades más ricas del Perú, posee un potencial enorme de recursos naturales dotados de excelentes cualidades para su aprovechamiento agroindustrial. Entre los recursos más destacados se hallan los frutos tropicales, como el Copoazú, producto con un gran valor nutricional y características organolépticas singulares. Sin embargo, en Madre de Dios la agroindustria se presenta como una de las actividades económicas de menor desarrollo. Según los reportes de la Dirección Regional de Agricultura en el año 2017 se alcanzó una producción de 524.35 Toneladas de copoazú, distribuidos en las provincias de Tambopata, Tahuamanu y Manu.

El aprovechamiento actual del copoazú se da en gran parte por la extracción de la pulpa, que representa alrededor del 35%, dicha pulpa es muy apreciada en los mercados por su agradable sabor y aroma; sin embargo, en la actualidad se aprovecha muy poco la semilla, la cual tienen potencial para transformación en cobertura y para la industria de chocolatería.

Una de las alternativas que puede contribuir es la obtención de la pasta de Copoazú como sustitución parcial a la pasta de Chocolate de Cacao. Es por ello que la presente investigación pretende determinar experimentalmente los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de tostado.

El tostado es un proceso muy importante porque garantiza el desarrollo de las propiedades de olor y sabor a chocolate, con buenas características físico-químico y sensoriales de la pasta de Copoazú. Las condiciones de tostado a los que se sometieron el experimento, permitieron definir los perfiles sensoriales de copoazú en sistema de tambor rotatorio y estufa.

La industrialización de esta fruta exótica contribuirá al aprovechamiento integral del cultivo de copoazú, impactando favorablemente en la economía y bienestar de los agricultores que se dedican a cultivarlo.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera influirán los parámetros de temperatura y tiempo en el proceso de tostado sobre las características sensoriales de la pasta de Copoazú?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será el mejor sistema para el tostado de los granos de Copoazú?
- ¿Cuál será el mejor tiempo y temperatura adecuados de tostado de los dos sistemas?
- ¿Cuál será los efectos del tostado sobre las características sensoriales de la pasta de Copoazú?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar los parámetros de temperatura y tiempo durante el proceso de tostado en tambor rotatorio y estufa para la obtención de la pasta de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*).

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la calidad de tostado en los dos sistemas en Estufa y Tambor Rotatorio.
- Determinar el tiempo y temperatura adecuada de tostado en los dos Sistema.
- Evaluar los efectos del tostado sobre las características sensoriales de la pasta de Copoazú.

1.4 Variables

Variables Independientes

- Tiempo de Tostado.
- Temperatura de Tostado.
- Sistema de tostado en Estufa y Tambor Rotatorio

Variables Dependientes

- Características Sensoriales.

1.5 Operacionalización de las variables.

Tabla 1, Operacionalización de las variables

VARIABLES	REFERENCIA	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente				
Las diferentes temperaturas y tiempos de tostado para los dos sistemas de estudio.	Determinación de la mejor temperatura y tiempo de tostado para los dos sistemas (Estufa y Tambor rotatorio) estudiados.	Tostado en Estufa	Temperatura	100 °C, 130 °C y 150 °C
			Tiempo	20, 30 y 40 minutos
		Tostado en Tambor Rotatorio	Temperatura	100 °C, 130 °C y 150 °C
			Tiempo	20, 30 y 40 minutos
Variables Dependiente				
Características Sensoriales	Descripción de caracteres que requieren evaluarse de manera cualitativa y cuantitativa	Evaluación Sensorial	Atributos Positivos: Olor y fragancia, Dulzura, Sabor, Aroma, Limpieza, Post gusto y Apariencia global.	0-Ausencia 1-3 Ligero 4-6 Moderado 7-8 Intenso 9-10 Extremo
			Atributos Negativos: Acidez, Astrigencia y Amargor	

Fuente: Elaboración Propia (2018)

1.6 Hipótesis

H₀: Los parámetros de temperatura y tiempo durante el proceso de tostado en tambor rotatorio y estufa influyen significativamente sobre las características sensoriales de la pasta de Copoazú.

H₁: Los parámetros de temperatura y tiempo durante el proceso de tostado en tambor rotatorio y estufa no influyen significativamente sobre las características sensoriales de la pasta de Copoazú.

1.7 Justificación

El copoazú (*Theobroma grandiflorum*), es un fruto de origen amazónico con múltiples cualidades nutritivas. El fruto presenta una pulpa ácida y semillas con características semejantes al cacao, de la que se obtiene un licor semejante del cual se puede elaborar un producto análogo al chocolate, con mejores características en cuanto a porcentajes de ácidos grasos insaturados, sabor suave y agradable, predominando notas frutales semejantes al cacao. Su contenido en sustancias antioxidantes activas, bajo porcentaje de theobromina y alta calidad de su manteca (alto contenido de ácidos grasos insaturados linoleico y oleico), lo catalogan como un producto promisorio para la industria de cosméticos, chocolate, bebidas, licores y conserva.

Para garantizar la calidad del Copoazú es importante un buen manejo del cultivo que incluya una adecuada práctica post cosecha (fermentación, secado y tostado). El procesamiento post cosecha ha sido considerada una etapa crítica del Copoazú y es esencial para el desarrollo de un buen sabor y aroma a chocolate. Es también la etapa donde ocurre con frecuencia el deterioro de la calidad del grano. La correcta fermentación, secado y un buen proceso de tostado del Copoazú es de suma importancia para la transformación industrial de este rubro en productos de alta calidad chocolatera.

El proceso del tostado del grano de Copoazú es una operación muy importante que determina en gran medida el color, aroma y sabor de la Pasta de Copoazú. Durante el proceso de tostado el color del Copoazú sufre un pardeamiento adicional al observado durante las etapas previas de fermentación y secado. En esta etapa de pardeamiento participan múltiples reacciones como son: oxidaciones, polimerizaciones de polifenoles, degradación de proteínas, y reacciones de Maillard. El desarrollo del aroma y sabor está especialmente influenciado por la temperatura y el tiempo empleado en el tostado.

La temperatura inicia sus efectos reduciendo la humedad de la semilla permitiendo la separación de la cascara al mismo tiempo inicia el desarrollo de los componentes del color y aroma, por ello algunos autores señalan a la temperatura como factor principal del cambio del color deseado en la semilla.

El desconocimiento de los parámetros óptimos del proceso de tostado de la semilla de Copoazú limita el proceso de elaboración de la pasta de Copoazú en la región de Madre de Dios, es por ello el objetivo de esta investigación, donde se contribuirá a mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales y poner a disposición de la población productos innovadores que ayuden a mejorar su calidad de vida y sea una base para las empresas agroindustriales que se dedican al procesamiento de la semilla de Copoazú.

1.8 Consideraciones Éticas

El presente trabajo de investigación está orientado en la elaboración de la pasta de Copoazú (*Theobrama grandiflorum*) a partir de parámetros establecidos. Los estudios correspondientes para la elaboración de la pasta de Copoazú fueron desarrollados siguiendo normas correspondientes a las buenas prácticas de manufactura que permitieron obtener productos inocuos aptos para el consumo humano.

En la investigación no desarrollamos las consideraciones éticas ya que no se utilizó animales, ni humanos y no tiene repercusiones en el contexto medioambiental. (UCLA Center for Health Policy Research, 2001)

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio

Galeano et al., (2012) estudiaron sobre la “influencia del procesamiento del grano de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*), sobre la actividad antioxidante y el contenido fenólico. Dicha investigación se desarrolló en Colombia. El objetivo del estudio consistió en evaluar el contenido fenólico y la actividad antioxidante de las diferentes etapas del procesamiento del grano de copoazú cultivado en tres zonas de diferente relieve del departamento del Caquetá. Los granos fermentados de los tres tipos de relieve, muestran una concentración mayor de fenoles, antocianinas y flavonoides que los granos secos y tostados, donde se observa una disminución entre el 20 y 70% del contenido polifenólico. Esto se debe a los cambios de temperatura a los que el grano es expuesto, especialmente en el proceso de tostado; donde la temperatura se mantuvo a 100°C. Los resultados de la actividad antioxidante evidencian la relación con el contenido fenólico de las muestras. Las etapas de secado y tostado afectan la actividad antioxidante mostrada inicialmente en los granos fermentados de Copoazú; siendo el tostado la de mayor incidencia, donde la pérdida de esta actividad es del 41%, aproximadamente. Arlorio *et al.*, (2008) y Perea-Villamil *et al.*, (2009) reportan pérdidas durante los procesos de pre tostado (100°C) y tostado (130°C), en un rango de 32,6 a 54,7%, atribuyendo esta tendencia al efecto de la temperatura y a la reacción de Maillard. Dicho comportamiento reportado para la especie de *Theobroma cacao*, coincide con lo encontrado en este estudio para la especie *Theobroma grandiflorum*.

López et al., (2003), realizaron una investigación sobre: “Evaluación de las condiciones de Tostado después de la fermentación de las almendras de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) y el cacao (*Theobroma cacao L.*)”, en Brasil.

Este trabajo tuvo como objetivo estudiar la aplicación de los procesos de fermentación y tostado en almendras de Copoazú. Las almendras fueron fermentadas siguiendo una metodología artesanal por siete días. Se utilizaron como parámetros para la evaluación del proceso, las temperaturas diarias de la masa en fermentación, pH y acidez titulable. Las almendras fueron secas en barcazas al sol durante 13 días, en promedio, hasta alcanzar el 6% de humedad. Los resultados mostraron que la metodología utilizada en la fermentación se adecuó para ambas especies y las almendras de copoazú y cacao se clasificaron como de grado superior, es decir, bien fermentadas. A continuación, se realizó el torrado de las almendras enteras de copoazú y cacao a una temperatura de $150\pm 1^{\circ}\text{C}$. El torrado fue realizado a diferentes tiempos para el copoazú (40, 45, 50 y 55min) y el cacao (40, 42, 44 y 46min). A través de la evaluación de aceptación sensorial para los atributos sabor y aroma, se determinó el mejor tiempo de tostado. Los resultados de la evaluación sensorial mostraron que el mejor tiempo de tostado fue de 55 minutos para el copoazú y de 46 minutos para el cacao, presentando las notas de $7,26\pm 1,12$ y $6,54\pm 1,87$, respectivamente, las que fueron superiores a las obtenidas por los otros tratamientos. Se concluyó que el tiempo de tostado es un factor importante en el proceso de tostado, que influye en la calidad sensorial de los nibs de cacao y copoazú.

Cohen et al., (2004), realizaron una investigación sobre el proceso de Tostado de las Almendras y Nibs de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*) lugar Brasil. Este trabajo tuvo como objetivo determinar por análisis sensorial, el mejor tiempo de tostado, es decir, las mejores condiciones de desarrollo de sabor, de los granos y nibs de Copoazú, para que puedan utilizarse como materias primas para la elaboración de productos análogos de chocolate. El proceso de tostado se efectuó en un torrador eléctrico rotativo, en lotes de 180 g, a una temperatura de 150°C en los tiempos de: 30, 35, 40 y 45 minutos. De acuerdo con los resultados obtenidos, no hubo efecto significativo ($p < 0,05$) de los tiempos de tostadas (30, 35, 40 y 45min) sobre el sabor para los granos y los nibs de Copoazú. Sin embargo, se puede observar que la mayor preferencia

con respecto al sabor fue para el tiempo de tostado de 35min para ambos casos. En conclusión, el tiempo en el rango estudiado no tuvo influencia significativa sobre el sabor de los granos y nibs de copoazú.

Mercado, (2012), realizó una investigación sobre: Efecto de la fermentación y el Tostado sobre la Concentración Polifenólica y Actividad Antioxidante de Cacao Nicaraguense, lugar Nicaragua. Este trabajo tuvo la finalidad de hacer una caracterización del contenido en polifenoles totales (PT) y la actividad antioxidante (AA) de varias muestras de semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) fermentadas y sin fermentar, de la variedad Trinitario, y procedentes de Nicaragua. Y además evaluar el efecto del tostado sobre dichas características y el color de los extractos fenólicos de las semillas. Los tratamientos de tostado fueron a 110°C por 90min, 130°C por 60min y 150°C por 45min. Para la cuantificación de PT se empleó el método de Folin-Ciocalteau, y para estimar la AA el método DPPH. Se comprobó que las muestras presentaron valores en PT semejantes a las encontradas en la bibliografía para cacaos de la misma u otras variedades y de otras procedencias. La muestra CSF presentó una riqueza polifenólica, una AA y una intensidad de color muy superior a las muestras fermentadas, así como un color más rojizo. El tostado provocó una disminución significativa de la riqueza en polifenoles de las semillas, no así de la actividad antioxidante que, o bien no varió o bien aumentó, sobre todo tras el tostado a 150°C. Se observó también un pardeamiento progresivo del color del cacao durante el tostado, tanto más intenso cuanto más elevada fue la temperatura de tostado.

Ponce & Chang, (2012), realizaron una investigación sobre: Análisis de las características organolépticas del chocolate a partir de cacao CCN51 Tratado Enzimáticamente y Tostado a Diferentes Temperaturas. La finalidad de este trabajo investigativo fue mejorar el sabor y aroma del chocolate elaborado con cacao CCN51, reduciendo las características negativas de este tipo de cacao durante la fermentación, por medio de la adición de enzimas y tostándolo a una temperatura previamente determinada para ayudar a desenmascarar los precursores formados en la etapa de fermentación. Se tostaron muestras de

cada tratamiento por separado a 120°C por 45 minutos y a 140°C por 35 minutos, a continuación, se molieron los granos tostados y descascarillados para obtener licor de cacao. Cada licor de cacao fue evaluado por panelistas entrenados por medio de una prueba discriminativa, de esta manera se determinó que a 140°C por 35 minutos era la temperatura en estudio más adecuada para el tostado final. Se concluyó que los factores tiempo y temperatura de tostado son factores que tienen efecto sobre la calidad sensorial.

2.2 Marco teórico

2.2.1 El Copoazú

Es un árbol frutal tropical que se encuentra distribuido en forma silvestre en la cuenca Amazónica de países como Brasil, Perú, Ecuador y Colombia (Ortiz, Pereira, Varon, Cardenas, & Cadena, 1996).

Su cultivo presenta prácticas agrícolas similares a las del cacao por pertenecer a la misma familia (*Teobroma*), aunque sus frutos son muy diferentes en cuanto a su morfología (Cohen & Jackix, 2005). El árbol de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*). Es una planta fructífera, de la familia de las Esterculiáceas, típicamente amazónica, que se encuentra en estado silvestre. Dentro de la gran variedad de frutos que crecen espontáneamente en las selvas de la región amazónica, el Copoazú es apetecido por el sabor típico de sus frutos, ya sea para consumirlo directamente o para emplear su pulpa para la fabricación de jugos, dulces, jaleas, compotas y helados, ya que posee un sabor y aroma muy agradable de la semilla, se obtiene producto similar al chocolate, de finísima calidad, casero o industrial, que en el caso de ser fabricado con semillas de copoazú recibe el nombre de cupulate. Estas características sumadas a la facilidad de industrialización, han despertado interés no sólo del mercado regional, como nacional e internacional (Duarte *et al.*, 2010).

Taxonomía

Según (Cronquist, 1981) La clasificación taxonómica del Copoazú (*Theobroma grandiflorum*), es la siguiente:

Clase: Magnoliopsida.

Subclase: Caryophyllidae.

Orden: Malvales

Familia: Esterculiaceae

Género: Theobroma

Especie: Grandiflorum

Nombre Científico: Theobroma Grandiflorum

Nombre común: copoazú, copoasu, cupuazú, cupuassu, cupu assu o cacao blanco (Cronquist, 1981).

Descripción botánica

Según Ortiz *et al.*, (1996), la descripción botánica comprende lo siguiente:

Tallo: El Copoazú es una planta leñosa arbórea, de ciclo perene. Hábito de crecimiento erecto y semirrecto. Su forma es cilíndrica, en árboles de tres años y medio se ha registrado diámetros de 10 cm y alturas de 4 m, ya en estado adulto su elevación puede llegar de hasta 18 m.

Hojas: Las hojas son enteras cuando la planta es joven, de coloración rosada y están cubiertas abundantemente de vellosidades que se desprenden fácilmente al contacto de la mano, una vez que alcanzan su desarrollo completo

Flor: Sus flores son de color rojo oscuro, son las más grandes del género y crecen en ramos, son pediculares de 3 a 5 cm

Fruto: El fruto se conoce como Copoazú y se nombra como cacao silvestre. Es específicamente de forma elipsoidea u oblonga, de extremos redondeados con una longitud aproximada de 15 a 32 cm y de 10 a 15 cm de ancho; diámetro de hasta 12 cm; su peso promedio es de 1,500 g; posee un pericarpio (cáscara dura recubierta por unas pilosidades color café rojizo; con un grosor da hasta 1

cm, leñoso y quebrantable). La pulpa (endocarpio) que envuelve la semilla es comestible, de coloración amarilla, cremosa, sabor ácido.

Semilla: En los datos obtenidos se ha encontrado que la cantidad de semillas varía de 12 a 48 por fruto y la forma de estas es comúnmente elíptica-aplanada. Con una longitud de 2,2 a 3,5 cm y de ancho entre 1,5 a 2,5 cm. El rendimiento de pulpa varía de acuerdo al tamaño del fruto, genotipo, localidad de producción y período de cosecha. En promedio, los frutos presentan 43% de cáscara, 38% de pulpa, 17% de semilla y 2% de placenta. La producción aumenta gradualmente con la edad de la planta, estabilizándose entre los ocho y doce años, pudiendo alcanzar hasta 40 frutos por planta. Se distribuye de octubre a mayo, con picos en los meses de diciembre, enero y febrero.



Figura 1. Planta y fruto de Copoazú

Fuente: Elaboración propia (2018)

Variedades del Copoazú

Según (Melgarejo, *et al.*, 2006) menciona que con respecto al fruto se conocen diferentes variedades que, en términos generales, se caracterizan por su forma o según su cáscara o corteza, y se distinguen tres grupos, que se describen a continuación:

- **Copoazú redondo:** Es la variedad más común de la Amazonia Brasileira, los frutos presentan extremos redondeados y su cáscara tiene de 6 a 7 mm de grosor y un peso aproximado de 1,5 kg.
- **Copoazú mamorana:** Sus frutos son los de mayor tamaño en todas las variedades conocidas, sus extremos son puntudos y su cáscara es más gruesa, entre 7 y 9 mm, y puede alcanzar un peso aproximado de 2,5 kg a 4 Kg.
- **Copoazú mamau:** Su mayor característica es la carencia de semillas también recibe los nombres de copo sin semilla o Copoazú sin semilla, tiene un peso aproximado de 1,5 kg.

Composición del fruto

La pulpa y las semillas son las partes aprovechables del fruto. La primera, que se constituye en la parte de mayor valor económico, se utiliza principalmente en la elaboración de refresco, néctar, sorbete, dulce, crema y licor, en tanto que la segunda es utilizada, aunque en pequeña escala, en la elaboración de un producto semejante al chocolate, denominado “cupulate”. (Organización del Tratado de Cooperación Amazónica, 1999).

Composición de la pulpa: La composición centesimal del fruto está representada por 44,6% de corteza (epicarpio + mesocarpio), 37,7% de pulpa (endocarpio) y por 17,7% de semillas (Tabla 2). Considerando las porciones

aprovechables del fruto, o sea, la pulpa y las semillas, el rendimiento de la parte útil del fruto alcanza al 55,4%.

Tabla 2, Composición porcentual del fruto del Copoazú.

Parte del fruto	Santos & Cundurú, (1972)	Barbosa, NazaréR, & Nagata (1979)	Calzavara, (1984)	Media
Corteza (%)	46,0	42,0	46,0	44,6
Pulpa (%)	37,0	40,0	36,0	37,7
Semilla (%)	17,0	18,0	18,0	17,7

Fuente: Organización del Tratado de Cooperación Amazónica, (1999).

El valor calórico y la composición química de 100 g de la pulpa de Copoazú se muestran en la Tabla 3, la pulpa del copoazú tiene 72 calorías, siendo menos energética que otras frutas nativas de la Amazonia, tales como el açai (*Euterpe oleracea*), o bacuri (*Platonia insignis*) y el buriti (*Mauritia flexuosa*), que contienen, respectivamente, 247, 105 y 144 calorías por 100 g de pulpa (IBGE, 1981).

