FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DESARROLLO DE UN TÉ CON CASCARILLA DE LA ALMENDRA DEL CACAO (*Theobroma cacao L.*) FINO DE AROMA Y CCN-51.

Autora

Yaritza Lisbeth Alberca Peña

Año
2018

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DESARROLLO DE UN TÉ CON CASCARILLA DE LA ALMENDRA DEL CACAO (*Theobroma cacao L.*) FINO DE AROMA Y CCN-51.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el título de Ingeniera Agroindustrial y de Alimentos.

Profesor Guía

MSc. Pablo Santiago Moncayo Moncayo

Autora

Yaritza Lisbeth Alberca Peña

AÑO

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUIA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Desarrollo de un té con cascarilla de la almendra del cacao (*Theobroma cacao L*.) Fino de aroma y CCN-51, a través de reuniones periódicas con la estudiante Yaritza Lisbeth Alberca Peña, en el semestre en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

_____

Pablo Santiago Moncayo Moncayo
Magister en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial
C.I: 1712367505

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Desarrollo de un té con cascarilla de la almendra del cacao (*Theobroma cacao L*.) Fino de aroma y CCN-51, de Yaritza Lisbeth Alberca Peña, en el semestre 2018-2 dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

_____

Gustavo Adolfo Guerrero Marín
Master en Desarrollo e Innovación de Alimentos
C.I:1719602144

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

_____

Yaritza Lisbeth Alberca Peña
C.I: 110602765

AGRADECIMIENTOS

Al cielo por sus constantes bendiciones, a mi padre por todos sus esfuerzos para alentarme a culminar esta etapa en mi formación académica y a los docentes que contribuyeron en el trayecto del presente trabajo

DEDICATORIA

A mis padres Mirian y Bolívar por ser mi tenacidad y amor sincero, pero de forma especial a mi madre que aunque no se encuentre en este mundo terrenal le llevo siempre en la memoria de mi corazón.

A mis hermanos James y Melissa por ser compañeros

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se enfoca en el desarrollo de una infusión tipo té con la cascarilla de la almendra de cacao (Teobroma cacao L.) de las variedades cacao Fino de aroma y CCN51, para potenciar la utilización del contenido de teobromina y cafeína presentes en su composición. Para verificar el cumplimiento de la materia prima y procesar como té se inició con la evaluación de características físico-químicas cuya humedad fue de 4,35 %, cenizas totales 9,65 % y cenizas insolubles en HCl 0,17 % con referencia a la NTE INEN 2381 se determinó que cumple los parámetros establecidos en la norma, a excepción de cenizas totales en la que se excedió 1,65 %, sin embargo no fue un parámetro determinante para descartar el lote, adicionalmente se realizaron ensayos para comprobar los requisitos microbiológicos en donde se obtuvo $5,4x10^5$ ufc/g de aerobios totales, <10 ufc/g de *E. coli*, $1,0x10^3$ ufc/g de mohos, <10 ufc/g de levaduras, <10 *Clostridium perfringens*, ausencia de *Shigella spp*, y *Salmonella spp.*, por lo que estos resultados no implican riesgo al consumidor, así mismo se analizó la presencia de contaminantes de arsénico y plomo que se presentaron con 1 mg/kg y <0,09 mg/kg respectivamente lo que permitió concluir con la aceptación del lote para desarrollar el producto. Posterior a estos parámetros evaluados se estableció 2 tratamientos con 6 formulaciones preliminares en tres concentraciones para seleccionar dos muestras de mayor aceptación que correspondieron a los códigos 538 y 472 mediante pruebas afectivas considerando el promedio más alto y comparar con un testigo (813) que permitió determinar la formulación final por los atributos de sabor, color, olor y aroma con un análisis de varianza (ANOVA) por lo tanto, se estableció el diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA) en variables de aceptabilidad antes mencionadas y con variables bioquímicas de cafeína y teobromina obteniéndose 0,28 (c) y 1,78 (t) en muestra 538, 0,27 (c) y 1,85 (t) en muestra 472, 0,28 (c) y 1,92 (t) en muestra 813. Finalmente, con la formulación 538 se desarrolló el perfil de sabor con 7 jueces semientrenados de la Universidad de Las Américas.

ABSTRACT

This project was focused on the design and development of a tea with the cocoa almond husk (Teobroma cacao L.) of the Fine flavor cocoa varieties and CCN51, to enhance the use of theobromine content and Caffeine present in its composition. To verify the compliance of the raw material and process as tea began with the evaluation of physical-chemical characteristics whose humidity was 4,35 % , total ash 9,65 % and insoluble ash in HCl 0,17 %. With reference to the NTE INEN 2381 was determined to meet the parameters established in the standard with the exception of total ash in which 1,65 % was exceeded, however it was not a determining parameter to discard the lot, additionally tests were performed to verify the microbiological requirements in where it was obtained 5.4x105 cfu / g of total aerobes, <10 cfu / g of E. coli, 1.0x103 cfu / g of molds, <10 cfu / g of yeast, <10 Clostridium perfringens, absence of Shigella spp, and Salmonella spp., so these results do not imply risk to the consumer, likewise the presence of arsenic and lead contaminants that were presented with 1 mg / kg and <0.09 mg / kg respectively was analyzed, which allowed concluding with the acceptance of the lot for development Lar the product. After these parameters evaluated, 2 treatments were established with 6 preliminary formulations in three concentrations to select two samples of greater acceptance that corresponded to codes 538 and 472 by means of affective tests considering the highest average and comparing with a control (813) that allowed to determine The final formulation by the attributes of flavor, color, smell and aroma with an analysis of variance (ANOVA) therefore, the statistical design of completely randomized blocks (DBCA) was established in aforementioned variables of acceptability and with biochemical variables of caffeine and theobromine obtaining 0.28 (c) and 1.78 (t) in sample 538, 0.27 (c) and 1.85 (t) in sample 472, 0.28 (c) and 1.92 (t)) in sample 813. Finally, with Form 538, the flavor profile was developed with 7 semi-trained judges from the University of the Americas.