Los contenidos de proteínas, lípidos y carbohidratos están dentro de los límites encontrados en la mayoría de los frutos tropicales. En relación a los minerales y vitaminas, la pulpa del Copoazú es relativamente rica en calcio, fósforo, hierro y presenta un contenido razonable de Vitamina C. Los compuestos responsables del aroma agradable de la pulpa del copoazú son principalmente estéres, destacándose en mayor cantidad el butirato de etilo y, en menores proporciones el acetato de etilo, acetato de butilo, isobutirato de butilo y el butirato de butilo (Alves & Jennings, 1979).

Tabla 3, Valor calórico y composición química de 100 g de la Pulpa de Copoazú.

Componente	Cantidad
Calorías	72
Humedad (%)	81,3
Proteínas (%)	1,7
Lípidos (%)	1,6
Carbohidratos (%)	14,7
Fibra (%)	0,5
Cenizas (g)	0,7
Calcio (mg)	23
Fósforo (mg)	26
Fierro (mg)	2,6
Retinol equivalente (µmg)	30
Vitamina B1 (mg)	0,04
Vitamina B2 (mg)	0,04
Niacina (mg)	0,5
Vitamina C (mg)	33

Fuente: IBGE, (1981)

Composición de la semilla: Las semillas son esencialmente oleaginosas, con un contenido de lípidos superior al 50%, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4, Composición química de las semillas de Copoazú deshidratadas

Componente	Contenido (%)
Proteína	11,86
Lípido	57,32
Carbohidrato	24,25
Ceniza	4,07
Fibra	1,94

Fuente: IBGE, (1981)

Los porcentajes de los ácidos grasos identificados en el aceite extraído de las semillas de Copoazú; se lograron identificar el 90% de los compuestos de la muestra, encontrándose en mayor proporción los ácido oleico (36,30%) y el ácido esteárico (29,27%), conformando los dos el 65,57% del material oleícola; importante tener en cuenta que el 50,43% del aceite de copoazú lo constituyen ácidos grasos de tipo saturado, como el araquídico (11,22%) y el palmítico (7,26%), también se reporta el ácido linoleico, aunque en cantidad relativamente baja de 3,56% .(Alviárez *et al.*, 2016).

Tabla 5, Valor Nutricional de 100 g de Semilla de copoazú

Componente	Valor
Humedad (g/100 g de muestra original)	4,7
Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	28,9
Cenizas (g/100 g de muestra original)	2,7
Grasa cruda (g/100 g de muestra original)	53,5
Proteína (g/100 g de muestra original)(Factor: 6,25)	10,2
% Kcal. Proveniente de Carbohidratos	18,1
% Kcal. Proveniente de Grasa	75,5
% Kcal. Proveniente de Proteínas	6,4
Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	637,9
Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	29,8
Fibra Dietaría Total (g/100 g de muestra original)	17,5
Fósforo (mg/100 g de muestra original)	351,0
Calcio (mg/100 g de muestra original)	69,1
Hierro (mg/100 g de muestra original)	0,2
Sodio(mg/100 g de muestra original)	30,0
Potasio (mg/100 g de muestra original)	709,0
Magnesio (mg/100 g de muestra original)	253,0
Manganeso (mg/100 g de muestra original)	2,4
Vitamina A (ugretinol/100 g de muestra original)	0,0
Vitamina C (mg/100 g de muestra original)	20,0

Fuente: Cáritas Madre de Dios, (2011)

Los altos valores registrados en energía, fósforo, calcio, potasio y magnesio, hacen de la semilla de Copoazú un producto con mucho potencial, más aún considerando que en la actualidad en la zona de Madre de Dios no tiene ningún fin práctico. (Cáritas Madre de Dios, 2011)

Producción regional

La producción de Copoazú en Madre de Dios viene creciendo de manera sostenida en los últimos años, según la Dirección Regional de Agricultura de Madre de Dios (DRA). La Figura 2, nos presenta el crecimiento en la producción de Copoazú en la región en el periodo 2012 al 2017.

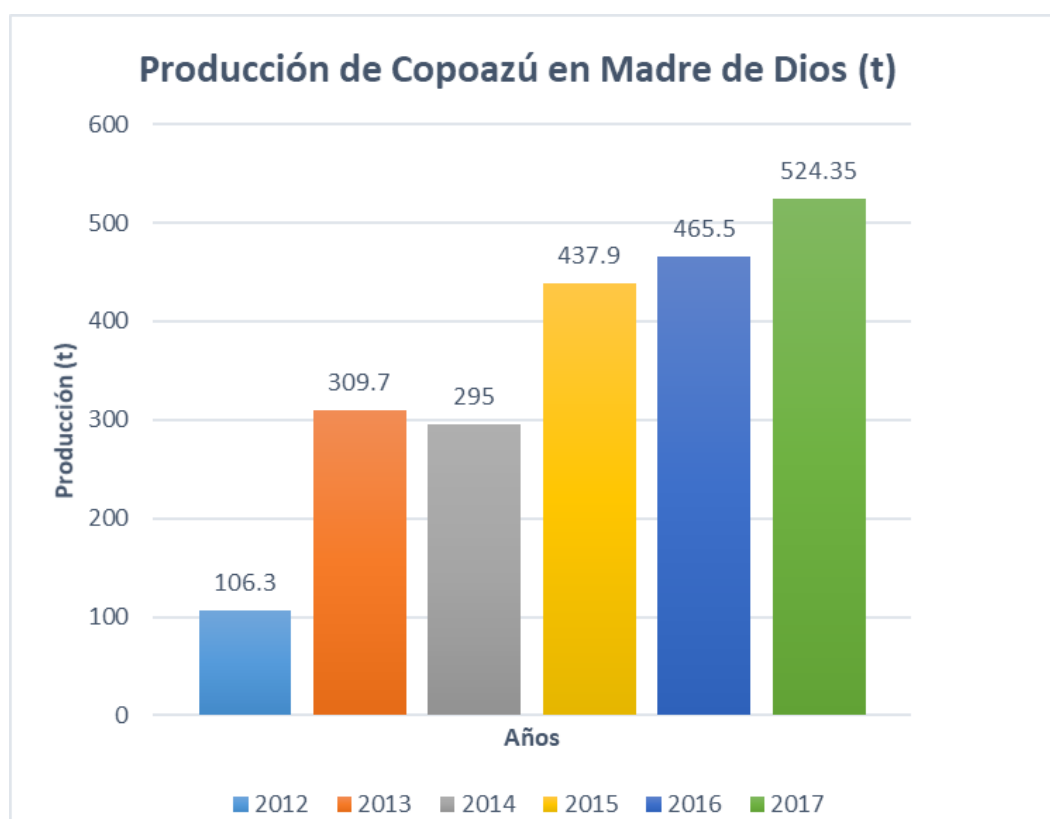


Figura 2. Producción de Copoazú de los años 2012 al 2017

Fuente: Dirección Regional De Agricultura Madre de Dios-DRA, (2017).

Recolección y post recolección

La recolección se realiza, aproximadamente, 140 días después de haberse iniciado la floración, una vez que el fruto cae naturalmente, la calidad de los

frutos está relacionada con el momento apropiado para la recolección, para realizar la recolección de frutos de buena calidad se toman en cuenta el color y la apariencia, cuando el fruto de Copoazú presente en su corteza una coloración marrón clara y su pulpa color amarillo hueso. El fruto se desprende del árbol aproximadamente a los 240 días contados a partir del cuajamiento del fruto, momento en el que ha alcanzado peso y tamaño suficiente (Londoño, 2010).

En cuanto a productividad, se estima una productividad media de 12 frutos por planta; si se sume que el peso medio de cada producto es de 1 kg., y que el rendimiento en pulpa es del 30%; se producen 3,6 kg., de pulpa por planta. Con respecto al fruto, si se tiene en cuenta que el rendimiento en semilla es de 21%, la productividad sería de 2,5 kg., de semillas frescas por planta y 451 kg., por hectárea (B.B.G. *et al.*, 1984).

A partir del momento de la recolección sigue un proceso importante, el manejo mismo de campo, que consiste básicamente en prolongar la vida útil del producto, ya sea en fresco o mediante procesamiento.

Londoño, (2010) describe alguna de las etapas para el procesamiento del copoazú:

- **Selección:** Mediante esta operación separan los frutos que presenten ataques de insectos u hongos, o aquellos que presenten sobre maduración, fermentación o que no han alcanzado su desarrollo completo. Lo anterior es importante, ya que para el procesamiento se requiere máxima calidad en las pulpas. Se debe retirar aquellos frutos que presenten deformaciones para comercializar en fresco.
- **Clasificación:** El primer criterio para clasificar los frutos de Copuazú con miras a comercializar en fresco es la integridad de su corteza, es decir que su apariencia sea la más natural, sin lesiones. Es importante agrupar por tamaños los frutos grandes y medianos son los más adecuados para procesamiento, los pequeños son óptimos para la venta como fruta fresca.

- **Lavado:** Se lava los frutos de copoazú mediante inmersión en agua con hipoclorito de sodio 0,5 – 1,0%, durante 10 min. Posteriormente, se enjuaga y se deja escurrir. El objetivo de esta operación es eliminar toda infección traída del campo hacia la planta de proceso.
- **Empaque:** Emplear canastas plásticas limpias, libres de residuos y de una altura de 30 cm. Los frutos deben acomodarse en el empaque, sin forzarlos para evitar lesiones que deterioren el aspecto visual. Una vez empacados, los frutos son almacenados con miras a ser procesados o comercializados de manera directa.
- **Almacenamiento:** Almacenar a una temperatura de 12°C y humedad relativa de 85-90%.

2.2.2 Fermentación de la semilla de Copoazú

La fermentación consiste en una serie de cambios físico-químicos que generan el desarrollo de sabor y aroma a chocolate en las semillas de Copoazú, en la cual se pueden observar, cambios en la pigmentación interna, color violeta a marrón claro, transformación del sabor astringente de los cotiledones, transformación de los azúcares en alcoholes por las levaduras, los cuales son a su vez convertidos en ácido acético por las bacterias acéticas. (Llerena, 2016). Durante la fermentación, existe una relación ordenada entre microorganismos y las variaciones de temperatura, pH y humedad, con la formación de alcoholes, ácidos y compuestos polifenólicos, que matan el embrión, disminuyen el sabor amargo y se producen las reacciones bioquímicas que forman el chocolate. Dichas alteraciones químicas dependen de la muerte de las células del cotiledón, con la cual sus membranas celulares se degradan y aumentan su permeabilidad, permitiendo el contacto entre los diversos componentes celulares. Así los polifenoles, que producen el sabor astringente, pueden difundirse entonces hacia las células adyacentes, donde se encuentran con diversas enzimas que provocan reacciones hidrolíticas gracias a las condiciones anaerobias del haba. Si no se degradan, pasan al grano seco,

provocando el color violeta de la almendra, que indica errores en el proceso de fermentación (Llerena, 2016).

Teneda, (2016) menciona las reacciones que ocurren en la fermentación:

- Glucólisis, conversión de glucosa a ácido pirúvico. - La glucólisis ocurre en el citosol y consiste en la degradación de glucosa, glucosa – 6- fosfato o fructosa para formar ácido pirúvico. La glucólisis consiste de dos fases: En la primera fase se transforma la glucosa (C6) en dos moléculas de tres carbonos (C3). En la segunda se oxidan las moléculas C3 transformándose en dos moléculas de ácido pirúvico, ATP y NADH + H+.

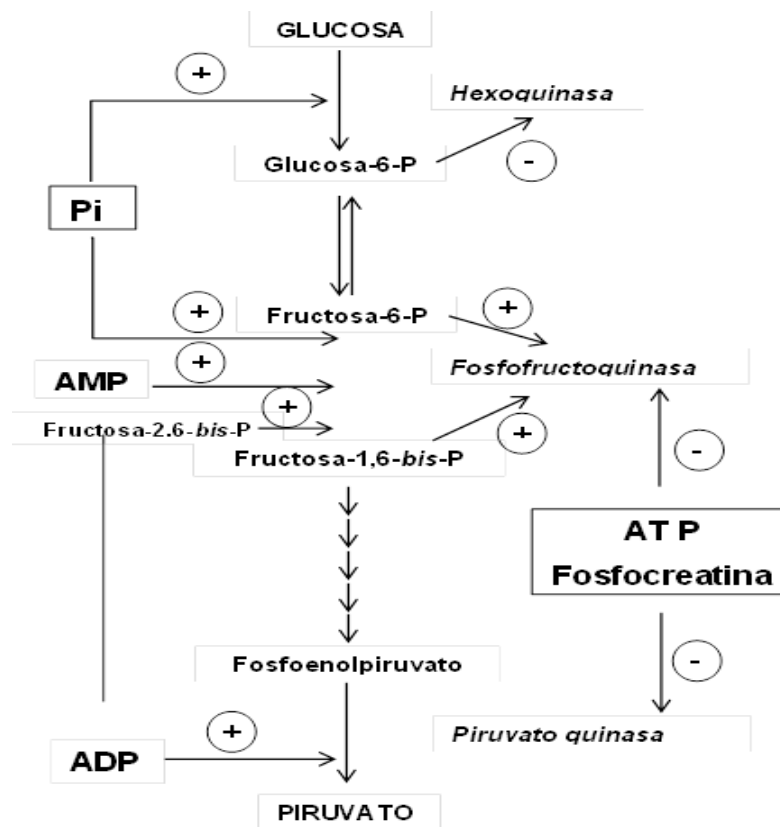


Figura 3. Glucólisis, conversión de glucosa a ácido pirúvico

Fuente: Teneda, (2016)

- Fermentación Alcohólica. - Bajo condiciones anaeróbicas, sin participación del oxígeno molecular, el ácido pirúvico se transforma en alcohol etílico.

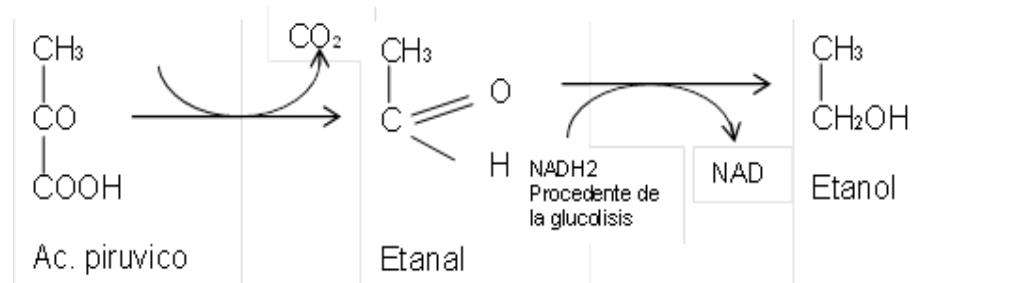


Figura 4. Fermentación Alcohólica

Fuente: Teneda, (2016)

Recuerde: La presencia del oxígeno causaría productos intermedios de la oxidación polifenólica capaces de destruir las enzimas hidrolíticas.

- Fermentación Acética. - En la tercera fase gracias a la remoción que oxigena el ambiente y el descenso del pH, se puede convertir el etanol obtenido en ácido acético (CH_3COOH), a través de la oxidación del alcohol, es decir sucederá una fermentación oxidativa. La temperatura ideal del proceso de fermentación acética está entre 28 y 30°C y el pH óptimo es de 4,5. La oxidación del etanol se realiza en dos etapas: en la primera el etanol se oxida a acetaldehído y en la segunda el acetaldehído a ácido acético. Se forman otros productos como acetato de etilo, butanol, isopropanol, compuestos intermedios de acetaldehído y ácidos orgánicos.

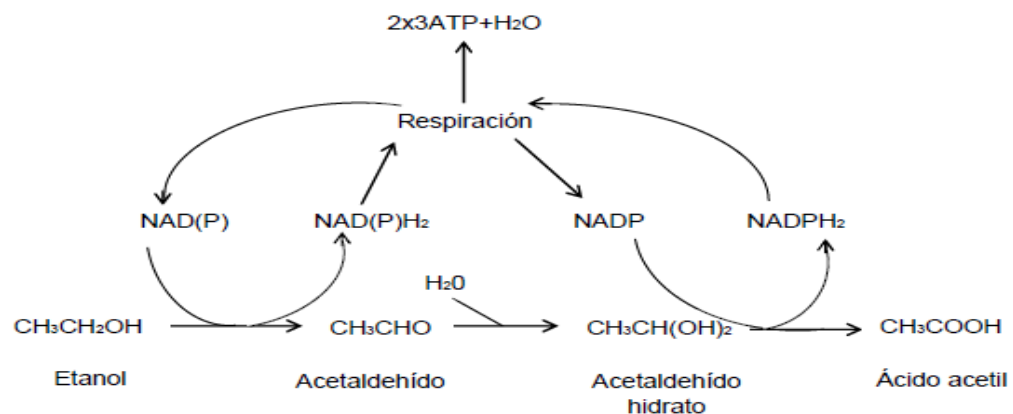


Figura 5. Fermentación Acética

Fuente: Teneda, (2016)

2.2.3 Secado

El secado tiene como finalidad eliminar el exceso de humedad de los granos de cacao, al término del proceso de fermentación las almendras tienen alrededor de 50 a 56% de humedad, el que deberá reducirse a un rango de 7% - 8 %, límite considerado como crítico para el almacenamiento y así evitar el desarrollo de hongos (mohos). Cuando la humedad baja más de un 6 % las almendras se vuelven quebradizas, pero si no se seca al punto indicado son más susceptibles al ataque de hongos, que puede producir micotoxinas patógenas (ocratoxina) que representa un riesgo para la salud humana (Ramirez, 2010)

El tiempo del secado varía de acuerdo a la temperatura, la intensidad solar, la lluvia y la estación del año. Bajo condiciones normales el tiempo de secado dura entre 6 y 8 días. Cuando el tiempo de secado es muy rápido se dificulta la volatilidad del ácido acético elevando la acidez y presentando mayor cantidad de granos violetas. Cuando el tiempo de secado es mayor a lo normal, debido al mal tiempo o a un espesor mayor de 5 cm. el cacao tiene un olor a podrido y presenta mayor cantidad de moho (Jinap & Dimick, 1990).

El proceso de secado termina cuando el contenido de humedad en el grano es menor al 8%. Durante el secado, el sabor (olor, aroma, gusto y sensaciones trigeminales) y el color continúan desarrollándose. Paralelamente, se presentan reacciones debidas al tratamiento térmico como la degradación de Strecker (vía la reacción de Maillard). En las que intervienen compuestos precursores del sabor como los azúcares reductores (glucosa y fructosa) y aminoácidos libres para producir diferentes compuestos como pirazinas y aldehídos (Afoakwa, 2010).

Un color café característico, un bajo nivel de astringencia y de gusto amargo, además de la ausencia de olores desagradables como notas a humo y acidez excesiva, son indicadores de un adecuado secado del grano de cacao (Afoakwa, 2010).

2.2.4 Tostado

El tostado de los granos de copoazú es considerado uno de las operaciones más importantes en la industrialización de los productos derivados de este, como la pasta, cupulate (producto similar al chocolate), coberturas, etc. En esta etapa continúa la generación del olor y aroma característico del chocolate a partir de los precursores del sabor formados durante la fermentación y el secado (Afoakwa, 2010).

Para el tostado de las semillas existen dos alternativas; el tostado convencional, y el pre tostado. El tostado convencional consiste en el tueste de las semillas aun con cascara en hornos industriales a temperaturas comprendidas entre 100 y 150°C durante 15 o 45 minutos respectivamente. En cambio el pre tostado, como su nombre lo indica, consiste en someter a las semillas a un tratamiento térmico previo a temperaturas inferiores de 100°C, por cortos periodos de tiempo (15 minutos) para desprender la cascara de la semilla y posteriormente someterla de manera directa a otros niveles de temperatura o bien otros procesos (Mercado, 2012).

La selección del método de tostado es importante, ya que con él se alcanzan indicadores claves del proceso, tales como bajar la carga bacteriana, facilitar el descascarado y mejorar el color (Anon, 1995), con temperaturas de entre 110 y 150 °C se favorece el desarrollo de los componentes del color, aroma y sabor, que se inicia durante la fermentación. En la industria, el método más empleado es el tostado convencional bajo el sistema convectivo, que realiza el tueste de la semilla con cáscara, con circulación o transmisión de aire caliente a temperaturas que oscilan entre 130 y 150 °C por 15 y 45 minutos.