ÌNDICE

INTRODUCCIÓN 1
OBJETIVOS 2
Objetivo General 2
Objetivos Específicos 2
1. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO 3
1.1. Generalidades del Cacao 3
1.2. Producción Mundial de Cacao 8
1.3. Producción Nacional de Cacao 9
1.4. Distribución del Cultivo de Cacao en el Ecuador 11
1.5. Variedades de Cacao 12
1.6. Calidad del Cacao 13
1.7. Productos Derivados del Cacao. 15
1.7.1. Empleo de los Subproductos generados en el Cacao 16
1.8. Composición de las Cascarillas de Cacao 17
1.9. Generalidades del Té 17
1.10. Tipos de Té 18
1.11. Hierbas Aromáticas 18
2. CAPÍTULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL . 20
2.1. Localización 20
2.2. Análisis de características físicas-químicas 20
2.3. Análisis de requisitos microbiológicos y contaminantes 20
2.4. Establecimiento de Formulaciones 20
2.5. Procedimiento de los tratamientos 22
2.6. Diseño experimental y análisis estadístico 25

2.7. Evaluación Sensorial 26
2.7.1. Pruebas Afectivas de Formulaciones 26
2.7.2. Prueba Descriptiva para perfil de sabor de formulación más aceptada. 26
2.8. Análisis bromatológico de formulación más aceptada. 27
2.9. Diseño de envase y línea de producción 27
2.9.1. Diseño de envase 27
2.9.2. Diseño de línea de producción 27
3. CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 28
3.1. Características físicas-químicas 28
3.2. Requisitos microbiológicos y contaminantes 30
3.3. Formulaciones 33
3.4. Evaluación Sensorial 33
3.4.1. Pruebas Afectivas de Formulaciones 33
3.4.2. Pruebas Descriptivas para perfil de sabor de formulación más aceptada. 39
3.5. Análisis bromatológico de formulación más aceptada. 41
3.6. Diseño de envase y línea de producción 42
3.6.1. Diseño de envase 42
3.6.2. Diseño de línea de producción. 47
3.7. Costo Beneficio del Té 49
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 52
4.1. Conclusiones 52
4.2. Recomendaciones 53
REFERENCIAS 54
ANEXOS 62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formulaciones preliminares en tres concentraciones para tratamiento 1. 21
Tabla 2. Formulaciones preliminares en tres concentraciones para tratamiento 2. 21
Tabla 3. Formulación de testigo. 21
Tabla 4. Contenido de humedad y cenizas en cascarilla de cacao. 28
Tabla 5. Resultados microbiológicos 31
Tabla 6. Resultados de contaminantes. 32
Tabla 7. Selección de muestras en función del promedio más alto para cada tratamiento. 33
Tabla 8. Resultados obtenidos en la aceptabilidad del sabor. 34
Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA) en variable de sabor. 34
Tabla 10. Resultados obtenidos en la aceptabilidad del color. 35
Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) en análisis de color. 35
Tabla 12. Resultados obtenidos en la aceptabilidad del olor. 36
Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) en análisis de olor. 36
Tabla 14. Resultados obtenidos en la aceptabilidad del aroma. 37
Tabla 15. Análisis de varianza (ANOVA) en análisis de aroma. 37
Tabla 16. Cantidad de teobromina y cafeína en muestras de té. 38
Tabla 17. Datos estadísticos de perfil de sabor en infusión de cacao. 39
Tabla 18. Composición de muestra 538. 41
Tabla 19. Tabla nutricional del producto. 41
Tabla 20. Ficha técnica de envase primario (bolsa de té). 43
Tabla 21. Ficha técnica envase secundario (sobre de té) 44
Tabla 22. Ficha técnica empaque interno y externo del producto. 45
Tabla 23. Inversiones requeridas para ejecutar el proyecto. 49
Tabla 24. Costos de producción del producto. 49
Tabla 25. Estado de ganancias y pérdidas en desarrollo de proyecto. 50
Tabla 26. Indicadores VAN, TIR Y B/C del proyecto. 50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Países potenciales en producción de cacao a nivel mundial. 8
Figura 2. Porcentaje de variación semestral interanual en relación a dos periodos de producción de cacao entre 2013 a 2017. 9
Figura 3. Productos derivados del cacao. 16
Figura 4. Diagrama de flujo tratamiento 1. 22
Figura 5. Diagrama de flujo tratamiento 2. 23
Figura 6. Diagrama de flujo del testigo. 24
Figura 7. Color obtenido en los tratamientos con testigo. 35
Figura 8. Pruebas afectivas de los tratamientos con personas al azar. 38
Figura 9. Curva de perfil sensorial de té de cacao. 40
Figura 10. Evaluación de panelistas semientrenados para desarrollar perfil de sabor 40
Figura 11. Bolsa de té. 43
Figura 12. Sobre para bolsa de té. 44
Figura 13. *Empaque externo.* 45
Figura 14. Empaque interno. 45
Figura 15. *Visión general del producto.* 46
Figura 16. Diagrama del proceso de producción en planta. 47
Figura 17. Línea de producción. 48
Figura 18. Punto de equilibrio. 51

INTRODUCCIÓN

El mayor productor de cacao (*Theobroma cacao L.*) a nivel mundial es Costa de Marfil con una participación en el mercado de 43,1 % (*Internacional Cocoa Organization*, 2018), sin embargo, Ecuador lidera la producción de cacao fino de aroma con el 63 % (Corporación Financiera Nacional, 2018), la diferenciación del fruto en comparación a los cultivados en otros países se debe a la ubicación geográfica en la que se encuentra con una gran diversidad de microclimas y recursos biológicos que le permiten desarrollar notas aromáticas y sabores particulares que fascinan.

Del cacao se derivan productos como *nibs* (semilla de cacao tostada y triturada), licor de cacao, manteca de cacao, torta de cacao, cacao en polvo, chocolate negro, chocolate con leche y chocolate blanco.

Por otro lado, la generación de restos agroindustriales por empresas alimentarias produce la acumulación de biomasa residual en el medio ambiente que originan la propagación de microorganismos patógenos cuando son depositados en las plantaciones de tal forma que desencadenan enfermedades fúngicas por presencia de *Phytophthora spp* además de generar pérdidas en la producción con el desprendimiento de olores fétidos a sus alrededores.

Es así que el cultivo del cacao en el año 2014 llegó a producir 677.423,77 toneladas de residuos que corresponden a cascarilla, mucílago y mazorca presentes en el fruto que se obtiene posterior a la cosecha. (Serrano, Mejía, Ortiz, Sánchez y Zalamea, 2017)

De este cultivo se aprovecha solamente el 10 % que pertenece a la semilla del cacao, y el restante 90 % constituyen a los desechos mencionados anteriormente, los cuales en su composición se encuentran taninos, alcaloides como teobromina y cafeína, polifenoles, azúcares y polisacáridos. Por lo tanto, para lograr una tonelada de grano seco de cacao se generan 10 toneladas de estos residuos. (Balladares, 2016)

Por lo tanto, el desarrollo de alternativas para el aprovechamiento de los residuos de cacao ha sido motivo de investigación para reducir el impacto ambiental en el ecosistema, entre ellos se encuentran la extracción de pectinas a partir de la cáscara y pulpa para abaratar costos de producción, o a su vez la obtención de polímeros para la fabricación de plásticos biodegradables o papel con la finalidad de disminuir el tiempo de descomposición de los plásticos promedios, además del empleo de las cascarillas enfocándose al desarrollo de empaques ecológicos para alimentos, la realización de harina para industria pastelera y galletera, así como su tratamiento para la elaboración de abonos orgánicos, en otras ocasiones se formula para hacerlo parte en las dietas de animales en granjas por su alto contenido de fibra. (Castillo, Ramírez, García, Bernal, Espinosa, Solís, y Durán, 2010)

De esta manera se ha planteado la elaboración de un té para infusión para beneficiarse de los componentes que posee en su estructura como es la teobromina y cafeína que intervienen como estimulantes del sistema nervioso presentándose de forma natural. Adicionalmente de los polifenoles que son compuestos bioactivos antioxidantes para evitar la oxidación de las células. (Sotelo, Alvis y Arrázola, 2015)

OBJETIVOS

Objetivo General

- Desarrollar un té con cascarillas de almendra de cacao (*Theobroma cacao L*.).

Objetivos Específicos

- Determinar las características físico-químicas de la cascarilla de almendra de cacao.
- Determinar la formulación del té que cumple con los parámetros para escalamiento agroindustrial.
- Diseñar el envase y línea de producción requerido para el producto.
- Análisis de costo beneficio del té.

1. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Generalidades del Cacao

El cacao es un árbol tropical con denominación científica *Theobroma cacao L.,* cuyo nombre fue otorgado por el botánico sueco Carlos Linneo en el año de 1758, su significado se traduce del griego "*Theo*" = Dios y "*Broma*" = Alimento, lo que da lugar a la mención de "alimento de los dioses" (Romero y Urrego, 2016). De acuerdo a la taxonomía establecida en 1862 por Benthan y Hooker, el cacao pertenece a la clase Angiosperma, orden Malvales, familia Sterculiaceae. (Batista, 2009)

El origen del cacao radica en América Latina, específicamente en la cuenca amazónica Sudamericana donde se encuentran ubicados Colombia, Perú, Brasil y Ecuador, a través de los años logró expandirse hacia México, América Central y África que en la actualidad es el continente de mayor producción a nivel mundial. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Diversidad, 2008)