El tostado se realiza con tres propósitos: disminuir la humedad de los granos de 7-8 a 2,5%; eliminar compuestos volátiles no deseados (por ejemplo, ácido acético) y generar nuevos compuestos volátiles (aroma de origen térmico). Los precursores formados durante la fermentación y el secado son los que participan en la formación de este aroma térmico. Las principales reacciones

químicas que desarrollan durante el tostado son: las reacciones de Maillard, caramelización de azúcares, degradación de proteínas y la síntesis de compuestos azufrados (reacciones menores). Las reacciones de Maillard en el grano de cacao ocurren entre los azúcares reductores (glucosa y fructosa) y aminoácidos libres o péptidos de cadena corta. Mediante estas reacciones se producen componentes específicos del aroma y sabor del cacao, tales como éteres, fenoles, ácidos, ésteres, aldehídos, cetonas, pirazinas, pirroles, entre otros, que contribuyen en notas aromáticas a frutal, floral, nuez, almendra, caramelo, malta y chocolate, que le otorgan agradable impresión sensorial (Nebesny & Rutkowski, 1998). Las pirazinas se correlacionan con notas aromáticas a chocolate, tostado, nuez y madera. Estos compuestos se forman durante el proceso de tostado, específicamente en la degradación de Strecker (vía la reacción de Maillard), que consiste en la reacción de un aminoácido con un α -dicarbonilo, para la formación de aminocetona. Éstas por su parte se condensan para formar pirazinas y otros compuestos heterocíclicos.

El desarrollo del aroma de origen térmico es un fenómeno complejo que está en función de la relación de las condiciones de tiempo-temperatura y de la composición química del grano. Las condiciones de tostado tiempo-temperatura pueden variar entre periodos de 5 a 20 min por intervalos de temperatura de 90 a 150 °C. Para la selección de las condiciones de tostado se deben considerar diferentes factores como son el tipo de cacao, su origen, tratamiento post-cosecha y el grado de tostado deseado (Afoakwa, 2010).

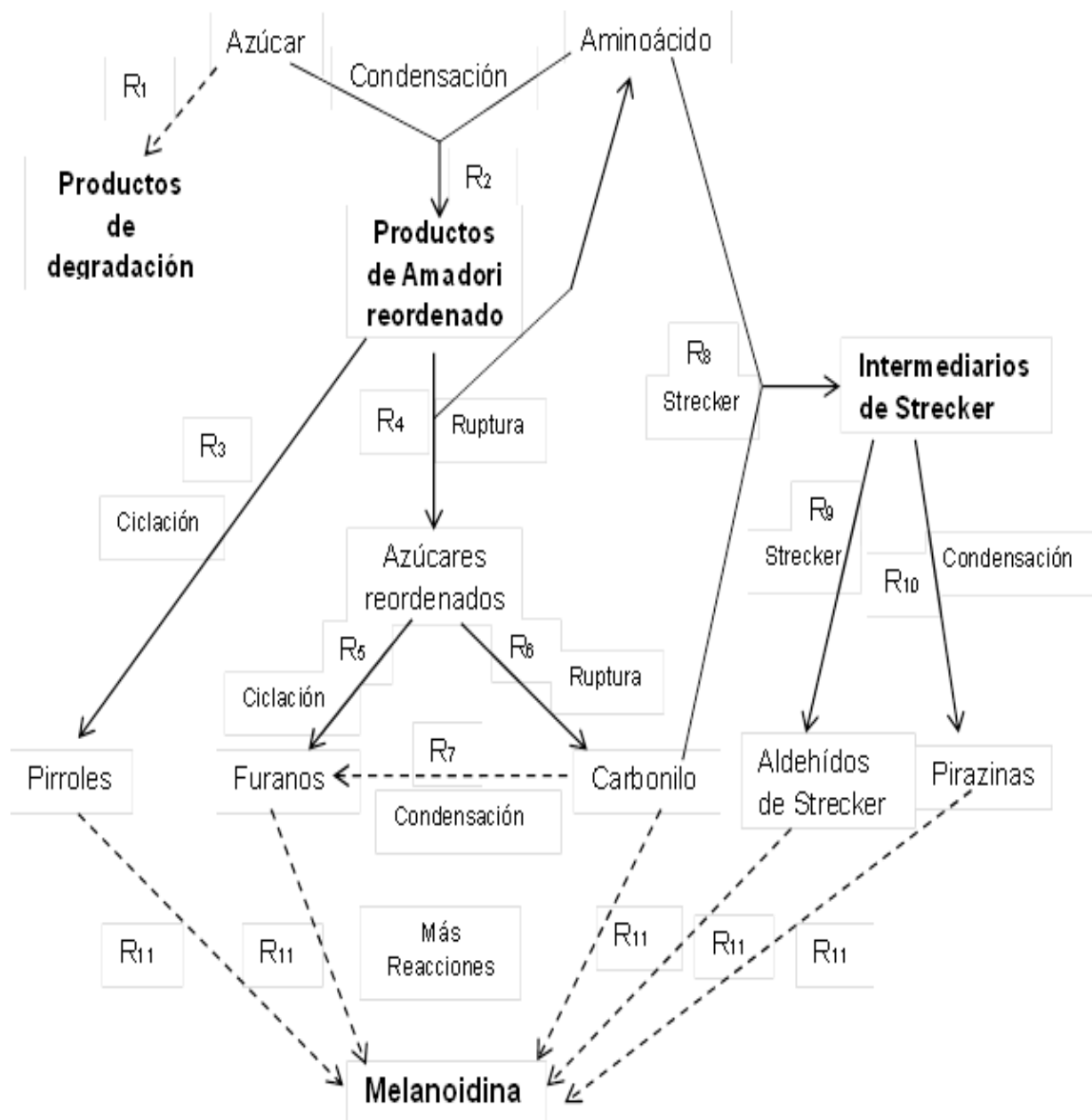


Figura 6. Esquema cinético simplificado para la generación de los compuestos responsables del sabor en la reacción de Maillard.

Fuente: (F. Jousse et al., 2002)

2.2.5 Evaluación sensorial

El análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos. Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las

sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente. También es considerada simplemente como: el análisis de las propiedades sensoriales, se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras (Hernandez, 2005).

La evaluación sensorial es clave, para el desarrollo de un producto y la mejora constante de la calidad del grano. La palabra “Cata” significa degustar un producto intentando buscar sus virtudes y sus defectos, analizándolo y descubriéndolo. En definitiva, la cata es un arte para el que no todo el mundo está calificado ya que se precisa de un buen paladar, un buen olfato y un buen tacto. La prueba de Catación permite determinar las características organolépticas que presenta y de acuerdo a ella determinar cómo se deberá realizar el procesamiento para la elaboración del chocolate (MINAGRI, 2009).

Según el INIAP, (2009), en el licor de cacao preparado para degustación se identifican tres grupos de sabores (básicos, específicos y adquiridos) como se muestra en la Figura 7 y se describe a continuación:

Sabores básicos:

- **Acidez:** Describe licores con sabor ácido; expresan la presencia de ácidos volátiles y no volátiles; se percibe en toda la lengua. Referencias: frutas cítricas, vinagre. Rohsius et al.,(2006), señalan que el sabor final está influenciado directamente por el proceso de acidificación durante la fermentación del grano.
- **Amargor:** Describe un sabor fuerte y amargo, en respuesta a una falta de fermentación, su referencia son el café, la cerveza y la toronja. Sancho,

Bota, & De Castro, (1999), Indican que el amargor está determinada por las purinas (cafeína y teobromina).

- **Astringencia:** Describe un sabor fuerte también por falta de fermentación; se expresa como sequedad en la boca producto de la precipitación de las proteínas en la saliva; va acompañada de incremento en la salivación; se percibe en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes. Referencia: cacao no fermentado, mango verde, hojas de plátano, carambola pintona. Luna et al., (2002) señala que la alta astringencia está determinado por los compuestos polifenólicos, existiendo una correlación negativa con la astringencia, es decir que a medida que transcurre el tiempo de fermentación, disminuye la astringencia de los granos. La alta astringencia indica que los granos no han alcanzado el óptimo en el índice de fermentación.
- **Dulce:** Se percibe sensación dulzaina.

Sabores (aromas) específicos:

- **Cacao:** Describe el sabor típico de granos de cacao bien fermentados, secos, tostados y libres de defectos. Referencia: barras de chocolate negro, cacao fermentado y tostado.
- **Floral:** Describe aroma de flores, con tonos perfumados. Referencia: lilas, violetas y flores de cítricos. Mendoza & Párraga, (2017) menciona que los valores elevados de sabor a fruta y floral son indicativos de suavidad y finura en el sabor del grano de cacao.
- **Frutal:** Describe el sabor y aroma a fruta madura, combinado con notas dulzainas agradables. Referencia: cualquier fruta seca madura, fruta cítrica madura y seca; ciruelas pasas.
- **Nuez:** Describe el sabor y aroma de almendras y nuez.

Sabores adquiridos (normalmente defectos):

Moho: Describe licores o pasta de cacao con sabor mohoso por sobre fermentación de las almendras o por un secado incorrecto que favorece la proliferación de hongos. Referencia: sabor a pan viejo, musgo, olor a bosque.

- **Químico:** Describe licores o pasta de cacao contaminado por combustible, plaguicidas, desinfectantes y otros productos.
- **Verde/crudo:** Describe características sensoriales que demuestran la insuficiencia de fermentación, o tostado incompleto.
- **Humo:** Describe licores y pasta de cacao contaminados por humo de madera, usualmente por el uso de prácticas de secado artificial. Referencia: humo de madera, notas fenólicas, jamón.
- **Metálico:** Describe licores o pasta de cacao en los que se perciben notas metálicas; origen poco conocido; una de las fuentes podría ser genética (INIAP, 2009).

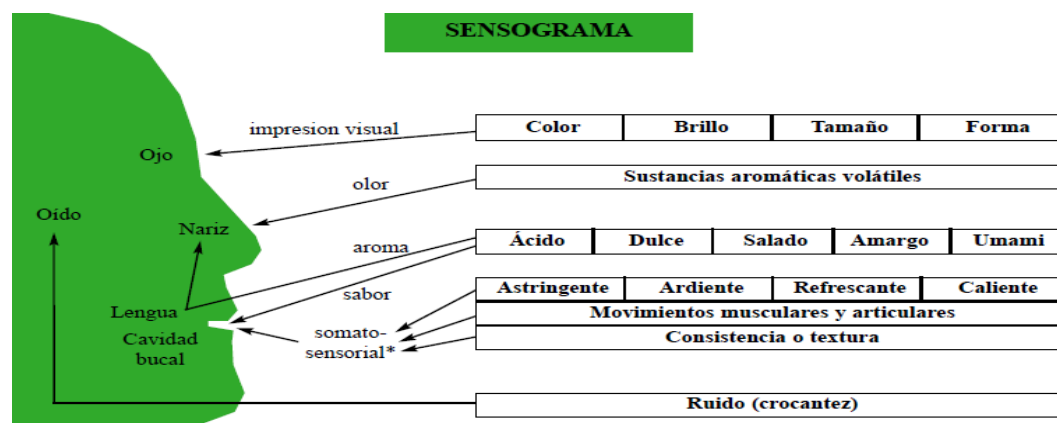


Figura 7. Sensograma

Fuente: Sancho *et al.*, (1999)

Métodos de Evaluación sensorial

Espinosa, (2007), menciona que existen diversas formas de clasificarlas aunque todos los autores coinciden en que estas se dividen en dos grandes grupos:

Prueba Analítica

Se realizan en condiciones controladas de laboratorio y son realizadas con jueces que han sido seleccionados y entrenados previamente (jueces analíticos). Las mismas se subdividen en pruebas discriminatorias, escalares y descriptivas. Las pruebas discriminatorias permiten comparar dos o más productos, e incluso estimar el tamaño de la diferencia. De manera general son sencillas y de gran utilidad práctica. Las pruebas escalares son aquellas en las cuales se mide de manera cuantitativa la intensidad de una propiedad sensorial con la ayuda de una escala. Debido a que las mismas se emplean como herramientas de trabajo en otros métodos sensoriales, algunos autores y especialistas en la temática no la tienen en cuenta dentro de la clasificación de los métodos de evaluación sensorial. Las pruebas descriptivas son de manera general más complejas, mediante las mismas los jueces establecen los descriptores que definen las diferentes características sensoriales de un producto y utilizan dichos descriptores para cuantificar las diferencias existentes entre varios productos.

Pruebas afectivas

Se realizan con personas no seleccionadas ni entrenadas, las que constituyen los denominados jueces afectivos. Los mismos en la mayoría de los casos se escogen atendiendo a que sean consumidores reales o potenciales del producto que se evalúa, pudiendo tener en cuenta situaciones económicas, demográficas, entre otros aspectos. Las pruebas afectivas se emplean en condiciones similares a las que normalmente se utilizan al consumir el producto, de ahí que puedan llevarse a cabo en supermercados, escuelas, plazas, etc. Los resultados que de las mismas se obtienen siempre permitirán conocer la aceptación, rechazo, preferencia o nivel de agrado de uno o varios productos por lo que es importante que las personas entiendan la necesidad de emitir respuestas lo más reales posibles. El cuestionario a emplear es otro elemento que debe ser analizado con rigor, para evitar que este introduzca errores en los resultados obtenidos. El mismo

no debe ser muy extenso para evitar fatiga en los jueces o rechazo a realizar la prueba, además debe ser fácil de responder, redactarse de manera clara con preguntas de fácil comprensión y con impresión legible.

2.3 Definición de términos

Compuestos polifenoles: Son compuestos bio-sintetizados por las plantas (sus frutos, hojas, tallos, raíces, semillas u otras partes). Todos los polifenoles exhiben propiedades antioxidantes. Estos compuestos dan cuenta de la mayor parte de la actividad antioxidante que exhiben las frutas, las verduras y ciertas infusiones y bebidas naturales habitualmente consumidas por la población. Desde un punto de vista químico, todos los polifenoles exhiben en su estructura, a lo menos, uno o más grupos hidroxilos (HO-) unidos a un anillo aromático, es decir, presentan algún grupo fenólico (Peñarrieta *et al.*, 2014).

Ácidos grasos: Son ácidos orgánicos monoenoicos, que se encuentran presentes en las grasas, raramente libres, y casi siempre esterificando al glicerol y eventualmente a otros alcoholes (Calvo, n.d.).

Catación: Es la descripción y/o medición de las características físicas y organolépticas (textura, color, aroma, sabor, etc.) de una bebida o alimento. Puesto que permite evaluar atributos, cualidades y defectos, se convierte en una herramienta de control de calidad al final del proceso de transformación del producto (EcuRed, 2018).

Análisis sensorial: Es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos. Dicho de otro modo, es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima (Ahued, 2014).

Capacidad Antioxidante: Es la capacidad relativa que tiene un alimento de bloquear los radicales libres, es decir, las sustancias nocivas para el cuerpo (García, 2007).

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de estudio

La investigación es de tipo experimental, con la que se buscó determinar los parámetros óptimos de temperatura y tiempo durante el proceso de tostado en tambor rotatorio y estufa para la obtención de la pasta de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*).

3.2 Diseño de estudio

El presente trabajo experimental está basado en un diseño en bloques completamente al azar (DBCA), con tres repeticiones, donde los tratamientos fueron temperatura y tiempo de tostado para los sistemas de estufa y tambor rotatorio (ver Tabla 6). Los datos obtenidos serán sometidos al análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey para la determinación de diferencias significativas. Para el análisis estadístico se utilizó el software R.

Tabla 6, Diseño Experimental

BLOQUES	T= 100C	T= 130C	T= 150C	Θ
ESTUFA	T=100C	T= 130C	T= 150C	Θ=20
	Θ=20	Θ=20	Θ=20	
	T=100C	T= 130C	T= 150C	Θ=30
	Θ=30	Θ=30	Θ=30	
	T=100C	T= 130C	T= 150C	Θ=40
	Θ=40	Θ=40	Θ=40	
TAMBOR ROTATORIO	T=100C	T= 130C	T= 150C	Θ=20
	Θ=20	Θ=20	Θ=20	
	T=100C	T= 130C	T= 150C	Θ=30
	Θ=30	Θ=30	Θ=30	
	T=100C	T= 130C	T= 150C	Θ=40
	Θ=40	Θ=40	Θ=40	

Fuente: Elaboración propia (2018)

3.3 Población y Muestra

Población

El fruto de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*), fue recolectada de la Asociación de Productores Agropecuarios de la Comunidad “El Progreso” ubicada en la provincia Tambopata, en el Km. 83 de la carretera interoceánica sur, Puerto Maldonado – Cusco, específicamente del agricultor Francisco Huaca Quispe que cuenta con 4 hectáreas de producción de copoazú, por hectárea tiene 160 plantones, cada platón produce de 12 a 15 frutos de copoazú con un peso promedio de 1,5 Kg aproximadamente, siendo su productividad de 400 Kg de semillas frescas por hectáreas. Sin embargo, para esta investigación se utilizó 90 Kg de semilla fermentadas y secas con una humedad de 7%.

Muestra

Para el estudio se utilizó la cantidad de 5 kg/bach de semillas fermentadas y secas por cada tratamiento (9 tratamiento para el proceso de tostado en estufa y en tambor rotatorio respectivamente). (La toma de la muestra es en referencia a la capacidad del tostador que es de 5kg).

3.4 Métodos y técnicas

3.4.1 Lugar de Ejecución

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Planta piloto de frutas de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios y en la Empresa Kacao Tocache (Kato SAC), en la región de San Martín, provincia de Tocache. Así mismo se realizó el análisis sensorial de las muestras en la Asociación APPCACHO, posteriormente el mejor tratamiento fue analizado en el laboratorio de cromatografía de la carrera profesional de química en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

3.4.2 Materia Prima

La materia prima a utilizar fue el fruto de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*), cosechada en la Asociación de Productores Agropecuarios de la Comunidad “El Progreso” ubicada en la provincia Tambopata, departamento de Madre de Dios.

3.4.3 Equipos y Materiales

Equipos:

- Estufa universal automática marca MERMMERT, temperatura máxima 200°C. Germany.
- Tostador Modelo ERTC Marca IMSA, Estructura completa en INOX 304, con motor reductor de 3/4 HP de capacidad de 5 kg / bach.
- Descascarilladora, Marca IMSA, Quiebre de grano tostado en 2 rodillos dentados en INOX 3014, con capacidad de 5 kg/ h.
- Molino triturador, Marca IMSA, Estructura completa en INOX 304 de capacidad de 5 kg/ h
- Refinador de piedra de granito, modelo SPECTRA11, marca MELANGERS ECGC-12SL de capacidad de 4 kg carga.
- Balanza analítica, DENVER-USA, 2 APX 200 serie N° A24075040
- pHmetro digital marca HANNA
- Termómetro de alcohol de 0°C-100°C.

Materiales:

- Placas Petri, marca KIMBLE USA.
- Campanas desecadoras de vidrio al vacío
- Espátula
- Indumentarias (Mandil, Mascarilla y guantes)
- Cajas de Fermentación
- Secadora de madera
- Moldes
- Bandejas de acero inoxidable.
- Espátulas.

3.4.4 Metodologías y Técnicas de Análisis

a. Análisis Proximal

El análisis de la composición proximal de la pasta de copoazú fue realizado en el Laboratorio de Análisis Químico de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y matemáticas de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – UNSAAC (Anexo 3). Se determinó humedad (NTP 206.011), proteína (AOAC 935.39C), Lípidos (NTP 206.017), Ceniza (AOAC 935.39B), fibra (FAO 14/7) y carbohidratos (por diferencia), energía (calculado), pH (AOAC 981.12) y Acidez (AOAC 942.15).

b. Determinación de los Compuestos Fenólicos

La determinación de los compuestos fenólicos de la pasta de copoazú fue realizado en el Laboratorio de Análisis Químico de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y matemáticas de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – UNSAAC (Anexo 5).