En la era prehispánica el cacao era parte de la alimentación cultural, tanto sus semillas como la pulpa eran utilizadas para elaborar salsas y agregarlas en carnes o a su vez preparar bebidas en las festividades (Caso, 2016), en la medicina para aliviar quemaduras, al igual que otras enfermedades por medio de la combinación con otros elementos. También como moneda para realizar intercambios en las culturas Olmecas, Mayas, Zapotecas, Aztecas, Nábuatl y Toltecas principalmente, de la misma manera cuando los españoles llegaron a América optaron por utilizarlas en reemplazo de las monedas de metal por la escasez que atravesaban en esa época, por lo que su interés era obtener el metal para llevarlo en su estado primario de retorno a España para fabricarlas, en consecuencia las semillas eran las que les permitían realizar negociaciones en el comercio. (Aranda,2005)

En el Ecuador al cacao arriba proveniente de Vinces al cual se le denomina la "pepa de oro", es debido a que sus almendras al momento de ser secadas adquieren un color amarillo. Por otro lado, en el año 2005 fue firmado el

Acuerdo Ministerial Nº 70 por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca en donde se reconoce al cacao como “Producto Símbolo del Ecuador” debido a su antigüedad, aportación en el crecimiento económico, político, social, por sus características organolépticas y su representación como uno de los productos de mayor relevancia en el país. (Quingaísa y Riveros, 2007)

El cacao se produce en zonas tropicales, cuyo árbol puede llegar a medir entre 4 y 10 m de altura, en la fase de cosecha se obtiene de 10 a 15 mazorcas de 15cm a 25 cm de largo de acuerdo a su variedad, las que pueden contener hasta 40 semillas. (Hidalgo, J.,2003) Al ser un cultivo perenne la cosecha se realiza periódicamente, en su floración anual se presentan cerca de 6.000 flores de coloración blanca-rosada, sin embargo, solamente alrededor de 30 producen fruto. (Bluer Combustión, 2018)

En cuanto a los requerimientos para una producción abundante es necesario tomar en cuenta que el suelo debe tener una profundidad mayor a 1,5 metros para que sus raíces tengan mayor espacio y aprovechen los nutrientes que el suelo le provee, con un buen drenaje además de abundante material orgánico. (Hidalgo, J.,2003). El tipo de suelo adecuado para este cultivo es franco de tal manera que se debe evitar sembrar en suelo arenoso, arcilloso o limoso, y controlar el abastecimiento de agua que requiere la planta sin verse afectado por la humedad. Así mismo el pH debe ser neutro y manejarse entre los rangos de 6,0 a 6,5 para garantizar una mayor producción, además de la adaptación y desarrollo sin complicaciones en la plantación. (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro, 2016)

La temperatura a la que debe encontrarse el cultivo puede variar entre 23º y 30 ºC siendo su óptima a 25 ºC, con una altitud apropiada de 1.200 m.s.n.m., sin embargo, puede encontrarse también de 500 a 800 m.s.n.m. Por otro lado, la precipitación adecuada es entre 1.500 y 2.500 mm con presencia de una estación seca corta. El cacao no es tolerante a la escasez de agua por lo que cuando ocurre se ve afectado en la floración y en los brotes de las hojas, además es necesaria una luminosidad entre el 40 % y 50 % cuando la planta

tiene menos de 4 años por encontrarse en crecimiento y del 60 % al 75 % cuando es superior a 4 años por la etapa de producción en la que está, también la humedad relativa es de suma importancia por lo que es necesario que se encuentre entre 70 % y 80 %. (Romero y Urrego, 2016)

La sombra en el cacao puede realizarse de dos maneras, la primera es una sombra provisional y es para evitar el ingreso directo de la radiación solar en las plántulas recién cultivadas, por lo tanto, se considera sembrar con seis meses de anterioridad plantas de plátano, yuca, papaya o fréjol, los mismos que deben cubrir 100 % el cultivo en su primer año, 60 % en el segundo año y al finalizar el tercer año se retira completamente. Por otra parte, a la segunda forma se la conoce como “sombra permanente” que además de proteger de la radiación solar al suelo como la primera sombra lo hace adicionalmente para refugiarlo de los fuertes vientos o tormentas que se presentan a lo largo del año, por lo que para este tipo de sombra se emplean árboles como Guabo de bejuco (*Inga sp*.), Pachaco (*Schizolobium parahybum*) o Eritrina (*Erythrina spp*.) (AGROCALIDAD,2016)

Para obtener una mejor estructura del cultivo bajo condiciones apropiadas con un alto rendimiento productivo se realiza tres tipos de podas, la primera denominada de formación temprana que se ejecuta durante los 3 primeros años de crecimiento del árbol, en su ciclo productivo para mantener la salubridad de la planta conjuntamente con la regularización del desarrollo se efectúa una poda de mantenimiento para realizarse una o dos veces por año y por último existe una poda de rehabilitación que es la que se utiliza cuando no se llevan a cabo podas continuas con cortes adecuados por lo que el árbol necesita recuperarse. Posterior a cada poda es indispensable cicatrizar las zonas en donde se realizaron la eliminación de ramas para evitar la proliferación de organismos en los cortes que puedan dar lugar a la pudrición parcial hasta llegar a afectar a todo el árbol. (Fundación Hondureña de Formación Agrícola, 2015)

En cuanto al manejo integrado de plagas se puede realizar mediante controles de tipo biológico, cultural, mecánico, etológico o químico. La presencia de

insectos en el cultivo no necesariamente implica un riesgo negativo puesto que existen algunos que coadyuvan en la polinización o erradicación de otros insectos perjudiciales, por lo tanto, al tratar de eliminar a estos últimos se requiere hacerlo por medio de elementos poco agresivos con el ambiente. Aún más preocupante que los insectos resultan las enfermedades a las cuales se enfrentan los cultivos debido a que se arriesga a perder la rentabilidad por lo cual es necesario realizar planes de prevención con buenas prácticas culturales. (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, 2016). Dentro de las enfermedades más significativas están Mazorca negra (*Phytopthora spp*.), Escoba de bruja (*Crinipellis permisiosus*), Mal de machete (*Cacao funesta*) y Monilia (*Monilia roreri*) (AGROCALIDAD,2016)

La madurez de las mazorcas está definida por la tonalidad de sus colores como de la variedad a la que pertenecen, por lo tanto, cuando en su inicio se presenta de color verde se espera que llegue a amarillo, cuando es morado a naranja y cuando poseen color oscuro generalmente éstas no cambian su color, otra manera de conocer su estado de madurez es cuando se golpea en el centro de mazorca y se escucha un sonido vacío lo que indica que se encuentra lista para ser cosechada. La importancia de conocer el estado de madurez se debe a que en el momento de la fermentación puede no lograrse potenciar el aroma o se obtiene bajo contenido de grasa y un sabor astringente cuando se trata de mazorcas que les falta madurar. Por consiguiente, la maduración excesiva también genera problemas en la fermentación puesto que son propensas a la proliferación de microorganismos patógenos que afectan a las demás semillas y por ende la calidad del grano. (Morales, 2017)

Posterior a recolectar las mazorcas de cacao se procede a extraer las semillas del interior para llevar a cabo el proceso de fermentación que tiene como finalidad remover el mucílago de la almendra, esta contiene entre 10 - 13 % de azúcares, 2 - 3 % de pentosas, 1 - 2 % de ácido cítrico y 8 - 10 % de sales por lo que se logra hacerlo mediante la fermentación e hidrólisis por la acción de microorganismos para formar el exudado, es así que suceden cambios físicos-químicos para dar lugar al sabor y aroma con la intervención de factores de pH, temperatura y humedad para formar compuestos polifenólicos, ácidos,

alcoholes, sin embargo, el tiempo de fermentación dependerá del tipo de variedad o genotipo de las mazorcas. (Teneda, 2016)

El proceso de fermentación se inicia con la glucólisis que es la transformación de la glucosa presente en el mucílago de las almendras a ácido pirúvico, cuya reacción se muestra a continuación:

$$Glucosa + 2\ NAD^+ + 2\ ADP + 2\ H_2PO_4 \text{ ------> } 2\ Ác.\ pirúvico + NADH + 2\ H^+ + 2\ ATP + 2\ H_2O \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Al momento de presentarse el ácido pirúvico en condiciones anaeróbicas se desarrolla la fermentación alcohólica para tener alcohol etílico, posteriormente se tiene lugar a una segunda fermentación denominada acética o aeróbica para producirse ácido acético a partir del etanol por la intervención del oxígeno como se presenta en la siguiente ecuación:

$$C_2H_5OH + O_2 = CH_3COOH + H_2O \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Adicionalmente en este proceso surgen microorganismos como las levaduras, bacterias lácticas y bacterias acéticas que son las que aportarán en la transformación de los componentes durante la fermentación, el proceso tiene una duración de aproximadamente 120 horas que representan 5 días para adquirir el sabor a chocolate. (Teneda, 2016)

Posterior a la fermentación se continua con el proceso de secado para reducir el contenido de humedad del 60 % al 8 % en el periodo de 7 a 12 días cuando se lo realiza directamente al sol con remociones constantes con frecuencia de cada dos horas para lograr un secado homogéneo, la importancia de llegar al 8 % de humedad en la semilla es debido a que al sobrepasar tal porcentaje el grano es propenso a contraer mohos u hongos que afectan su calidad en el producto final así mismo que provocaría la putrefacción del cacao, por otro lado, si desciende más de ese valor se tornarán almendras quebradizas difíciles de manejar en el tratamiento posterior de interés. (De La Cruz, Vargas y Del Ángel, 2012)

El almacenamiento del cacao seco se debe hacer en bodegas ventiladas, además de ser ubicadas sobre pallets con la finalidad de evitar la absorción de humedad para perjudicar la calidad del grano, debido a que el cacao es higroscópico así mismo las bodegas no deben contener otras materias que afecten el aroma por lo que se alterarían las características organolépticas. (Morales, 2017).

En el procesamiento del grano es necesario partir por una limpieza para remover las impurezas presentes y dar lugar al tostado del grano que es en donde se desprenderá la cascarilla de la almendra y pasar directamente a la molienda y con ello formular para producto destinado.