El contenido fenólico del licor de Copoazú fue determinado siguiendo la metodología propuesta por Singleton, Orthofer, & Lamuela-Raventós, (1999), aproximadamente 100 gramos de licor de Copoazú fueron utilizados para el análisis, inicialmente la muestra fue desengrasada, a seguir esta muestra fue sometida a extracción para obtener los compuestos fenólicos. La cuantificación de los compuestos fenólicos totales fue realizada por espectrofotometría, utilizando una curva estándar de ácido gálico y los resultados fueron expresados en microgramos equivalentes de ácido gálico que están presentes en 1 gramo de licor de copoazú.

c. Determinación de la Capacidad Antioxidante

La determinación de la capacidad antioxidante de la pasta de Copoazú fue realizado en el Laboratorio de Análisis Químico de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – UNSAAC (Anexo 6).

La Actividad antioxidante del licor de Copoazú fue determinada por espectrofotometría utilizando el radical DPPH, de acuerdo con la metodología propuesta por Brand-Williams, Cuvelier, & Berset, (1997), aproximadamente 100 gramos de licor de Copoazú fue empleado para el análisis. La muestra ya desengrasada fue sometida a extracción para obtener los compuestos antioxidantes presentes en el licor, el extracto obtenido fue utilizado para medir la capacidad de capturar el radical DPPH, mediante la medición de la absorbancia a una longitud de onda de 517 nm en un espectrofotómetro (Génesis 20 Thermo Electron). Para la cuantificación de la actividad antioxidante fue empleada una curva estándar construida con diferentes concentraciones de Trolox en solución. Los resultados de la capacidad antioxidante fueron expresados como el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI50 o IC50) en equivalentes Trolox que están presente por gramo de muestra.

d. Determinación del Perfil de Ácidos Grasos

La determinación de los ácidos grasos de la pasta de copoazú fue realizado en el Laboratorio de Análisis Químico de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – UNSAAC (Anexo 4).

El perfil de ácidos grasos fue determinado siguiendo con las recomendaciones de David, Sandra, Krijgslaan, Gent, & Wylie, (2002), con modificaciones. Para el análisis fueron empleados extractos del licor desengrasado, estos extractos fueron previamente filtrados con filtros tipo jeringa con una porosidad de 0,45 μm para ser inyectados a equipo de HPLC. Las condiciones cromatografías empleadas para el análisis fueron:

Cromatógrafo: Agilent 6890N

Detector de Masas Agilent: 5975B

Energía de Ionización: 70eV

Modo de Ionización: Impacto Electrónico (IE)

Modo de escaneo de masas: 40-500

Inyector Automático: 7683B

Columna: DB-23, 60m x I.D 0,250 x 0,15 μ m Film.

Condiciones del cromatógrafo.

Temperatura del Horno inicial 1400C

Rampa:

Pasos	°C/min	Temperatura °C	Final time
Inicio	0	140	
1	0	140	5,00
2	5,0	230	12,00

Tiempo de Corrida: 35,00 min

Puerto de Inyección

Modo: Split

Relación de Split: 10:1

Temperatura Inicial: 250 °C

Tipo de Gas: Helio

Flujo: 0,8 mL/min

Volumen de Inyección: 0,1 μ L

3.4.5 Beneficio del Copoazú y Procesamiento de la pasta de Copoazú.

Los granos de Copoazú fermentado y seco fueron desarrollados en la plata piloto de frutas de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, cuyos frutos fueron procedentes de la en la Asociación de Productores Agropecuarios de la Comunidad “El Progreso” ubicada en la provincia Tambopata, departamento de Madre de Dios. Para la obtención de la pasta de copoazú se realizó el tostado mediante dos sistemas que son tambor rotatorio y estufa. Se utilizó el tostador marca IMSA y se siguió el diagrama de flujo que se muestra en la Figura 8.

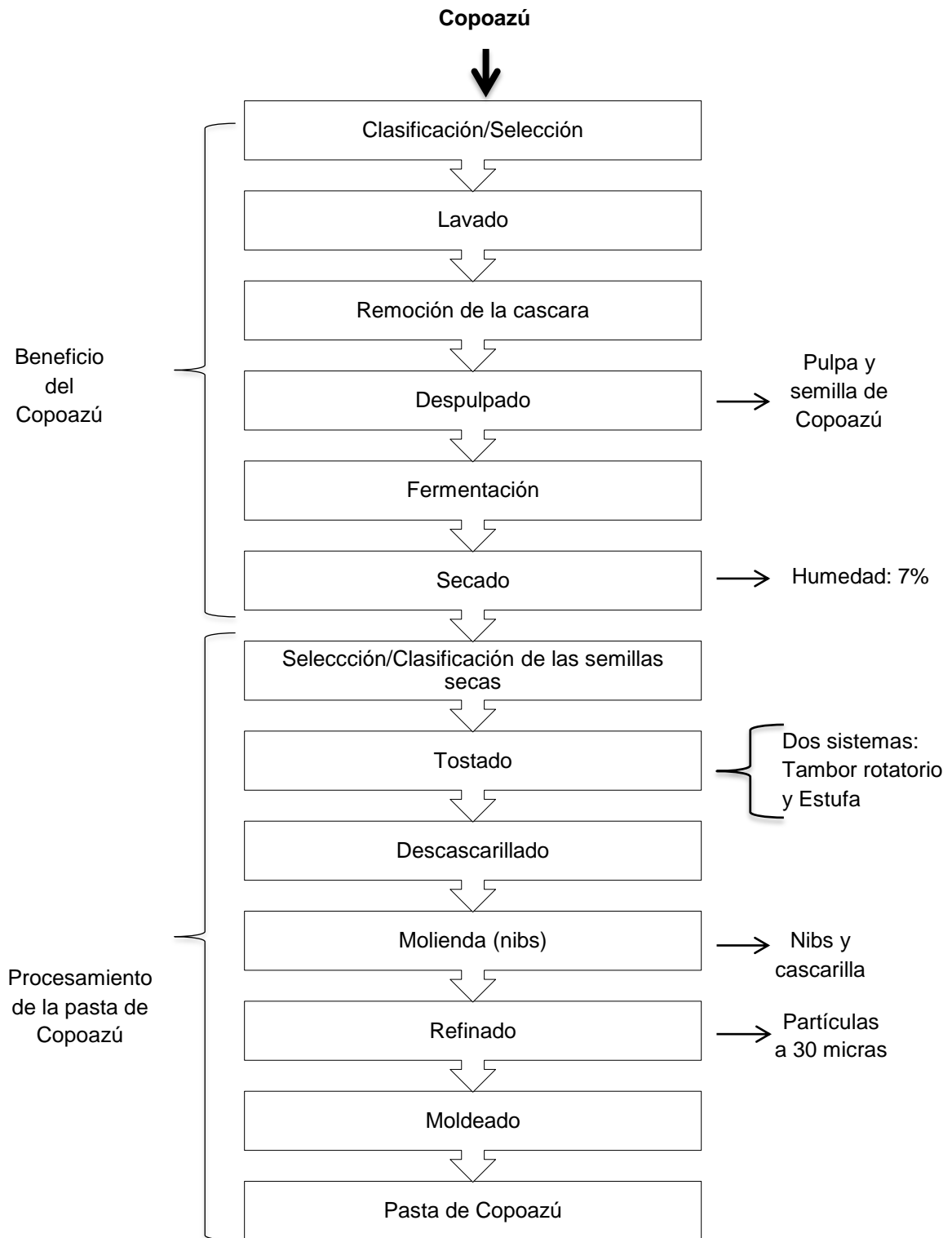


Figura 8. Flujograma del Procesamiento del Copoazú.

Fuente: Elaboración Propia. (2018)

Descripción del Procesamiento de la pasta de Copoazú.

- a. Recepción y/o adquisición del copoazú: La materia prima se adquirió de la Asociación de Productores Agropecuarios de la Comunidad “El Progreso” ubicada en la provincia Tambopata, departamento de Madre de Dios.



Figura 9. Recepción de frutos de Copoazú en planta piloto de frutas de la UNAMAD.

Fuente: Elaboración propia (2018)

- b. Selección y lavado: La selección se realizó eliminando los frutos que tengan algún tipo de impurezas como: Hebras, cualquier tipo de materiales extraños, frutos quebrados; defectos que no estén permitidos para el comercio del grano. A seguir los frutos de copoazú aptos para el proceso fueron sometidos a lavado por rodillos, para retirar la pubescencia natural del fruto.



Figura 10. Lavado de los frutos de Copoazú en lavadora de rodillos.

Fuente: Elaboración propia (2018)

- c. Remoción de la cascara: La remoción de la cascara externa del Copoazú se realizó con un mazo de madera para facilitar su posterior apertura de la cáscara del fruto en forma manual. Se separó la cáscara realizando un desgrane manual y retirando la placenta debido a que ésta da lugar a granos aglomerados que dificultan la etapa de secado y fermentación.



Figura 11. Descocado del fruto de Copoazú

Fuente: Elaboración propia (2018)

- d. Despulpado: El despulpado se realizó en forma mecánica con una despulpadora de frutas, separando la pulpa de la almendra. Durante este proceso se removió un 70% a 90% de la pulpa.



Figura 12. Despulpado de Copoazú

Fuente: Elaboración propia (2018)

- e. Fermentación: Se procedió a la fermentación aplicando el método de fermentación en cajas de madera por 8 días, con remoción de 24 horas. Se tomó diariamente la temperatura, pH y acidez.



Figura 13. Remoción de las semillas de Copoazú en proceso de fermentación

Fuente: Elaboración propia (2018)

- f. Secado: El proceso se realizó mediante el método de secado natural, para cual se realizó en los secadores solares del CITE productivo de Madre de Dios. Al término del secado se realizó la humedad final de la semilla.



Figura 14. Secado solar de las semillas de Copoazú Fermentadas

Fuente: Elaboración propia (2018)

- g. Clasificación por tamaño: Las semillas fueron previamente seleccionadas antes de ser tostadas, donde se eliminó manualmente las almendras muy pequeñas, achatadas, vanas e impropias para el procesamiento, incluyendo también alguna materia extraña que pudiese presentar.

h. Tostado: Luego de un riguroso control y selección de los granos de Copoazú se realizó el proceso de tostado mediante dos sistemas de tostado: Estufa y Tambor Rotatorio, en cada proceso se sometió las semillas de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*) a temperaturas de 100, 130 y 150 °C, con tiempos de 20, 30 y 40 min. Con la aplicación de calor directo a una temperatura, el grano comenzó a desprender su aroma y a eliminar la humedad.



Figura 15. Tostado de granos de Copoazú en tostador de tambor rotatorio

Fuente: Elaboración propia (2018)



Figura 16. Tostado de granos de Copoazú en Estufa

Fuente: Elaboración propia (2018)

- i. Descascarillado: Esta operación se realizó en una maquina descascarilladora. Después de este proceso, se obtuvo un producto denominado NIBS el mismo que pasó a una mesa de acero inoxidable.



Figura 17. Descascarillado de los granos de Copoazú tostados

Fuente: Elaboración propia (2018)

- j. Molienda: El grano ya triturado y limpio se sometió a molienda en los molinos de discos que por fricción se sometieron a temperaturas de 50 °C aprox. que le dan un estado líquido.



Figura 18. Molienda de los nibs de Copoazú

Fuente: Elaboración propia (2018)

- k. Refinación: La mezcla se colocó en un refinador de piedra de granito para reducir el tamaño de las partículas a 30 micras con una temperatura 45 °C por 5 horas, permitiendo obtener una buena homogenización.



Figura 19. Refinado de la pasta de Copoazú

Fuente: Elaboración propia (2018)

- l. Moldeado: Finalmente licor de Copoazú es colocado en sus respectivos moldes de 90 gramos de policarbonato, dando ligeros golpes para evitar la formación de pequeñas burbujas que afectarían a la calidad de la pasta y posteriormente puesto a refrigeración a temperatura de 8°C a 10°C para su solidificación por un tiempo de 20 a 25 minutos, posteriormente se procedió al envasado para los respectivos análisis.



Figura 20. Moldeado de la pasta de Copoazú

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 7, Balance de masa en el beneficio y procesamiento de la pasta de Copoazú.

Operación	Ingreso (Kg)	Salida (Kg)	Perdidas	
			(Kg)	(%)
Recepción	1125,00	0,00	0,00	0,00
Pesado	1125,00	0,00	0,00	0,00
Selección y clasificación	1125,00	0,00	0,00	0,00
Lavado	1125,00	1123,31	1,69	0,15
Remoción de la Cascara	1123,31	617,82	505,49	45
Despulpado-Semilla	617,82	395,41	222,42	36
Fermentación	222,42	172,15	50,27	22,60
Secado	72,15	92,22	79,93	46,43
Selección y clasificación	92,22	90,38	1,84	2
Tostado	90,38	84,32	6,06	6,7
Descascarillado	84,32	65,77	18,55	22
Refinado	65,77	63,93	1,84	2,8
Moldeado	63,93	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia (2018)

Rendimiento en la obtención de la pasta de chocolate de Copoazú

- Peso inicial de la materia prima = 1125 Kg
- Peso final de la pasta de chocolate de Copoazú = 63,93 Kg
- Rendimiento en % de la pasta de Copoazú = 5,68 %

3.4.6 Evaluación sensorial (Catación) de la pasta de Copoazú.

La evaluación sensorial estuvo a cargo de seis catadores expertos, quienes emplearon la ficha guía para la cata de cacao (APPCACAO), Anexo 2, en la que el catador utiliza sus sentidos para validar 10 atributos de la muestra de Copoazú. En la ficha se incluyen, además, secciones para comentarios finales, puntaje del catador y puntaje total. La escala de medición va de 0 - 10 (0

ausencia; 1-3 ligero; 4-6 moderado; 7-8 intenso; 9-10 extremo. Para lo cual los valores de calidad en la escala del 0 - 10, son directamente proporcional en los atributos de olor, dulzura, sabor, aroma, limpieza, post gusto y apreciación global. Mientras que para descriptores de acidez, astringencia y amargor; el valor de calidad es del orden inverso.

Escala de valoración de calidad:

- Deficiente: Menores de 70 puntos
- Buena Calidad: Entre 70 a 85 puntos
- Excepcional: Entre 85 a 100 puntos

Los atributos sensoriales evaluados fueron:

a. Olor/fragancia, se deben tener en cuenta los olores/fragancias positivas como: dulce (piña confitada, caramelo, chocolate, miel, chancaca o panela), nuez (maní, almendras, pecanas, pistacho y otras nueces), especias (pimienta, comino, orégano, laurel, canela, clavo de olor), flores (aroma de rosas y otras flores), frutas (manzana, plátano, melón, piña, cereza, uva, lúcuma), frutos secos (guindones, pasas, higo, cereza seca, durazno seco, fruta confitada). Se tendrán en cuenta los olores/fragancias negativas como: tierra, hierbas, moho, descomposición y contaminantes.

b. Acidez, se tendrán en cuenta los olores/fragancias como ácido acético (vinagre, agrio), ácido cítrico (limón, naranja, moras, pomelo, lima, frambuesas, grosellas y arándanos, piña, cerezas, tomate, pimienta, alcachofa, fresas, bayas de sauco, grosellas rojas y negras), ácido carbónico (coca-cola), ácido nítrico (carne pútrida), ácido láctico (leche cortada, yogurt), ácido málico (manzana), ácido butírico (mantequilla o alimentos grasos en general, tanto de origen animal como vegetal en proceso de descomposición), ácido tartárico (uvas, tamarindo, vino).

c. Amargor, se tendrá en cuenta el sabor amargo de sustancias puras o mezclas; se califican en forma inversa a la intensidad. Alto de 0-2 (aspirina,

achicoria, hoja de verbena, hercampuri), medio alto 2-4 (piel de toronja), medio 4-6 (5g 43 de café soluble en 100mL de agua), medio bajo 6-8 (médula de limón dulce), bajo 8-10 (médula de lima).

- d. Astringencia**, se tendrá en cuenta el sabor astringente, se califican en forma inversa a la intensidad. Alto de 0-2 (médula de pecanas, marañón “casho” verde), medio alto 2-4 (cáscara de plátanos, carambolas pintonas), medio 4-6 (granada, manzana verde, caqui verde), medio bajo 6-8 (guanábana madura), bajo 8-10 (casi no se percibe astringencia).
- e. Sabor/aroma**, en este atributo solo se evaluarán los atributos positivos para no involucrar a los demás atributos. Cinco (5) (para muestras de sabor plano que no se percibe), siete (7) (los sabores que se perciben en la muestra son buenos), ocho (8) (los sabores que se perciben son muy buenos), diez (10) (los sabores que se perciben son excelentes, perfectos muy agradables) la cantidad calificada se multiplica por dos por ser una característica importante para el cacao.
- f. Limpieza**, se define por la ausencia de defectos. Se deben tener en cuenta los defectos (tierra, hierbas, moho, descomposición, contaminantes), no son considerados como sabores defectuosos (amargor, astringencia, acidez) no se valora la intensidad de los defectos; por lo tanto, si no hay defectos es altamente limpio, con puntaje de calidad alto y si hay muchos defectos la muestra es baja en limpieza y su puntaje también será bajo. Alto (no hay presencia de sabores defectuosos), medio alto (hay presencia de defecto leve que se puede nombrar), medio (presencia de defectos fácilmente perceptibles y distrae de los aspectos positivos), medio bajo (sabor fuerte de un defecto o una combinación de sabores defectuosos), bajo (defecto de los defectos que dominan la muestra son graves y extremadamente malos).

- g. Pos gusto**, sabores que quedan al final de la cata, cuando la muestra se ha disuelto completamente, y estos pueden ser agradables o desagradables.
- h. Comentario**, el catador resumirá sus apreciaciones positivas y/o negativas, anotará algunas características que no ha descrito durante el proceso de análisis.
- i. Puntaje del catador**, el catador valorará su apreciación final teniendo en cuenta el balance, la armonía y todas sus características de la muestra. Calificará de cero (0) a diez (10) puntos. El catador sumará todos los puntajes que le asignó a la muestra en los distintos factores analizados

3.5. Tratamiento de los datos

Codificación

Para poder identificar los diferentes tratamientos estudiados en tostado de la semilla de Copoazú se estableció una codificación en función al proceso y método que se aplicó en la investigación y así como se detalla en la Tabla 8, la codificación de los dos métodos de tostado.

Tabla 8, Codificación de los tratamientos de tostado

TRATAMIENTO	CODIGO
Tostado Estufa	TE
Tostado Tambor Rotatorio	TTR

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 9, Codificación de los tratamientos incluyendo la temperatura, el tiempo el tipo de tostado.

Ensayo	Tipo de tostado	Temperatura (°C)	Tiempo (min.)	Tratamiento Codificado
1	Estufa (TE)	100	20 (A)	TE100A
2	Estufa (TE)	100	30 (B)	TE100B
3	Estufa (TE)	100	40 (C)	TE100C
4	Estufa (TE)	130	20 (A)	TE130A
5	Estufa (TE)	130	30 (B)	TE130B
6	Estufa (TE)	130	40 (C)	TE130C
7	Estufa (TE)	150	20 (A)	TE150A
8	Estufa (TE)	150	30 (B)	TE150B
9	Estufa (TE)	150	40 (C)	TE150C
10	Tambor Rotatorio (TTR)	100	20 (A)	TTR100A
11	Tambor Rotatorio (TTR)	100	30 (B)	TTR100B
12	Tambor Rotatorio (TTR)	100	40 (C)	TTR100C
13	Tambor Rotatorio (TTR)	130	20 (A)	TTR130A
14	Tambor Rotatorio (TTR)	130	30 (B)	TTR130B
15	Tambor Rotatorio (TTR)	130	40 (C)	TTR130C
16	Tambor Rotatorio (TTR)	150	20 (A)	TTR150A
17	Tambor Rotatorio (TTR)	150	30 (B)	TTR150B
18	Tambor Rotatorio (TTR)	150	40 (C)	TTR150C

Fuente: Elaboración propia (2018)

Análisis estadísticos

Los ensayos experimentales fueron realizados siguiendo un diseño en bloques completamente al azar (DBCA), siendo los parámetros de temperatura de tostado (100, 130 y 150 °C) y tiempo de exposición al tostado (20, 30 y 40 min) con tres repeticiones, para los sistemas de estufa y tambor rotatorio. Los datos obtenidos serán sometidos al análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para la determinación de diferencias significativas y para el análisis estadístico se utilizó el software R.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Calidad Sensorial de la Pasta del Copoazú

Tabla 10. Resultados de la evaluación sensorial de las pastas de Copoazú

Ensayo	Descriptoros *										Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
E100A	7	9	2	5	7	9	5	6	5	6	61
E100B	5	8	2	3	5	10	7	8	5	6	59
E100C	7	8	3	4	7	8	6	8	7	6	64
E130A	7	8	4	8	6	9	6	8	7	7	70
E130B	7	9	8	3	7	8	2	2	3	3	52
E130C	7	8	3	5	7	7	3	6	5	5	56
E150A	5	7	2	5	5	8	5	6	6	6	55
E150B	5	7	3	5	5	9	5	5	6	5	55
E150C	5	7	3	5	5	8	5	6	6	6	56
T100A	7	9	2	8	7	10	8	7	5	7	70
T100B	7	8	4	5	7	8	6	8	7	7	67
T100C	7	8	4	6	7	9	7	9	7	7	71
T130A	8	9	4	5	7	7	3	6	5	5	59
T130B	7	9	8	3	7	8	2	2	3	3	52
T130C	5	9	2	3	4	7	2	3	3	4	42
T150A	3	10	0	2	4	4	3	1	1	2	30
T150B	3	10	0	2	4	4	3	1	1	2	30
T150C	3	10	0	2	3	5	1	1	1	2	28
M	5,83	8,50	3,00	4,39	5,78	7,67	4,39	5,17	4,61	4,94	54,28
D.E.	1,62	0,99	2,25	1,82	1,40	1,78	2,06	2,77	2,12	1,83	13,63
CV %	27,74	11,59	74,97	41,46	24,15	23,25	46,98	53,63	45,94	37,02	25,11

A: Olor y fragancia; B: Acidez; C: Dulzura; D: Sabor; E: Aroma; F: Astringencia; G: Amargor; H: Limpieza; I: Post gusto; J: Apariencia global; M: Media; D.E.: Desvió estándar; CV%: Coeficiente de variación. * Los valores corresponden al promedio de 3 repeticiones.