1.2. Producción Mundial de Cacao

La producción mundial del cacao por continentes se distribuye en África que representa el 72,5 %, América Latina y El Caribe 18 % y Asia con Oceanía 9,5 %. (Romero y Urrego, 2016)

Los países más sobresalientes corresponden al continente africano como es el caso de Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria y Camerún, (ICCO, 2018). Sin embargo, existen países Latinoamericanos y de El Caribe en donde se cultiva este fruto como Brasil, Ecuador, Perú, Colombia y República Dominicana. La producción a nivel mundial se encuentra distribuida de la siguiente manera como se muestra a continuación:

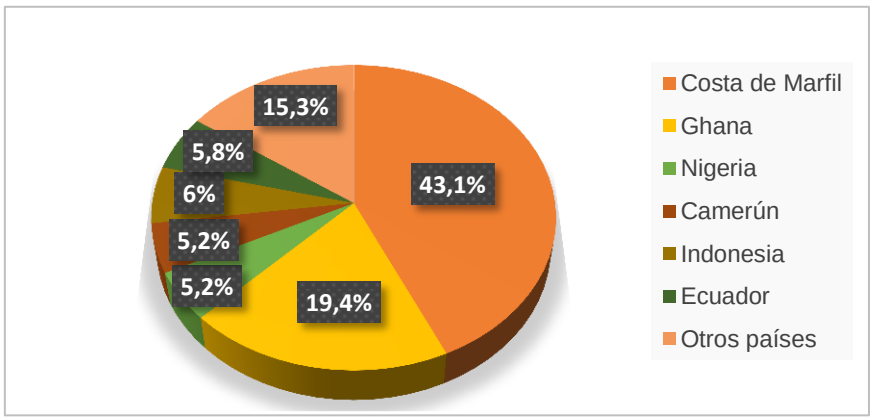


Figura 1. Países potenciales en producción de cacao a nivel mundial.

Adaptado de: ICCO, 2018

El cacao fino o de aroma a nivel mundial corresponde del 6 al 8 % cuya mayoría se encuentra en América Latina con un total del 80 %, del cual Ecuador representa el 63 %. (CFN, 2018)

1.3. Producción Nacional de Cacao

En el año 2014 la representación económica basados en los tres productos más relevantes del sector agrícola como banano, cacao y café aportaron el valor de USD 2074 millones, lo que contribuyó con el 1,6 % del PIB equivalente del país y el 28 % del PIB de la agricultura. (Banco Central del Ecuador, 2017)

El volumen de producción con variación semestral interanual entre dos periodos desde el año 2013 al 2017 obtuvo crecimiento en el primer periodo 2013 y 2014, no obstante, en los siguientes años de 2015 a 2017 el mayor rendimiento se obtuvo en el segundo periodo con una gran caída en 2015 y 2016 debido al fenómeno del Niño lo que ocasionó cambios climáticos fuertes para la normal producción del fruto conjuntamente con la presencia de plagas como monilla y escoba de bruja lo que produjo la pérdida de alrededor del 60 % de las plantaciones de cacao:

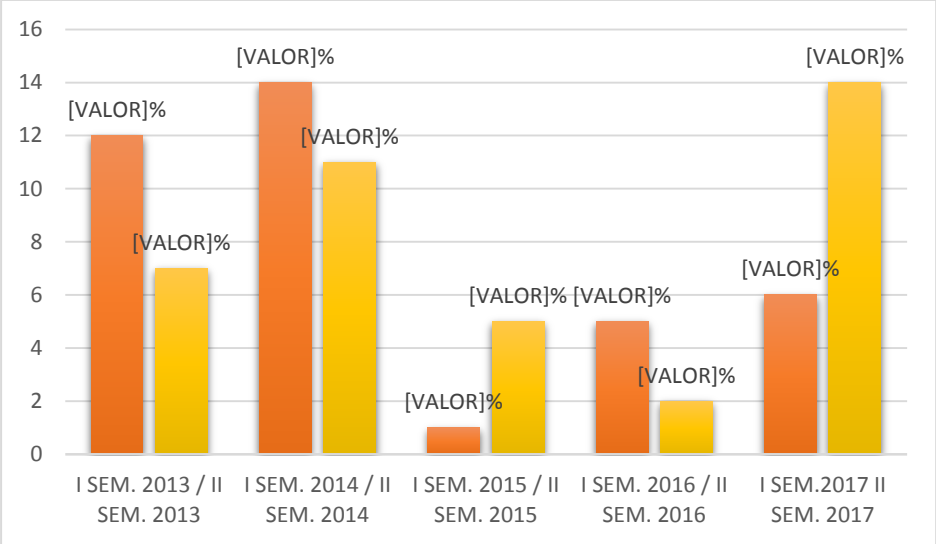


Figura 2. Porcentaje de variación semestral interanual en relación a dos periodos de producción de cacao entre 2013 a 2017.