Fuente : Elaboracion Propia (2018)

En la Tabla 10, se puede observar el resultado de la evaluación de la calidad sensorial de los dieciocho tratamientos de la pasta de Copoazú, elaborados de acuerdo con el diseño experimental del presente estudio. Para la evaluación se consideraron diez descriptores de calidad, de los cuales siete son considerados atributos positivos, estos son, “Olor y fragancia”, “Dulzura”, “Sabor”, “Aroma”, “Limpieza”, “Post gusto” y “Apariencia global”. Y tres son atributos negativos de calidad, estos son, “Astringencia”, “Amargor” y “Acidez”.

Los puntajes totales obtenidos en los tratamientos E130A y T100C, fueron los más altos (70 y 71 respectivamente), de acuerdo con la escala de valoración de calidad de la Asociación Peruana de Productores de Cacao – APPCACAO, estas dos pastas de copoazú serían consideradas de “Buena calidad”. En cuanto a las pastas elaboradas con los nibs de copoazú obtenidas de acuerdo con los tratamientos E100A, E100B, E100C, E130B, E130C, E150A, E150B, E150C, T100A, T100B, T130A, T130B, T130C, T150A, T150B y T150C, son consideradas de “Calidad deficiente”.

En la literatura científica no se a encontrado reporte de algun estudio similar al presente trabajo de investigación, que muestre el efecto del tostado de los granos de copoazú en la calidad sensorial de la pasta y sobre el perfil sensorial. Los estudios mas proximos al presente estudio fueron realizados en la especie *T. cacao*. Aunque existen diferencias entre los licores de Copoazú y de Cacao, que incluyen el tamaño de partícula, el tiempo de enfriamiento y las condiciones de humedad, con impactos sobre la cristalización de las grasas y sobre la calidad sensorial, física y fisicoquímica de los chocolates (Cucaita et al., 2014). Las propiedades sensoriales, físicas y fisicoquímicas del licor de cacao se usaron para establecer las condiciones tecnológicas del proceso de operación para los granos de copoazú, el cual puede ser usado como materia prima para el desarrollo de productos similares al chocolate y en aplicaciones de chocolate negro (Cucaita et al., 2014). Aunque las propiedades sensoriales difieren de las de los productos clásicos de chocolate, es posible adoptar un proceso tecnológico estándar para semillas de Copoazú fermentadas con el fin de producir derivados con buen sabor (Cucaita et al., 2014).

Se ha reportado que los atributos sensoriales del chocolate elaborado a partir de pasta de cacao son determinados por las variables del proceso y características inherentes a los granos (Hoskin, 1994), esto mismo puede explicar las características sensoriales observadas en los diferentes tratamientos del presente estudio. Las dos etapas consideradas como mas importantes en el desarrollo de los precursores de sabor, son producidos durante la fermentación y principalmente en el tostado (Hoskin, 1994), esto se ha podido observar en la presente investigación donde se empleó atributos sensoriales definidos para el cacao según APPCACAO, estudiandose diferentes condiciones de tostado que conllevaron a obtener diferentes intensidades de los atributos sensoriales (Tabla 10) y variación del perfil sensorial (Figuras 21, 22, 23 y 24). Las características sensoriales de la pasta de copoazú son producidas en el tostado, en esta operación se producen reacciones complejas de pardeamiento, conocidas como las reacciones de Maillard, dando origen a numerosos compuestos que contribuyen a dar el sabor, aroma y color característico del chocolate (Hoskin, 1994; de Brito et al., 2001; Bustamante et al., 2015; Krysiak, 2006), la mayoría de estos compuestos son volátiles y explican las percepciones básicas sensoriales como Amargo picante, Afrutado, Nuez, Floral, Vegetal, Dulce a chocolate, entre otros (Bonvehí, 2005).

En la Figura 21, se puede observar el resultado de la evaluación sensorial de la pasta de copoazú elaborada con nibs tostadas de acuerdo con el tratamiento E130A, donde los descriptores *Astringencia*, *Sabor*, *Acidez*, *Limpieza*, *Post-gusto*, *Apariencia global*, *Olor-fragancia*, *Aroma* y *Amargor*, obtuvieron los valores mas altos. La *Dulzura* fue el unico descriptor tuvo una intensidad baja, con valor por debajo de 5. En general, la calidad sensorial de la pasta de este tratamiento es considerado de “Buena calidad”, ya que obtuvo una intensidad total de 70 puntos en la suma de las puntuaciones obtenidas de los descriptores evaluados.

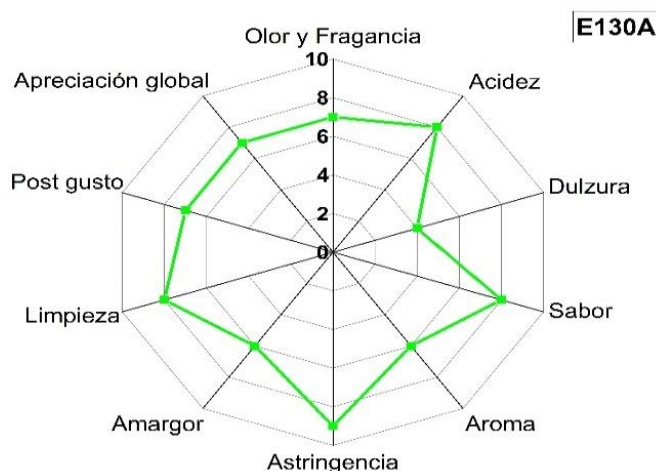


Figura 21. Diagrama de araña de la calidad sensorial del licor de Copoazú del tratamiento E130A

Fuente: Elaboración propia (2018)

En la Figura 22 se observa el resultado del perfil sensorial de la pasta de copoazú del tratamiento E130A, presentando 7 familias de sabores, *Dulce*, *Chocolate*, *Frutal*, *Nuez*, *Granos/Cereal*, *Especias* y *Vegetal*, a partir de estas familias de sabores fueron identificadas subfamilias de sabores en las cantidades de 4 (*Azúcar de caña*, *Azúcar morena*, *Caramelo*, *Miel de maple*), 1 (*Chocolate*), 2 (*Citricos (Toronja)* y *Frutas secas (Higo seco)*), 2 (*Avellana* y *Pecano*), 3 (*Malta*, *Granola* y *Pan dulce*), 1 (*Canela*) y 1 (*Guisante*), respectivamente.



Figura 22. Ruleta de Sabores del licor de Copoazú del tratamiento E130A

Fuente: Elaboración propia (2018)

La pasta de copoazú elaborada con nibs del tratamiento T100C, fue clasificado como de “Buena Calidad”, esto debido a que la suma de todas las puntuaciones de los descriptores evaluados, que se puede visualizar en el grafico de telaraña de la Figura 23, fue superior a 70 puntos, se clasifica de esta forma de acuerdo con las recomendaciones de APPCACAO. Los descriptores con mayor puntuación fueron *Astringencia*, *Limpieza*, *Acidez*, *Post-gusto*, *Apariencia global*, *Olor-fragancia*, *Aroma* y *Amargor*. Se debe aclarar que los descriptores *Astringencia*, *Acidez* y *Amargo*, son atributos que contribuyen con la mala calidad de la pasta, pero en el presente grafico los valores altos representan el grado de ausencia, calculado según APPCACAO a partir del valor inicial que indicaba la presencia de estos atributos en la pasta.

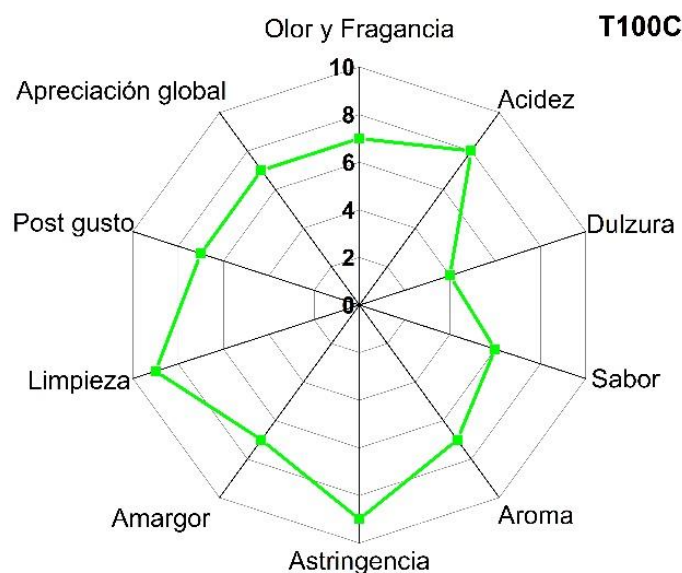


Figura 23. Diagrama de telaraña de la calidad sensorial del licor de copoazú del tratamiento T100C

Fuente: Elaboración propia (2018).

En la Figura 24 se observa los resultados del perfil sensorial de la pasta de Copoazú del tratamiento T100C, se puede observar que la pasta desarrolló 6 familias de sabores, cada uno con por lo menos una subfamilia de sabor, los cuales fueron: *Dulce* con las subfamilias Caramelo, Azucar morena, Azucar de

caña, Miel de maple y Melasa; *Granos/Cereales* con las subfamilias Pan dulce, Granola y Malta; *Nuez* con las subfamilias AlmenNWSZ4CEBDSXUC8dra y Pecana; *Vegetal* con la subfamilia Guisante; *Frutal* con las subfamilias Cítrico, Frutas secas y Toronja; y *Chocolate* con la subfamilia Chocolate de leche.



Figura 24. Ruleta de Sabores del licor de copoazú del tratamiento T100C

Fuente: Elaboración propia (2018).

4.1.1. Análisis estadístico

En la Tabla 11, se puede observar el análisis de Varianza (ANVA) realizado a los resultados obtenidos para el descriptor *Olor y fragancia*, obtenidos para los tratamientos de acuerdo con el diseño experimental. En la Tabla 11 se puede observar que solo el factor Temperatura de tostado de los granos de Copoazú tuvo efecto significativo ($P < 0,01$) sobre el descriptor Olor y fragancia de las pastas de copoazú. Por otro lado, el tipo de tostado, el tiempo, la interacción del tiempo y la temperatura no tuvieron efecto significativo. Para determinar el nivel del factor temperatura que tuvo mayor efecto en el descriptor Olor y fragancia se realizó la test de comparación de media, los resultados se muestran en la Tabla 12, en la cual se observa que una temperatura de 130°C permite obtener una mayor intensidad del descriptor evaluado, seguido por una temperatura de 100°C y 150°C. Resultados semejantes fueron observados por Palacios (2016)

y Ponce & Chang (2012), en sus estudio con granos de cacao, reportando que el tostado a 130°C permitio obtener nibs de cacao con mejores características sensoriales.

Tabla 11. Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Olor y Fragancia.

	G.L.	S.C.	C.M.	F valor	Pr (>F)
Bloque	1	1,3889	1,3889	1,2195	0,301561
Temperatura	2	30,3333	15,1667	13,3171	0,002847 **
Tiempo	2	1,0000	0,5000	0,4390	0,659310
Temperatura:Tiempo	4	2,6667	0,6667	0,5854	0,682460
Residuo	8	9,1111	1,1389		

G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M. :Cuadrado medio; ** Presenta diferencias significativas $P < 0,01$.
Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 12, Comparación de medias (Test Tukey $\alpha=0,05$) para el factor Temperatura del descriptor Olor y Fragancia.

Grupos (Niveles del factor temperatura)	Media*
130	6,8333 ^a
100	6,6666 ^a
150	4,0000 ^b

** Medias en la columna seguidas por letras iguales, no difieren estadísticamente entre sí en el nivel de 5% de probabilidad por el test de Tukey.
Fuente: Elaboración propia (2018)

El ANVA realizado a los resultados obtenidos para el descriptor acidez se muestran en la Tabla 13, en la que se puede observar que el factor tipo de tostado (Tostado en estufa y Tambor rotatorio) tuvo efecto significativo ($P < 0,05$) sobre el descriptor Acidez, a diferencia de los demás factores, como Temperatura, Tiempo y la interacción entre Temperatura-Tiempo que no tuvieron efecto significativo sobre la intensidad del descriptor. La comparación de medias de los grupos de datos obtenidos para los dos tipos de tostado

permitió determinar que el tostado en tambor rotatorio influye en mayor medida en la intensidad del descriptor Acidez, esto puede ser visualizado en la Tabla 14.

Tabla 13, Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Acidez.

	G.L.	S.C.	C.M.	F valor	Pr (>F)
Bloque	1	6,7222	6,7222	6,9143	0,0302 *
Temperatura	2	0,3333	0,1667	0,1714	0,8455
Tiempo	2	0,3333	0,1667	0,1714	0,8455
Temperatura:Tiempo	4	1,3333	0,3333	0,3429	0,8419
Residuo	8	7,7778	0,9722		

G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrado medio; * Presenta diferencias significativas $P < 0,05$.
Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 14, Comparación de medias (Test Tukey $\alpha=0,05$) para los bloques (tipo de tostado) del descriptor Acidez.

Bloques (Tipo de tostado)	Media*
Tambor rotatorio (II)	9,111 ^a
Estufa (I)	7,889 ^b

** Medias en la columna seguidas por letras iguales, no difieren estadísticamente entre sí en el nivel de 5% de probabilidad por el test de Tukey.
Fuente: Elaboración propia (2018)

Los datos de las intensidades del descriptor Dulzura obtenidas a través de la evaluación sensorial de las pastas de copoazú fueron sometidos a análisis de varianza para determinar el efecto de los factores sobre el descriptor, en la Tabla 15, se puede observar que la temperatura fue el único factor que tuvo influencia significativa ($P < 0,01$) sobre la intensidad del descriptor. En la Tabla 16, se muestra la comparación de medias de los grupos de datos para los tres niveles de la temperatura, se puede observar que el nivel de 130°C contribuyó a una mayor intensidad del descriptor y que este no mostró diferencias significativas con el nivel 100°C, el cual su vez no mostró diferencia

significativas con el nivel 150°C. La variación de la intensidad del descriptor Dulzura por efecto de la temperatura puede ser explicada por efecto de la reacción que se da entre los azúcares y la proteína contenida en los granos de copoazú, que es conocida como la reacción de Maillard (Afoakwa, 2014; Krysiak, 2006).

Tabla 15. Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Dulzura.

	G.L.	S.C.	C.M.	F valor	Pr (>F)
Bloque	1	2,000	2,0000	1,3333	0,2815
Temperatura	2	37,000	18,5000	12,3333	0,0035 **
Tiempo	2	12,333	6,1667	4,1111	0,0591
Temperatura:Tiempo	4	22,667	5,6667	3,7778	0,0519
Residuo	8	12,000	1,5000		

G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrado medio; ** Presenta diferencias significativas $P < 0,01$.
Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 16. Comparación de medias (Test Tukey $\alpha=0,05$) para el factor Temperatura del descriptor Dulzura.

Grupos (Niveles del factor temperatura)	Media*
130	4,8333 ^a
100	2,8333 ^{ab}
150	1,3333 ^b

* Medias en la columna seguidas por letras iguales, no difieren estadísticamente entre sí en el nivel de 5% de probabilidad por el test de Tukey.
Fuente: Elaboración propia (2018)

El análisis de varianza de los datos del descriptor Sabor mostrado en la Tabla 17, demuestra que los factores Temperatura, Tiempo, la interacción Tiempo-Temperatura y el tipo de tostado no tienen efecto significativo en la intensidad de, descriptor Sabor.

Tabla 17. Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Sabor.

	G.L.	S.C.	C.M.	F valor	Pr (>F)
Bloque	1	2,7222	2,7222	0,8448	0,3849
Temperatura	2	8,4444	4,2222	1,3103	0,3219
Tiempo	2	12,4444	6,2222	1,9310	0,2069
Temperatura:Tiempo	4	6,8889	1,7222	0,5345	0,7148
Residuo	8	25,7778	3,2222		

G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrado medio
Fuente: Elaboración propia (2018)

El ANVA del descriptor Aroma se muestra en la Tabla 18, se puede observar que el factor temperatura es el único factor que tuvo influencia significativa ($P < 0,05$) sobre la intensidad de este descriptor, este hecho fue explicado por Afoakwa, (2014) en granos de cacao. En la Tabla 19, se muestra el resultado de la comparación de medias realizada al factor temperatura para determinar el nivel que tuvo mayor efecto en la intensidad del descriptor Aroma, se puede observar que a una temperatura de 100°C la intensidad del descriptor es mayor, también se observa que la intensidad del descriptor no mostró diferencias significativas entre los niveles de temperatura 100°C y 130°C. Estos resultados permiten afirmar que la intensidad del Aroma de la pasta tiene igual intensidad cuando elaboradas con nibs de copoazú obtenidas por tostado a 100°C y 130°C.

Tabla 18. Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Aroma.

	G.L.	S.C.	C.M.	F valor	Pr (>F)
Bloque	1	0,8889	0,8889	0,7805	0,4027
Temperatura	2	19,1111	9,5556	8,3902	0,0108 *
Tiempo	2	0,7778	0,3889	0,3415	0,7206
Temperatura:Tiempo	4	3,2222	0,8056	0,7073	0,6090
Residuo	8	9,1111	1,1389		

G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrado medio; *
Presenta diferencias significativas $P < 0,05$
Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 19, Comparación de medias (Test *Tukey* $\alpha=0,05$)
para el factor Temperatura del descriptor Aroma.

Grupos (Niveles del factor temperatura)	Media*
100	6,6666 ^a
130	6,3333 ^a
150	4,3333 ^b

* Medias en la columna seguidas por letras iguales, no difieren estadísticamente entre sí en el nivel de 5% de probabilidad por el test de *Tukey*.

Fuente: Elaboración propia (2018)

El ANVA del descriptor Astringencia se muestra en la Tabla 20, en ella se observa que la Temperatura fue el único factor que tuvo efecto significativo ($P < 0,05$) sobre la intensidad del descriptor Astringencia. El nivel de la temperatura que influyó en mayor medida en la intensidad de la Astringencia fue 100°C, de manera general se puede observar que en cuanto mayor sea la temperatura menor es la intensidad de la Astringencia, esto se puede visualizar observar en el resultado de la comparación de medias de la Tabla 21.

Durante el tostado a mayor temperatura empleada mayor será la pérdida de ácidos volátiles y otras sustancias que afectan la acidez y la astringencia (Afoakwa, 2010, 2014).

Tabla 20. Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Astringencia.