Adaptado de: BCE, 2017

La producción nacional del año 2016 fue de 227.213,7 TM y en el año 2017 a 284.546,1 TM. Los países de destino con mayores exportaciones de cacao en grano fueron Estados Unidos, Indonesia, Malasia, Holanda, México, India, China y Bélgica cuyas subpartidas fueron el cacao crudo para siembra, cacao crudo de variedad forastero, cacao orgánico certificado y cacao en grano entero o partido crudo o tostado. (BCE, 2018)

Las exportaciones de grano de cacao en el país corresponden al 91 % del total en comparación a los productos procesados de este fruto: el 30 % fueron de la variedad CCN-51, el 47 % Arriba de menor calidad y 23 % Arriba de alta calidad. De la producción total de granos de cacao en el país, se procesa únicamente el 10 % y el resto se exporta como tal. (Acebo, 2016)

Por otro lado, en las importaciones de cacao se obtuvo un incremento en los últimos dos años, en el 2016 correspondieron a 30,0 TM con un CIF de 123,3 mientras que en el 2017 sus importaciones crecieron a 60,0 TM con un CIF de 236,7 provenientes de Perú. (BCE, 2018)

Entre los años 2016 y 2017 se incrementó cultivo de cacao en 2 % con respecto al a pesar de haber tenido bajas en sus anteriores años, esto debido a proliferación de microorganismos causantes de plagas; el 73 % de agricultores señalaron tener cosechas normales sin mayor pérdida, el 20 % manifestó que sus producciones fueron buenas y el 7 % indicó que han sido malas, las personas encuestadas corresponden a las provincias de Manabí, Guayas, Los Ríos, Esmeraldas, Santo Domingo de Los Tsáchilas, Azuay, El Oro y Cañar. (BCE, 2017)

Adicionalmente a las plagas se encuentran otros factores considerados problemas que deben enfrentar los cultivadores como son el precio bajo del fruto el mismo que corresponde al 25 %, los climas contraproducentes 24 %, la carencia de colaboración técnica 17 %, el costo elevado de mano de obra 10 %, la ausencia de vías de comunicación 8 %, la mano de obra insuficiente 5 %, el déficit en financiamiento 2 % y elevadas tasas de interés 2 %. (BCE,2017)

Según estudios realizados por el Banco Central del Ecuador en el año 2017, el costo de producción de cacao por hectárea varío entre USD 2.500 a USD 3.200 en la fase de siembra mientras que para mantenimiento fue entre USD 1.000 y USD 1.500. (BCE,2018)

El precio del quintal durante el año 2017 llegó en promedio a USD 71,0 con una reducción de 1,4 % en comparación al año 2016 en donde alcanzó a tener el costo de USD 72,0. Entre los principales problemas de valor que han tenido los agricultores esta la intervención de personas intermediarias para la comercialización del cultivo, inestabilidad en los canales de ventas, enfermedades y pagos impuntuales por parte de los mercaderes, lo que implica una afectación en las retribuciones de las personas dedicadas a este cultivo. (BCE,2018)

En Ecuador hay 29 industrias exportadoras de cacao, dentro de los cuales se encuentran ANECACAO (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao). El 62 % de exportadores de almendra de cacao abarca a 5 empresas potenciales como *Transmar Comodity Group* con el 25 %, *Blommer Chocolate* con el 13 %, *Walter Matter S.A.* con el 10 %, *ED&F Man Cocoa* con el 8 % y *Daarnhouwer* con el 7 %. (Secretaría Técnica del Comité Interinstitucional para el Cambio de la Matriz Productiva- Vicepresidencia del Ecuador, 2015)

1.4. Distribución del Cultivo de Cacao en el Ecuador

El cultivo de cacao representa el 31 % de la superficie destinada a cultivos permanentes que en el año 2014 fueron 1,57 millones de hectáreas; el 82 % se encontraba plantada totalmente con cacao mientras que el 18 % se cultivaba asociado con otros sembríos. A su vez, el 76% de la producción de cacao se encontraba en la región Costa y el 24 % en el resto del país. (Acebo, 2016)

El cultivo de cacao se encuentra distribuido en 23 de sus 24 provincias, siendo las más representativas Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas, El Oro, Sucumbíos, Orellana, Napo y Zamora Chinchipe; las unidades productoras agrícolas de cacao pequeñas y medianas representan el 88 %, las pequeñas tienen sembradas hasta 20 hectáreas y las medianas de 20 a 50 hectáreas.

(Secretaría Técnica del Comité Interinstitucional para el Cambio de la Matriz Productiva- Vicepresidencia del Ecuador, 2015)

Según estadísticas del año 2016 la superficie plantada de cacao fue de 559.617 hectáreas con una producción de 293.478 toneladas, lo que implica un rendimiento de 0,52 toneladas por hectárea a nivel nacional. La provincia con mayor superficie fue Los Ríos con 125.186 hectáreas, seguido de Manabí con 125.839 hectáreas, Guayas con 101.724 ha, Esmeradas con 71,384 ha y otras provincias con 135,483 ha, sin embargo, la mayor producción fue de la provincia de Guayas con 81.381 toneladas correspondiendo al 80 %, siendo además la de mayor rendimiento. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2016)

La superficie de cacao plantada según su edad va desde cultivos menores a 10 años que corresponden al 49,7 %, entre 10 y 20 años al 13,3 % y mayores a 20 años el 36,9 %.En cuanto a la variedad tenemos la común con un 56,4 %, mejorada con el 33,9 %, híbrida nacional con el 9,3 % e híbrida internacional con el 0,5 %. (Acebo, 2016)