	G.L.	S.C.	C.M.	F valor	Pr (>F)
Bloque	1	10,8889	10,8889	4,5581	0,06528
Temperatura	2	21,3333	10,6667	4,4651	0,04985*
Tiempo	2	1,0000	0,5000	0,2093	0,81545
Temperatura:Tiempo	4	1,6667	0,4167	0,1744	0,94537
Residuo	8	19,1111	2,3889		

G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrado medio; *

Presenta diferencias significativas $P < 0,05$

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 21. Comparación de medias (Test *Tukey* $\alpha=0,05$) para el factor Temperatura del descriptor Astringencia.

Grupos (Niveles del factor temperatura)	Media*
100	9,0000 ^a
130	7,6666 ^{ab}
150	6,3333 ^b

* Medias en la columna seguidas por letras iguales, no difieren estadísticamente entre sí en el nivel de 5% de probabilidad por el test de *Tukey*.

Fuente: Elaboración propia (2018)

El ANVA del descriptor Amargor se muestra en la Tabla 22, en la cual se observa que la temperatura de tostado fue el unico factor que mostro efecto significativo ($P < 0,01$). Por esta razón, se realizo la comparación de medias para los niveles estudiados de la Temperatura, los resultados se muestran en la Tabla 23, en ella se observa que a 100°C el descriptor Amargor se mostro en menor intensidad, en comparación a 130°C y 150°C.

Tabla 22. Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Amargor.

	G.L.	S.C.	C.M.	F valor	Pr (>F)
Bloque	1	4,500	4,5000	2,0000	0,195016
Temperatura	2	41,444	20,7222	9,2099	0,008407 **
Tiempo	2	3,444	1,7222	0,7654	0,496399
Temperatura:Tiempo	4	4,889	1,2222	0,5432	0,709230
Residuo	8	18,000	2,2500		

G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrado medio; **

Presenta diferencias significativas $P < 0,01$

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 23. Comparación de medias (Test *Tukey* $\alpha=0,05$) para el factor Temperatura del descriptor Amargor.

Grupos (Niveles del factor temperatura)	Media*
100	6,5000 ^a
150	3,6666 ^b
130	3,0000 ^b

* Medias en la columna seguidas por letras iguales, no difieren estadísticamente entre sí en el nivel de 5% de probabilidad por el test de *Tukey*.

Fuente: Elaboración propia (2018)

En la Tabla 24, se muestra el análisis de varianza del descriptor Limpieza, se puede observar que el factor Temperatura mostro efecto significativo sobre la intensidad del descriptor Limpieza. El tiempo de tostado, el tipo de tostado y la interacción Temperatura-Tiempo, no ejercieron efecto significativo sobre el descriptor Limpieza. El efecto de los niveles del factor temperatura fueron evaluadas por medio de la comparación de medias para determina cual de los niveles del factor temperatura tuvo mayor efecto en la intesidad del descriptor, en la Tabla 25 se puede observar que a una temperatura de 100°C la intensidad de la limpieza es diferente significativamente y mayor a los obtenidos a temperatura de 130°C y 150°C.

Tabla 24. Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Limpieza.

	G.L.	S.C.	C.M.	F valor	Pr (>F)
Bloque	1	16,056	16,0556	5,2545	0,051083
Temperatura	2	60,333	30,1667	9,8727	0,006912 **
Tiempo	2	6,333	3,1667	1,0364	0,397898
Temperatura:Tiempo	4	23,333	5,8333	1,9091	0,202373
Residuo	8	24,444	3,0556		

G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrado medio; **

Presenta diferencias significativas $P < 0,01$

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 25, Comparación de medias (Test *Tukey* $\alpha=0,05$) para el factor Temperatura del descriptor Limpieza.

Grupos (Niveles del factor temperatura)	Media*
100	7,6666 ^a
150	4,5000 ^b
130	3,3333 ^b

* Medias en la columna seguidas por letras iguales, no difieren estadísticamente entre sí en el nivel de 5% de probabilidad por el test de *Tukey*.

Fuente: Elaboración propia (2018)

La intensidad de descriptor Post-gusto de las pastas de copoazú no fueron influenciadas significativamente por los factores tipo de tostado (Bloque), Temperatura de tostado, Tiempo de tostado y la interacción entre el Tiempo y la Temperatura, como se puede visualizar en la Tabla 26, donde se muestra los resultados del análisis de varianza.

Tabla 26, Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Post gusto.

	G.L.	S.C.	C.M.	F valor	Pr (>F)
Bloque	1	16,0556	16,0556	4,6802	0,06246
Temperatura	2	19,4444	9,7222	2,8340	0,11736
Tiempo	2	1,7778	0,8889	0,2591	0,77797
Temperatura:Tiempo	4	11,5556	2,8889	0,8421	0,53586
Residuo	8	27,4444	3,4306		

G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrado medio
Fuente: Elaboración propia (2018)

En la Tabla 27, se muestra el análisis de varianza del descriptor Apariencia global, en la cual se puede observar que la temperatura fue el único factor que influyó en la Apariencia global de las pastas de copoazú. La comparación de medias de los grupos de datos de cada nivel del factor temperatura visualizada

en la Tabla 28, muestra que las pastas de copoazú elaboradas con nibs obtenidos por tostado a 100°C tuvo un mayor efecto sobre la Apariencia global y a la vez la intensidad de este descriptor no tuvo diferencias significativas con el tratamiento de tostado a 150°C.

El efecto de la temperatura de tostado observado en los granos de copoazú, es análogo al observado en el tostado de granos de cacao, por esta razón la temperatura de tostado puede considerarse como el parámetro mas importante debido a las reacciones químicas que se desencadenan en esta operación que contribuyen en la calidad sensorial de los nibs (Afoakwa, 2014; Palacios, 2016)

Tabla 27. Análisis de varianza de la evaluación sensorial para el descriptor Apariencia global.

	G.L.	S.C.	C.M.	F valor	Pr (>F)
Bloque	1	6,7222	6,7222	3,0250	0,12018
Temperatura	2	23,1111	11,5556	5,2000	0,03573 *
Tiempo	2	4,1111	2,0556	0,9250	0,43513
Temperatura:Tiempo	4	5,2222	1,3056	0,5875	0,68112
Residuo	8	17,7778	2,2222		

G.L.: Grados de libertad; S.C.: Suma de cuadrados; C.M.: Cuadrado medio; *Presenta diferencias significativas $P < 0,05$.

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 28, Comparación de medias (Test *Tukey* $\alpha=0,05$) para el factor Temperatura del descriptor Apariencia global.

Grupos (Niveles del factor temperatura)	Media*
100	6,5000 ^a
150	4,5000 ^{ab}
130	3,8333 ^b

* Medias en la columna seguidas por letras iguales, no difieren estadísticamente entre sí en el nivel de 5% de probabilidad por el test de *Tukey*.

Fuente: Elaboración propia (2018)

Los resultados de los análisis de varianza, efectuado a los diez descriptores de calidad, evaluados sensorialmente y descritos párrafos arriba, muestran que el factor temperatura de tostado de los granos de copoazú, influenciaron en los atributos *Olor-fragancia*, *Dulzura*, *Aroma*, *Astringencia*, *Amargor*, *Limpieza* y *Apariencia global* de las pastas de copoazú. En el caso de los atributos positivos *Olor-fragancia*, *Dulzura*, *Aroma*, *Limpieza* y *Apariencia global*, con la comparación de medias realizada entre las intensidades de estos atributos por los niveles del factor temperatura, se pudo constatar que en el nivel mas bajo estudiado (100°C) contribuyó para obtener una mayor intensidad de estos atributos, disminuyendo su intensidad con el aumento de la temperatura. En lo que se refiere a los atributos que contribuyen con la mala calidad de la pasta, es decir la *Astringencia* y el *Amargor* se puede decir que en el nivel mas bajo estudiado del factor Temperatura, se obtiene una pasta con una intensidad baja de estos dos atributos. Por otra parte, el atributo *Acidez* solo fue influenciado por el factor tipo de tostado (tostado en estufa y tambor rotatorio). La intensidad de los descriptores Sabor y Post-gusto no fueron influenciados significativamente por ninguno de los niveles de los factores estudiados.

En el presente estudio se observó que los atributos sensoriales de la pasta de copoazú tuvieron variación significativa por efecto de la temperatura de tostado del grano de copoazú, un tostado entre 100°C a 130°C llevo a obtener intensidades altas de los atributos sensoriales, en cuanto al tiempo de tostado no mostro efecto significativo para ninguno de los niveles (20, 30 y 40min). Temperatura semejante al encontrado como adecuado en el presente trabajo, fue utilizado en el tostado de granos de cacao por Misnawi et al.,(2004), observando que un tiempo de tostado adecuado estaba entre 15 a 45 min, este tiempo de tostado esta dentro del rango estudiado en la presente investigación, lo que podria explicar de alguna manera el efecto no significativo observado.

4.2. Composición proximal, Contenido Fenólico y Capacidad Antioxidante de la pasta de Copoazú

Los Análisis complementarios fueron realizados a la pasta del tratamiento que obtuvo el mayor puntaje total de las intensidades de los descriptores evaluados, para conocer sus características físicas, químicas y de contenido fenólico. La pasta con mejores características sensoriales fue la del tratamiento T100C, su composición proximal se muestra en la Tabla 29 y el anexo 3, 5; en la cual se puede observar que el contenido graso alcanzó 62%, una concentración muy próxima de grasa (64%) fue reportada por Cucaita et al., (2014) e inferior al reportado por Carvalho et al., (2005), en licores de copoazú. El contenido de proteína fue de 8,42%, este valor fue muy próximo al valor medio del contenido de proteína (9,84%) reportado por Cucaita et al., (2014) en licores de copoazú. Los investigadores Cucaita et al., (2014), observaron que los valores del contenido de proteína y de grasa del licor de copoazú eran superiores al encontrado en el licor de copoazú, de la misma forma los valores reportados en el presente estudio fueron superiores.

Tabla 29, Composición proximal y físico-químico de la pasta de copoazú del tratamiento T100C

Composición	Valor*
Humedad (%)	1,2
Proteína (%)	8,42
Grasa (%)	62,70
Ceniza (%)	3,10
Fibra (%)	6,70
Carbohidratos (%)	24,56
pH	6,40
Energía Kcal/100g	696,22
Acidez % (Ácido cítrico)	0,55

* Valores promedios de tres repeticiones

Fuente: Laboratorio de Bromatología -UNSAAC (2018)

El contenido de humedad del licor de Copoazú fue de 1,2 %, este valor es similar al reportado por Cucaita *et al.*, (2014), el contenido de humedad final del licor depende en gran medida de la humedad de los granos después del secado y del tostado, según Afoakwa, (2014), recomienda que las humedades más adecuadas para los granos debe ser de 7% después del secado y de 2% después del tostado, esos mismos criterios fueron empleados para la producción de licor de copoazú en el presente estudio, las pequeñas diferencias observadas con la literatura puede estar influenciada por las condiciones de operación del conchado y temperado. El contenido de proteína fue de 8,42%, este valor fue inferior al reportado por de Brito *et al.*, (2001) y Cucaita *et al.*, (2014), pero fue muy semejante al relatado por Carvalho *et al.*, (2005), estas variaciones en la concentración puede ser influenciado por la variedad de copoazú, zonas de cultivos, manejo agronómico, entre otros factores relacionados con el cultivo. Los investigadores Carvalho *et al.*, (2005) y Bejarano & Daza, (2006) reportaron contenidos de cenizas inferiores al encontrado en la pasta de copoazú en el presente estudio. El contenido de fibras totales encontrado en el presente estudio fue muy próximo al reportado por Carvalho *et al.*, (2005). En lo que se refiere al pH y la acidez total titulable de la pasta de copoazú (Tabla 29), estos fueron superiores al reportado por Carvalho *et al.*, (2005), en su estudio de caracterización de granos de copoazú torrado.

El contenido de fenólicos totales de la pasta del tratamiento T100C se muestra en la Tabla 30, se puede observar que en promedio tuvo una concentración de $4216,64 \pm 204,33$ μg equivalente en ácido gálico (EAG) por gramo de licor de copoazú, este valor fue inferior al reportado por Perea-Villamil *et al.*, (2009), en el estudio realizado con diferentes tipos de chocolates, encontrando valores promedios que van desde 8,11 a 33,98 mg EAG/g. Por otra parte, valores inferiores al presente estudio fueron reportados por Pugliese, (2010), para el licor de copoazú y cupulate, este último es un producto análogo al chocolate y es producido utilizando la misma tecnología de procesamiento del cacao. El

contenido fenólico del licor sea de Copoazú o de Cacao, van a ser susceptibles de variación por diversos factores, tales como aquellos relacionados con los parámetros de las operaciones del procesamiento y los relacionados con el cultivo.

Tabla 30. Contenido fenólico y capacidad antioxidante de la pasta de copoazú del tratamiento T100C

Repeticiones	Fenólicos totales (μg EAG/gr)	Capacidad antioxidante (CI_{50} Equivalentes en Trolox mg/g)
1	3886,10	8,27
2	4176,44	8,28
3	4288,11	8,28
4	4310,44	8,29
5	4422,11	8,30
Promedio	4216,64	8,284
D.E.	204,33	0,009
CV (%)	4,85	0,112

EAG: Equivalente en Acido Gálico; D.E.: desvío Estándar; C.V.%: Coeficiente de variación

Fuente: Laboratorio de Química - UNSAAC (2018)

CI_{50} : Coeficiente de inhibición al 50%

La capacidad antioxidante de la pasta de copoazú expresada como Coeficiente de Inhibición al 50% (IC_{50}) fue de promedio de 8,28 mg Equivalente de Trolox/g de pasta de copoazú, en la literatura se han reportado diferentes valores de IC_{50} para la pasta del copoazú, estas diferencias son debido a factores relacionados a las condiciones de cultivo, a la genética de la planta y las condiciones de procesamiento (Criollo, et al., 2010; Galeano et al., 2012; Rojas y Villagra, 2016). Se sabe que la capacidad antioxidante de los granos de copoazú disminuye por efecto de su procesamiento, especialmente en las operaciones de fermentado, secado, tostado y conchado (Rojas y Villagra, 2016). Los compuestos antioxidantes reportados con frecuencia en los

chocolates son del grupo de los fenólicos, estos son importantes para la conservación de los derivados del copoazú y por los efectos positivos en la salud de las personas que consumen estos productos (Daniéle, 2007).

4.3. Perfil de Ácidos Grasos

En la Figura 25 y la Tabla 31, se muestran los resultados del perfil de ácidos grasos del licor elaborado en las condiciones del Tratamiento T100C. En el Cromatograma (Figura 19) se puede observar que fue posible detectar seis ácidos grasos, que corresponden a los seis picos cromatográficos detectados en un rango del tiempo de retención que va desde 18 a 29 minutos. Los ácidos grasos encontrados en mayor concentración fueron el ácido oleico (41,91%) y el ácido esteárico (33,79%), por otro lado, los que estuvieron en menor concentración fueron el ácido eicosenoico (11,5%), ácido palmítico (7,60%), ácido linoleico (3,44%) y ácido behénico (1,70%). Un total de 4 ácidos grasos saturados y 2 ácidos grasos insaturados fueron cuantificados en el presente estudio, los ácidos grasos saturados estuvieron en mayor concentración que los insaturados (Tabla 31).

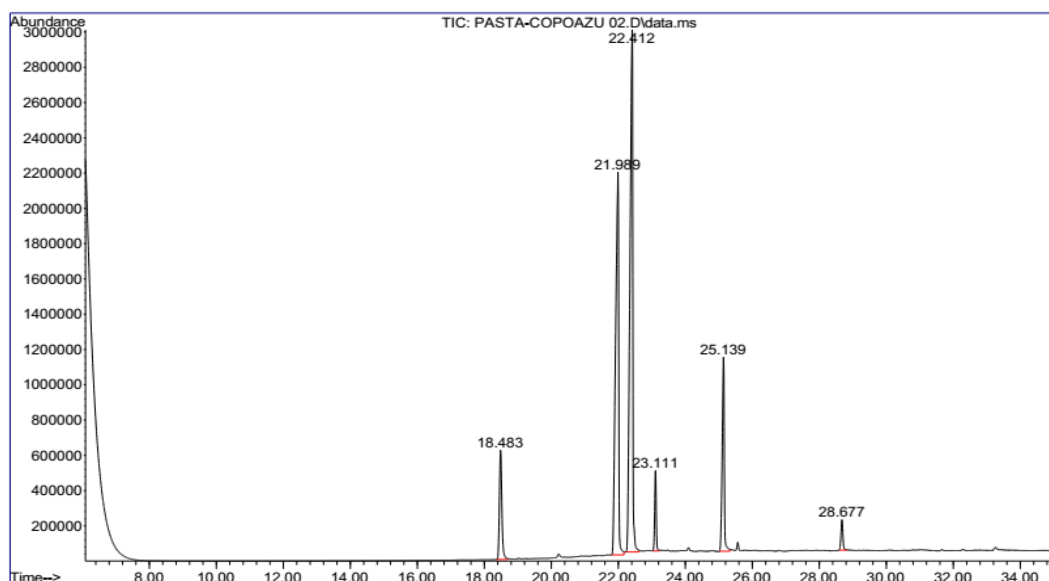


Figura 25. Cromatograma del perfil de ácidos grasos de la pasta de copoazú del tratamiento T100C

Fuente: Laboratorio de Química – UNSAAC (2018)

Tabla 31. Contenido de ácidos grasos encontrados en la pasta de copoazú del tratamiento T100C

N°	Ácido graso	Tiempo de retención (min)	Concentración (%)
1	Ácido palmítico (C16:0)	18,483	7,60
2	Ácido esteárico (C18:0)	21,989	33,79
3	Ácido oleico (C18:1)	22,412	41,91
4	Ácido linoleico (C18:2)	23,111	3,44
5	Ácido eicosenoico (C20:0)	25,240	11,55
6	Ácido behénico (C22:0)	28,677	1,70

Fuente: Laboratorio de Química – UNSAAC (2018).

Una proporción entre ácidos grasos saturados y los insaturados, semejante a la observada en la presente investigación fue reportada por Lares Amaíz, Gutiérrez, Pérez, & Álvarez, (2012), estos autores indican que esa proporción entre ácidos grasos saturados e insaturados proporciona la textura característica de los productos derivados del cacao. Las semejanzas entre el perfil de ácidos grasos del licor de cacao y del licor de copoazú, permiten explicar las semejanzas en cuanto a las características de textura de los productos derivados de ambos licores. En el estudio de perfil de ácidos grasos de las semillas de copoazú realizado por Alviárez et al., (2016), determinaron un perfil de ácidos grasos similar al encontrado en el licor de copoazú, con algunas diferencias en la concentración de los ácidos grasos, que probablemente se deba a las condiciones del procesamiento a las que fueron sometidas las semillas de copoazú para obtener el licor.

CONCLUSIONES

- Según los resultados de la evaluación sensorial del licor de copoazú, elaborados de acuerdo con el diseño experimental del presente estudio, permitieron determinar que el tratamiento T100C, fue el mejor para elaborar licor a partir de granos de copoazú. Esto fue determinado debido a que el licor elaborado con las condiciones de este tratamiento obtuvo un puntaje total de 71 en la calidad sensorial, que fue superior al observado en los otros tratamientos. Este tratamiento emplea un tostado en tambor rotatorio a 100°C y un tiempo de 40 minutos, que serían las condiciones de operaciones más adecuadas para obtener un licor de copoazú de buena calidad.
- En cuanto a la determinación de la calidad de tostado en los dos sistemas fueron: tambor rotatorio a temperatura 100°C a 40 minutos (obteniendo un puntaje de 71 en la evaluación sensorial), para el sistema de estufa el mejor tratamiento se obtuvo a temperatura de 130°C a 20 minutos (obteniendo un puntaje de 70 en la evaluación sensorial).
- Según la evaluación de las tres variables estudiadas, el sistema de tostado, temperatura y tiempo de tostado, en sus diferentes niveles, tuvieron influencia sobre el perfil de aromas y sabores de los licores obtenidos en los diferentes tratamientos. El perfil de aromas y sabores del licor obtenido en las condiciones del tratamiento T100C, permitió desarrollar 6 familias y 15 sub familias de sabores. Desarrollado en las condiciones de este tratamiento contribuiría en la buena calidad sensorial del licor de copoazú.

SUGERENCIAS

- Evaluar las condiciones de formulaciones de mezcla para desarrollar comercialmente el producto pasta o licor de copoazú
- Desarrollar investigaciones que permitan aprovechar los residuos generados durante el beneficio y el procesamiento de la pasta o licor de copoazú.
- Evaluar y cuantificar la capacidad antioxidante en las distintas etapas de proceso de elaboración de pasta de copoazú.
- Con respecto al tostado se podría experimentar con otras temperaturas y tiempos teniendo consigo la cuantificación y caracterización de compuestos volátiles durante esta etapa.
- Investigar la influencia de la temperatura y tiempo de tostados sobre las características físicas, químicas y perfiles aromáticos de la pasta de copoazú propuestas en esta tesis, para así plantear mejores condiciones de operación.
- Adoptar procesos tecnológicos para las semillas de Copoazú.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adriazola, J. . (2003). Producción del Atimonto de los Dioses. UNAS.
- Afoakwa, E. O. (2010). *Chocolate Science and Technology*. Singapore: Wiley-Blackwell.
- Afoakwa, E. O. (2014). *Cocoa Production and Processing Technology*. <https://doi.org/10.1201/b16546>
- Ahued, M. G. (2014). Análisis sensorial de alimentos. In *El Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería (ICBI) de la UAEH (Ed.)* (p. S/N). Pachuca-México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Retrieved from <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/contents.html>
- Alves, S., & Jennings, W. G. (1979). Volatile composition of certain Amazonian fruits. *Food Chemistry*, 4(2), 149–159. [https://doi.org/doi.org/10.1016/0308-8146\(79\)90039-6](https://doi.org/doi.org/10.1016/0308-8146(79)90039-6)
- Alviárez, E., Murillo, W., Murillo, E., Rojano, B. A., & Méndez, J. J. (2016). Caracterización y extracción lipídica de las semillas del cacao amazónico (*Theobroma grandiflorum*). *Revista Ciencia En Desarrollo*, 7(1), 103–109.
- Anon. (1995). Cocoa bean processing. *Asia & Middle East Food*, 12(4), 36.
- Barbosa, W. C., NazaréR, R. F. R., & Nagata, I. (1979). Estudos físicos e químicos dos frutos: bucuri (*Platonia insignis*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e muruci (*Byrsonima crassifolia*). In *Congresso Brasileiro de Fruticultura* (pp. 797–809). Pelotas:Brasil.
- Bejarano, A. S. H., & Daza, S. S. C. (2006). Obtención de una cobertura de chocolate a partir de cacao silvestres, copoazú (*Theobroma grandiflorum*), y MARACO (*Theobroma bicolor*), de la Amazonia Colombiana. Universidad de la Salle Facultad.

- Bonvehí, J. S. (2005). Investigation of aromatic compounds in roasted cocoa powder. *European Food Research and Technology*, 221(1–2), 19–29. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-1147-y>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., & Berset, C. (1997). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm. Wiss. U. Technol.*, 28, 25–30.
- Bustamante, S. Z., Tamayo Tenorio, A., & Rojano, B. A. (2015). Efecto del Tostado Sobre los Metabolitos Secundarios y la Actividad Antioxidante de Clones de Cacao Colombiano. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(1), 7497–7507. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v68n1.47836>
- Calvo, M. (n.d.). *Boquímica de los Alimentos*. Retrieved October 12, 2018, from <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/lipidos/acidosgrasos.html>
- Calzavara, B. B. G. (1984). *Fruticultura Tropical: O cupuaçuzeiro*. Belém, PA.: EMBRAPA.
- Calzavara, B. B. G., Muller, C. H., & Kahwage, O. N. . (1984). *Fruticultura tropical: O cupuaçuzeiro: Cultivo, beneficiamento e utilização do fruto*. Belém: EMBRAPA.
- Cáritas Madre de Dios. (2011). *Plan de negocio Pulpa y semilla del copoazú (Theobroma grandiflorum) - Madre de Dios*. Madre de Dios.
- Carvalho, A., García, N., & Wada, J. (2005). Caracterização físico-química e curvas de solubilidade proteica de sementes, amêndoas fermentadas e torradas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum). *Brazilian Journal of Food Technology*, 8(2), 127–134.
- Cohen, K. D. O., & Jackix, M. D. N. H. (2005). Estudo do liquor de cupuaçu. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(1), 182–190. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000100030>

- Cucaita, N. A., Hernández, M. S., & Gutiérrez, R. H. (2014). Comparison between chocolate and an analog product made from Copoazú (*Theobroma grandiflorum*). *Acta Horticulturae*, 1047, 231–236. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1047.28>
- Cronquist, A. T. (1981). Arthur Cronquist, Armen Takhtajan An integrated system of classification of flowering plants.pdf. Colombia.
- David, F., Sandra, P., Krijgslaan, S., Gent, B.-, & Wylie, P. L. (2002). Improving the Analysis of Fatty Acid Methyl Esters Using Retention Time Locked Methods and Retention Time Databases Application. Agilent Technologies, 1–12.
- De Brito, E. S., Garcia, N. H. P., Gallao, M. I., Cortelazzo, A. L., Fevereiro, P. S., & Braga, M. R. (2001). Structural and chemical changes in cocoa (*Theobroma cacao* L) during fermentation, drying and roasting. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(2), 281–288. [https://doi.org/Doi10.1002/1097-0010\(20010115\)81:2<281::Aid-Jsfa808>3.0.Co;2-B](https://doi.org/Doi10.1002/1097-0010(20010115)81:2<281::Aid-Jsfa808>3.0.Co;2-B)
- Duarte, W. F., Dias, D. R., Oliveira, J. M., Teixeira, J. A., de Almeida e Silva, J. B., & Schwan, R. F. (2010). Characterization of different fruit wines made from cacao, cupuassu, gabiropa, jaboticaba and umbu. *LWT - Food Science and Technology*, 43(10), 1564–1572. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.03.010>
- EcuRed. (2018). EcuRed Conocimiento con todos y para todos. Retrieved from <https://www.ecured.cu/Catación>
- Espinosa, J. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos (Primera Ed). La Habana - Cuba: Editorial Universitaria.
- Garcia, J. (2007). Especies: delicias exóticas (1ra Edició). Intermón Oxfan. Retrieved from <https://books.google.com.pe/books?id=dKPaKqIDwq8C&pg=PA22&dq=capacidad+antioxidante+definición&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjOn8u67MvcA>

hXos1kKHUzICe4Q6AEIJzAA#v=onepage&q=capacidad antioxidante definición&f=false.

- Jousse, T., Jongen, W., Agterof, S., Russell, & Braat, P., (2002) Simplified kinetic scheme of flavor formation by the Maillard Reaction, *J. Food Sci.*, 2002, 67, 2534-2542).
- Hernandez, E. (2005). *Evaluación Sensorial*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y A Distancia - UNAD.
- Hernández, M. S., & Barrera, J. A. (2004). *Bases Técnicas para el Aprovechamiento Agroindustrial de las Especies Nativas de la Amazonia*. Editora Guadalupe Ltda., Bogotá, Colombia. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI.
- Hoskin, C. (1994). Sensory of chocolate and their development. *Am J Clin Nutr*, 60(6), 1068–1070.
- IBGE. (1981). *Tabelas de composição de alimentos*. Rio de Janeiro.
- INIAP. (2009). Boletín Técnico 135-INIAP: Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el Nor oriente de la provincia de Esmeraldas, Quevedo-Ecuador. Quevedo. Retrieved from repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1565
- Jinap, S., & Dimick, P. S. (1990). Acidic Characteristics of Fermented and Dried Cocoa Beans from Different Countries of Origin. *Journal of Food Science*, 55(2), 547–550. <https://doi.org/doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb06806.x>
- Krysiak, W. (2006). Influence of roasting conditions on coloration of roasted cocoa beans. *Journal of Food Engineering*, 77(3), 449–453. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.07.013>
- Lares Amaíz, M. del C., Gutiérrez, R., Pérez, E., & Álvarez, C. (2012). Efecto del tostado sobre las propiedades físicas, fisicoquímicas, composición proximal

y perfil de ácidos grasos de la manteca de granos de cacao del estado Miranda, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(2), 439–446.

Llerena, W. F. T. (2016). Mejoramiento del proceso de fermentación del cacao (*Theobroma cacao* L.) Variedad Nacional y Variedad CCN51. <https://doi.org/978-84-7993-319-7>

Londoño, C. E. H. (2010). Determinación del momento óptimo de cosecha de Copoazú (*Theobroma grandiflorum* Widd ex Spreng Schum) en la amazonia occidental colombiana. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/3035/>

Luna, F., Cruzillat, D., Cirou, L., & Bucheli, P. (2002). Chemical Composition and Flavor of Ecuadorian Cocoa Liquor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(12), 3527–3532. <https://doi.org/10.1021/jf0116597>

Melgarejo, M. L., Hernández, M. S., Barrera, J. A., & Carrillo, M. (2006). Oferta y potencialidades de un Banco de Germoplasma del Genero *Theobroma* en el Enriquecimiento de los sistemas productivos de la Región Amazónica.

Mendoza, B. J. M., & Párraga, B. E. M. (2017). Comparación de Perfiles Físicos y Sensoriales entre Clones de *Theobroma Cacao* L . Bajo Tres Tiempos de Microfermentación. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Mercado, Y. S. S. (2012). Efecto de la fermentación y el tostado sobre la concentración polifenólica y actividad antioxidante de cacao Nicaraguense. Universidad Pública de Navarra.

MINAGRI. (2009). “ Guía de Gestión de Calidad en Centro de Acopio , Secado y Fermentación de Cacao .” Lima.

Misnawi, A., Jinap, S., Jamilah, B., & Nazamid, S. (2004). Sensory properties of cocoa liquor as affected by polyphenol concentration and duration of

roasting. *Food Quality and Preference*, 15(5), 403–409.
[https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(03\)00097-1](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(03)00097-1)

Nebesny, E., & Rutkowski, J. (1998). Effect of cocoa bean enrichment and chocolate mass conching on the composition and properties of chocolates. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 7(4), 673–682. Retrieved from <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.agro-article-c129117d-1e16-4f76-8908-19220314fd92/tab/summary>

Organización del Tratado de Cooperación Amazónica. (1999). Copoasu [*Theobroma grandiflorum* (Will. Ex Spreng.)]: Cultivo y utilización. Venezuela.

Ortiz, J. A. Z., Pereira, A. E., Varon, E., Cardenas, C., & Cadena, F. M. (1996). Cultivo de Copoazu (*Theobroma grandiflorum*) en el Piedemonte Amazónico Colombiano. Florencia: Carpoica.

Palacios, G. J. A. (2016). Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en los caracteres sensoriales y en las propiedades químicas de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) procedente de Uchiza, San Martín – Perú para la obtención de NIBS. Universidad Nacional Mayor De San Marcos.

Peñarrieta, J. M., Tejeda, L., Mollinedo, P., Vila, J. L., & Bravo, J. A. (2014). Phenolic compounds in food. *Revista Boliviana de Química*, 31(2), 68–81.

Perea-Villamil, J., Cadena-Cala, T., & Herrera-Ardila, J. (2009). El cacao y sus productos como fuente de antioxidantes: Efecto del procesamiento. *Salud UIS*, 41, 128–134.

Ponce, S. L. D., & Chang, M. H. P. (2012). Análisis de las Características Organolépticas del Chocolate a partir de Cacao CCN51 Tratado Enzimáticamente y Tostado a Diferentes Temperaturas. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

- Pugliese, A. G. (2010). Compostos fenólicos do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e do cupulate: Composição e possíveis benefícios (*Theobroma grandiflorum*) e do cupulate: Dissertação de Mestrado. Universidade De São Paulo.
- Ramirez, D. C. B. (2010). "Evaluación Fisicoquímica del Comportamiento del las Almendras de Cacao (*Theobroma Cacao* L) De Seis Clones: Ics -1 (Imperial Collage Selection), ICS – 95 (Imperial Collage Selection), UF – 613 (United Fruit), IMC – 67 (Iquitos Marañón Coleccion), TSH – 565. Universidad Nacional De San Martín Tarapoto.
- Rohsius, C., Andersson, M., Niemenak, N., Sukha, D., & Lieberei, R. (2006). Calidad de la fermentación y su dependencia en la Estructura de la testa y en procesos de transporte. In 15° conferencia internacional sobre investigaciones del cacao (p. 1).
- Sancho, J., Bota, E., & De Castro, J. (1999). Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Barcelona: Edicions Universitat Barcelona.
- Santos, I. M., & Cundurú, J. M. P. (1972). Comparação de rendimento entre frutos de duas variedades de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum). Belém.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152–178.
- Teneda, LL.W.F., (2016). Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao (*Theobroma cacao*.L) Variedad Nacional y Variedad CCN51. Universidad Internacional Anadalucía. Retrieved from <http://www.unia.es/bitstream/handle/10334/3743/2106-978-84-7993-319-7.pdf>.

ANEXO

Anexo 1: Matriz de Consistencia

"EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE TEMPERATURA Y TIEMPO DURANTE EL PROCESO DE TOSTADO EN TAMBOR ROTATORIO Y ESTUFA PARA LA OBTENCIÓN DE LA PASTA DE COPOAZÚ (<i>Theobroma grandiflorum</i>), EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA-MDD"						
FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Problema General:	Objetivo General:	Hipotesis Nula	Variable Independiente:			
¿De qué manera influirán los parámetros de temperatura y tiempo en el proceso de tostado sobre las características sensoriales de la pasta de Copoazú?	Evaluar los parámetros óptimos de temperatura y tiempo durante el proceso de tostado en tambor rotatorio y estufa para la obtención de la pasta de Copoazú (<i>T. grandiflorum</i> (Willd. Ex Spreng.) Schum).	Los parámetros de temperatura y tiempo durante el proceso de tostado en tambor rotatorio y estufa influyen significativamente sobre las características sensoriales de la pasta de Copoazú.	Tiempo de Tostado. Temperatura de Tostado. Proceso de tostado en estufa y tambor rotatorio	Tostado en tambor rotatorio	Temperatura y tiempo	100,130 y 150 °C 20, 30 y 40 min
				Tostado en Estufa	Temperatura y tiempo	100,130 y 150 °C 20, 30 y 40 min
Problema Especifico:	Objetivo Especifico:	Hipotesis	Variables Dependiente:			
¿Cuál será el mejor sistema para el tostado de los granos de Copoazú?	Evaluar la calidad de tostado en los dos sistemas en Estufa y Tambor Rotatorio.	Los parámetros de temperatura y tiempo durante el proceso de tostado en tambor rotatorio y estufa no influyen significativamente sobre las características sensoriales de la pasta de Copoazú	Características sensoriales	Evaluacion Sensorial	Atributos positivos: sabor a cacao, cítrico, floral, nuez. Atributos negativos: acidez acética, láctica, burítica, crudo, astringencia, amargor y aroma negativo	0 – 5 = bajo 6 - 8 = medio 8 - 10 = Alto
¿Cuál será el mejor tiempo y temperatura adecuados de tostado de los dos procesos?	Determinar el tiempo y temperatura adecuada de tostado en los dos procesos.					
¿Cuál será los efectos del tostado sobre las características sensoriales de la pasta de Copoazú?	Evaluar los efectos del tostado sobre las características sensoriales de la pasta de Copoazú					

Anexo 2: Guía de Catación

	ANALISIS SENSORIAL DE PASTA O LICOR DE CACAO
---	---

Muestra: _____ Fecha: _____

Evaluador: _____

DESCRIPTOR	OBSERVACIONES	INTENSIDAD (0 - 10)
Olor y fragancia		
Acidez		
Dulzura		
Astringencia		
Amargor		
Sabor		
Aroma		
Limpieza		
Pos gusto		
Apariencia global		
		Total

INTENSIDAD	
Ausente	0
Ligeramente presente	1 – 3
Moderadamente presente	3 – 5
Fuertemente presente	5 – 7
Muy fuerte	7 – 8
Intenso	8 – 10

Anexo 3: Informe de Análisis Proximal del licor de Copoazú



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0192-18-LAQ

SOLICITANTE: FLOR DE LIZ MACEDO TRIGOSO

MUESTRA : PASTA DE COPOAZU PROCESADO

FECHA : 04/20/2018

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

```

=====
pH                               6.40
Brix                              0
Humedad %                         1.22
Proteína %                         8.42
Grasa %                            62.70
Ceniza %                           3.10
Fibra %                             6.70
Carbohidratos %                   24.56
Energía Kcal/100                   696.22
Acidez % (Ac.Cítrico)              0.55
=====
  
```

*
 Cusco, 27 de Abril 2018



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestación de Servicios Análisis

[Firma]
 Responsable del Laboratorio
 DE ANÁLISIS QUÍMICO

Anexo 4: Constancia de Determinación de Ácidos Grasos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRÍA - Pabellón de Control de Calidad
 Av. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

Resultados

Cusco 20 de Abril del 2018

Solicitantes : Flor de Liz Maceda Trigoso y Lara Elizabeth Dea Cahuana.
Tipo de Análisis : Determinación de Acidos Grasos
Metodo : Cromatografía de Gases GC-MS SIM.
Tipo de Muestras : Solido cubierto con papel aluminio denominado "Pasta de Copoazu"
Cantidad de Muestra : 1, aproximadamente 50 gr
Almacenamiento : 4 °C.

Ácidos Grasos

	Nombre	%
1	Caprylic Acid ME(C8:0)	0
2	Capric Acid ME (C10:0)	0
3	Lauric Acid ME (C12:0)	0
4	Tridecanoic Acid ME(C13:0)	0
5	Myristic Acid ME(C14:0)	0
6	Myristoleic Acid ME(C14:1 n9c)	0
7	Pentadecanoic Acid ME (C15:0)	0
8	Palmitic Acid ME (C 16:0)	7.60
9	Palmitoleic Acid ME (C16:1 n9c)	0
10	Heptadecanoic Acid ME (C17:0)	0
11	Stearic Acid ME(C18:0)	33.79
12	Elaidic Acid ME(C18:1n9t) omega 9	0
13	Oleic Acid ME(C18:1n9c)	41.91
14	Linoleic Acid ME(C18:2n6c) omega 6	3.44
15	Linolenic Acid ME(C18:3n3) omega 3	0
16	Arachidic Acid ME (C20:0)	11.55
17	cis-11 -Eicosenoic Acid ME (C20:1)	0
18	Behenic Acid ME (C22:0)	1.70
19	Erucic Acid ME(C22:1 n9)	0

Nota: La identificación se baso mediante la comparación de un mix de 19 acidos grasos, la metodología desarrollada para la determinación de ácidos grasos es de acuerdo a la literatura descrito con algunas modificaciones:

- Frank David Improving the Analysis of Fatty Acid Methyl Esters Using Retention Time Locked Methods and Retention Time Databases Agilent Technologies, Inc. 2008

Guim. Jorge Choquenaira Pari
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y
 Espectrometría - UNGAAC.
 CGP - 914

Anexo 5: Constancia de Determinación de Compuestos Fenólicos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA – Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

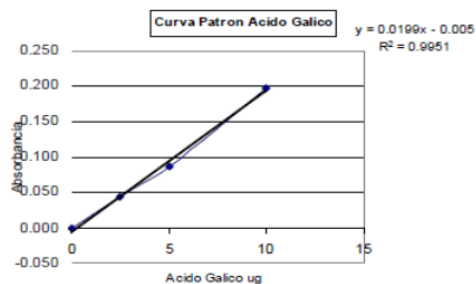
RESULTADOS

Cusco 20 de Abril del 2018

Solicitantes : Flor de Liz Maceda Trigoso y Lara Elizabeth Dea Cahuana.
Tipo de Análisis : Determinación de compuestos Fenolicos Totales
Metodo : Folin Ciocalteu.
Tipo de Muestras : Solido cubierto con papel aluminio
Cantidad de Muestra : aproximadamente 100 gr
Almacenamiento : 4 °C.

Condiciones de Análisis por Espectrofotometro

Equipo : Espectrofotometro Genesis 20 Thermo Electron
Longitud de Onda : 765 nm
Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm



Repeticion	EQ-Acido Galico ug/gr
1	3886.10
2	4176.44
3	4288.11
4	4310.44
5	4422.11

Nota: Los resultados obtenidos en la determinación de compuestos fenólicos totales fue realizado por quintuplicado, la cuantificación se basó utilizando un estándar Acido Galico, se expreso en microgramos equivalentes de Acido galico que están presente en 1 gramo de muestra. La metodología utilizada es de acuerdo a: (con algunas modificaciones.)

- Vernon L.Singleton, Rudolf Orthofer, Rosa M. Lamuela-Raventós 1999 Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent Methods in Enzymology Volume 299, 1999, Pages 152-178
- Pugliese A.G ,† Francisco A. Tomas-Barberan,‡ Pilar Truchado,‡ and Maria I. Genovese*,† Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of Theobroma grandiflorum (Cupuassu) Pulp and Seeds J Agric Food Chem. 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u. Epub 2013 Mar 6.

Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría – UNSAAC.
CQP - 914

Anexo 6: Constancia de Determinación de la Actividad Antioxidante



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA – Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

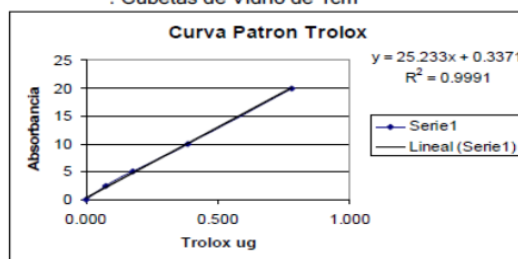
RESULTADOS

Cusco 20 de Abril del 2018

Solicitantes : Flor de Liz Maceda Trigoso y Lara Elizabeth Dea Cahuana.
Tipo de Muestras : Solido cubierto con papel aluminio
Metodo : Actividad Antioxidante por DPPH.
Cantidad de Muestra : aproximadamente 100 gr
Almacenamiento : 4 °C.
Cantidad de Muestra : Aproximadamente 100 gr

Condiciones de Análisis por Espectrofotometro

Equipo : Espectrofotometro Genesis 20 Thermo Electron
 Longitud de Onda : 517 nm
 Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm



Repeticion	CI ₅₀ Equivalentes Trolox mg/gr
1	8.27
2	8.28
3	8.28
4	8.29
5	8.30

Nota: Los resultados obtenidos en la determinación de actividad antioxidante fue realizado por quintuplicado, se expresa el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI₅₀ o IC₅₀) en equivalentes Trolox que están presente por gramo de muestra. La metodología utilizada es de acuerdo a: (con algunas modificaciones.)

- Brand-Williams W., M. Cuvelier and C. Berset; (1997) Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, Lebensm. Wiss. U. Technol. 28, 25-30
- Norul Liza A-Rahaman, Lee Suan Chua, Mohamad Roji Sarmidi, Ramlan Aziz (2013) Physicochemical and radical scavenging activities of honey samples from Malaysia Agricultural Sciences Vol.4, No.5B, 46-51
- Pugliese A.G ,† Francisco A. Tomas-Barberan,‡ Pilar Truchado,‡ and Maria I. Genovese*,† Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of Theobroma grandiflorum (Cupuassu) Pulp and Seeds J Agric Food Chem. 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u. Epub 2013 Mar 6.

Quim. Jorge Choquenaira Pari
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y
 Espectrometría – UNSAAC.
 COP - 914

Anexo 7: Constancia de los Análisis Sensorial

“Año del buen Servicio al Ciudadano”



CONSTANCIA DE ANALISIS SENSORIAL

EL PRESIENTE DE LA ASOCIACION PERUANA DE PRODUCTORES DE CACAO- “APPACAO”, QUE SUSCRIBE.

HACE CONSTAR:

Que los Bachilleres: Flor de liz Maceda Trigoso y Lara Elizabeth Dea Cahuana, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios han presentado 18 muestras de pasta de Copoazú a diferentes parámetros de Temperatura y tiempo de Tostado, para su evaluación sensorial mediante la metodología de cata, como parte de su proyecto de Investigación Tiitulado: **“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE TEMPERATURA Y TIEMPO DURANTE EL PROCESO DE TOSTADO EN TAMBOR ROTATORIO Y ESTUFA PARA LA OBTENCIÓN DE LA PASTA DE COPOAZÚ (*Theobroma grandiflorum*), EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA-MDD”**

Se expide la siguiente constancia a solicitud de los interesados para los fines que viera por conveniente.

Lima, 30 de junio del 2107

APP CACAO
ASOCIACION PERUANA DE PRODUCTORES DE CACAO

FRANCISCO RIVAS CHAMBA
PRESIDENTE

Anexo 8: Constancia de Trabajo de Investigación



"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"



CONSTANCIA DE TRABAJO DE INVESTIGACION

El que suscribe, representante de la empresa Kacao Tocache (KATO S.A.C), que queda en la región de San Martín, provincia Tocache, ubicado en el km. 5 caserío las Palmeras deja en constancia.

Que los bachilleres Lara Elizabeth Dea Cahuana y Flor de Liz Maceda Trigos, de la escuela académica profesional de Ingeniería Agroindustrial de la universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, han elaborado 9 muestras de pasta de copoazu refinad, donde utilizaron el tostador de tambor y aplicaron diferente temperaturas y tiempos de torrado en las instalaciones de la planta de chocolate, correspondientes al proyecto de investigación titulado "DETERMINAR EL TIEMPO OPTIMO DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE TOSTADO PARA LA OBTENCION DE LA PASTA DE COPOAZÚ (*THEOBROMA GRANDIFLORUM*), ".

Se expide la siguiente constancia a solicitud del interesado para los fines que viera por conveniente.

San Martín, 22 de Mayo del 2017

.....
Ing. Mario Cesar Caveró Egusquiza
GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA KATO S.A.C.

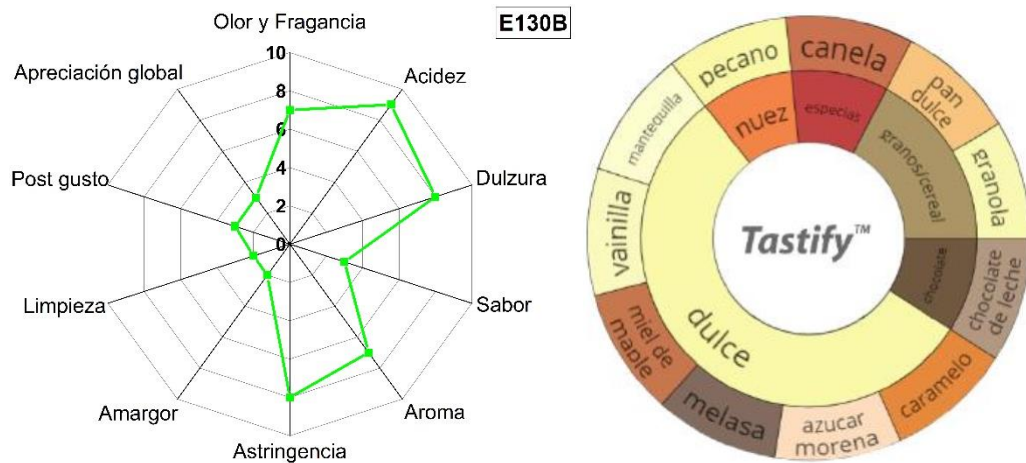


Diagrama de araña de la calidad sensorial y la ruleta de sabor del licor de copoazú del tratamiento E130B

Fuente: Elaboración propia (2018)

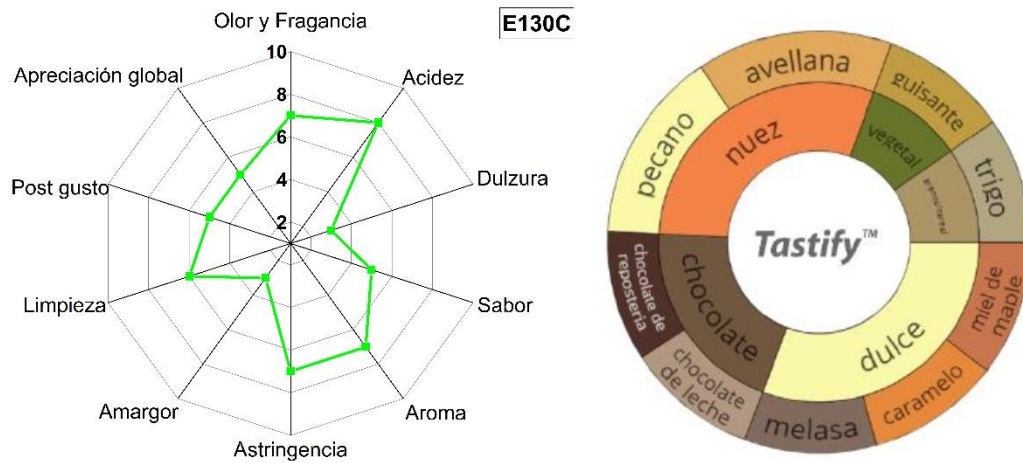


Diagrama de araña de la calidad sensorial y la ruleta de sabor del licor de copoazú del tratamiento E130C

Fuente: Elaboración propia (2018)

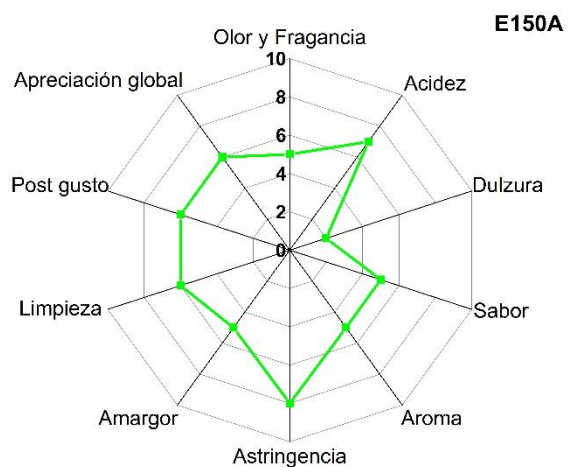


Diagrama de araña de la calidad sensorial y la ruleta de sabor del licor de copoazú del tratamiento E150A

Fuente: Elaboración propia (2018)

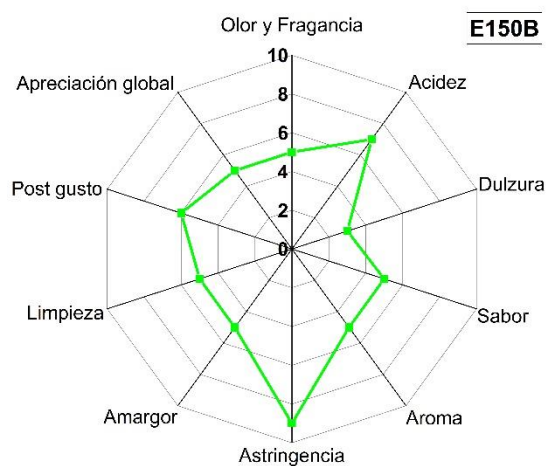
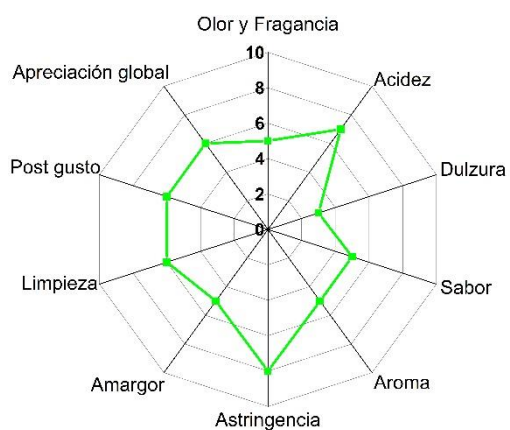


Diagrama de araña de la calidad sensorial y la ruleta de sabor del licor de copoazú del tratamiento E150B

Fuente: elaboración propia (2018)

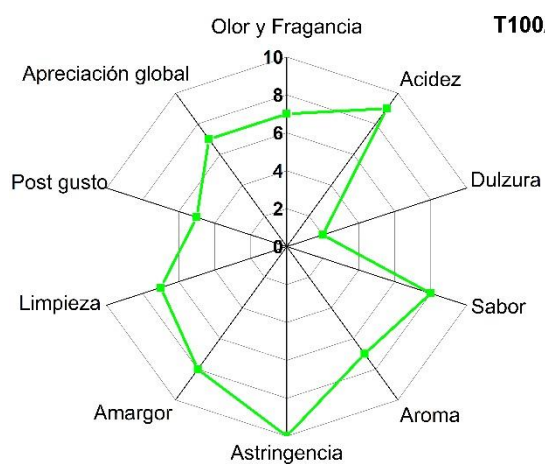


E150C



Diagrama de araña de la calidad sensorial y la ruleta de sabor del licor de copoazú del tratamiento E150C

Fuente: Elaboración propia (2018)



T100A



Diagrama de araña de la calidad sensorial y la ruleta de sabor del licor de copoazú del tratamiento T100A

Fuente: Elaboración propia (2018)

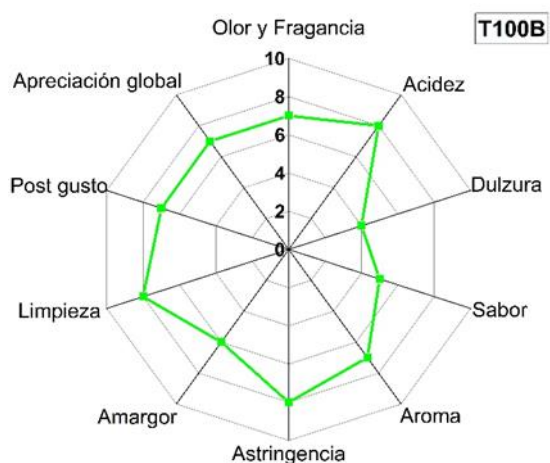


Diagrama de araña de la calidad sensorial y la ruleta de sabor del licor de copoazú del tratamiento T100B

Fuente: Elaboración propia (2018)

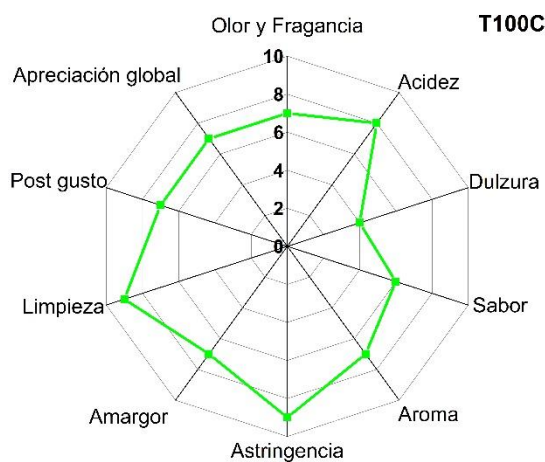


Diagrama de telaraña de la calidad sensorial y la ruleta de sabor del licor de copoazú del tratamiento T100C

Fuente: Elaboración propia (2018)

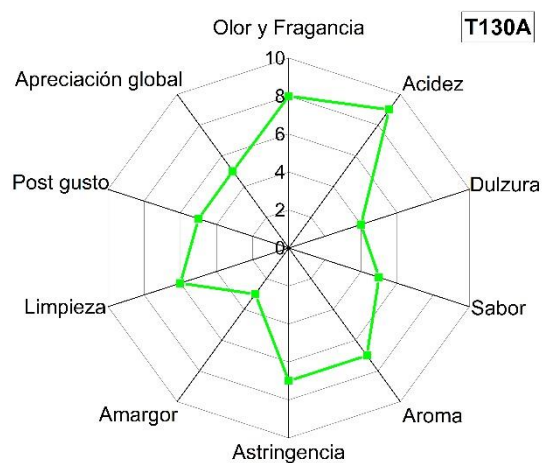


Diagrama de araña de la calidad sensorial y la ruleta de sabor del licor de copoazú del tratamiento T130A

Fuente: Elaboración propia (2018)

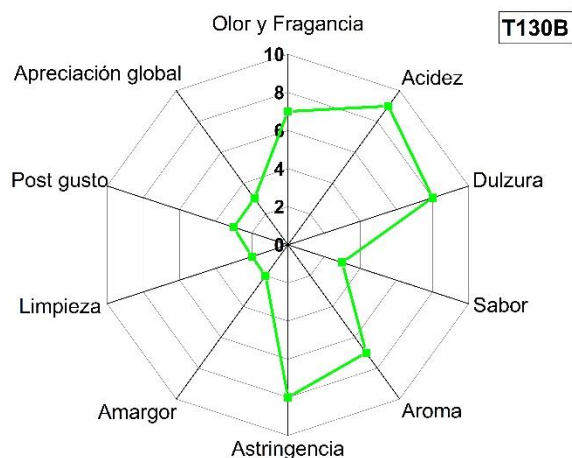


Diagrama de araña de la calidad sensorial y la ruleta de sabor del licor de copoazú del tratamiento T130B

Fuente: Elaboración propia (2018)

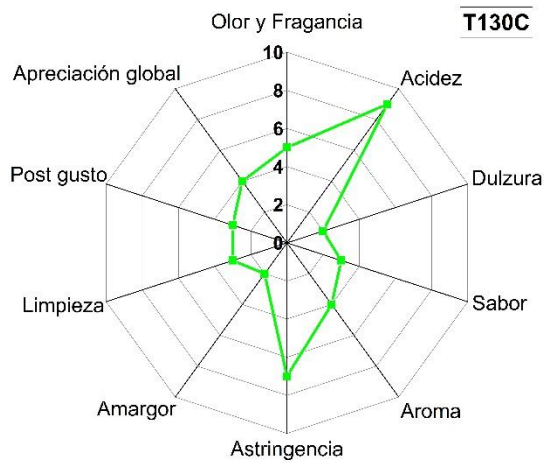


Diagrama de telaraña de la calidad sensorial y la ruleta de sabor del licor de copoazú del tratamiento T130C

Fuente: Elaboración propia (2018)

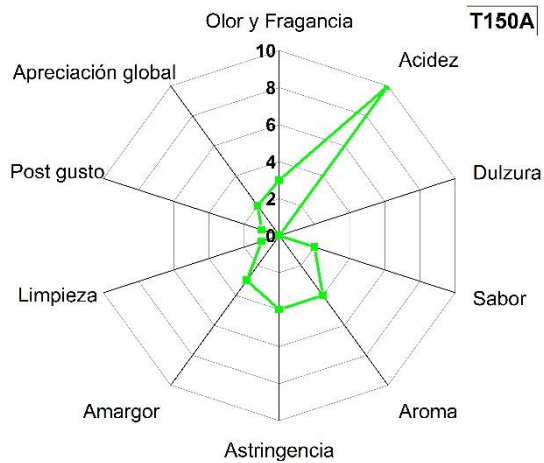


Diagrama de telaraña de la calidad sensorial y la ruleta de sabor del licor de copoazú del tratamiento T150A

Fuente: Elaboración propia (2018)

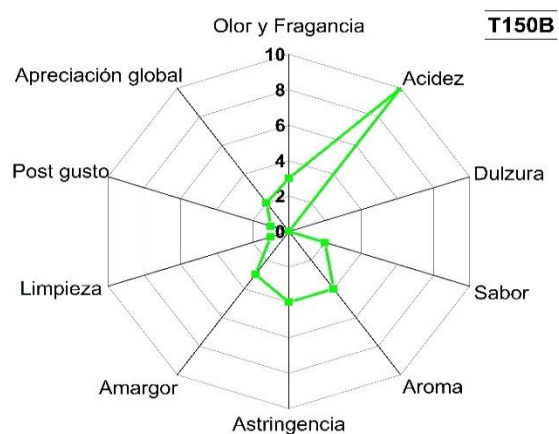


Diagrama de telaraña de la calidad sensorial y la ruleta de sabor del licor de copoazú del tratamiento T150B

Fuente: Elaboración propia (2018)

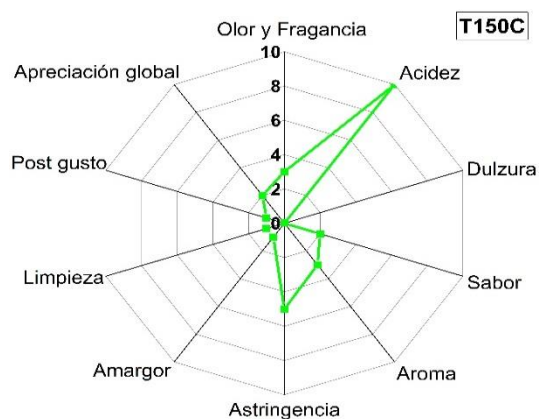


Diagrama de telaraña de la calidad sensorial y la ruleta de sabor del licor de copoazú del tratamiento T150C

Fuente: Elaboración propia (2018)