1.5. Variedades de Cacao

Las principales variedades pertenecen a los tipos Criollo que representa una producción mundial del 10 %, Forastero del 70 % y Trinitario con el 20 %. (Romero y Urrego, 2016) Adicional a estos tres tipos en Ecuador se reconoce a un cuarto denominado Nacional por ser originaria del país y proveniente de la Cordillera de Los Andes, de forma tradicional se le conoce como “cacao arriba” al cacao ecuatoriano porque es cultivado hacia arriba del río Guayas con perfiles florales. (Mera y Ruiz, 2014)

El cacao Criollo se caracteriza por poseer un sabor sutil con notas dulces a caramelo, miel y avellana, a diferencia del forastero que tiene un prolongado amargor, el trinitario con tendencias florales-frutales y el nacional con sabores florales-frutos secos. (*Chocolate, Biscuits & Confectionery of Europe, European Cocoa Association, The Federation of Cocoa Commerce, 2015*)

Además de estas tres variedades se han desarrollado genotipos e híbridos para mejorar la resistencia a plagas y enfermedades que afectan la

productividad del cultivo, de tal manera que se logra un mayor rendimiento, así mismo se poseen dos categorías a las cuales se les diferencia por cacao fino o de aroma y el cacao corriente.

Los cacaos finos de aroma generalmente provienen de las variedades criollo o trinitario y el nacional que a pesar de ser forastero en Ecuador se produce este tipo de cacao, a diferencia de los corrientes que generalmente surgen de los forasteros, sin embargo, en algunos países como Camerún existen trinitarios que rinden cacao corriente. Se considera cacao corriente cuando estos son utilizados en abundancia para elaborar productos y además son destinados para fabricar manteca de cacao, por lo que se diferencian de los finos o de aroma que otorgan sabores y olores particulares como frutales, florales o herbales para agregar en las bases de chocolates, estos últimos son utilizados para producir chocolates con 60 % a 80 % de cacao. En resumen, según la clasificación comercial se obtiene cacao común o corriente y fino de aroma. (Vassallo,2015)

Adicional a estas variedades el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) establece recomendaciones para producir material genético con mayor rendimiento de acuerdo a las zonas del país, por lo cual para la región Costa se obtiene una mejor producción de los clones EET-95, EET-96, EET-103, EET-19, EET-576, EET-575, EET-544, por otra parte en la región Sierra se repiten los clones EET-95, ET-96, EET-103 y por último en la región Amazónica además de los clones de la región Sierra se encuentran EET-111, EET-400 Y EET-48. (AGROCALIDAD,2016)

1.6. Calidad del Cacao

La determinación de las características físicas, químicas y organolépticas en la calidad del grano implican a los procesos de postcosecha que corresponden a la fermentación y al secado debido a que no deben presentarse defectos en las almendras al igual que la contaminación por sabores y olores impropios al cacao, además de factores ligados al origen, condiciones climáticas-edáficas, manejo agronómico, así como también propiedades físicas de tamaño, color, %

de granos dañados, pizarrosos, vanos, violetas, fermentados. (AGROCALIDAD,2016)

El cacao de Ecuador por calidad tiende a clasificarse en Arriba y CCN51, dentro de la variedad Arriba existen los tipos ASSPS (Arriba Superior Summer Plantación Selecta), ASSS (Arriba Superior Summer Selecto), ASS (Arriba Superior Selecto), ASNS (Arriba Selección Navidad Selecto), ASN (Arriba Selección Navidad), ASES (Arriba Superior Época Selecta) y ASE (Ariba Superior Época). (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2006)

El sabor es un principio de calidad que permite identificar la potencia de cacao o chocolate presente en las almendras además de las notas aromáticas frutales, florales o de nuez que son característicos por variedad o ubicación de origen, los mismos se ven afectados por no aplicar buenas prácticas en el manejo de la postcosecha dando lugar a una excesiva astringencia y amargor lo cual afecta las condiciones para el valor comercial del grano, por lo tanto para evaluar esta propiedad el cacao debe encontrarse en el estado sólido como chocolate o semilíquido como el licor de cacao posterior a la molienda. (CAOBISCO, ECA, FCC, 2015)

En cuanto a los sabores no deseados que pueden adquirir las almendras se encuentran el sabor a: moho, humo, tierra, ácido, amargo y astringencia. La presencia del 3 % de los granos con moho afecta al producto final, por lo que resulta complicado camuflar los sabores por este defecto además de tener el riesgo de la formación de micotoxinas, por otro lado, el humo en las almendras se adhiere con facilidad en el secado o almacenamiento por exposición a factores externos como leña o combustión de otros materiales lo que conlleva a tener productos ahumados que bajan la calidad del chocolate. De la misma manera el sabor terroso por suciedad o desechos en abundante medida perjudica a todo el lote de producción por lo que es necesario realizar un descarte de aquella materia prima. El sabor ácido se manifiesta por los compuestos presentes en la fermentación como el ácido acético y láctico, pero éste último no es volátil por lo que en un secado acelerado la acidez es predominante por consiguiente se obtiene un pH de 5. Por último, el amargor y

astringencia cuando son excesivos se tornan granos desagradables puesto que no es posible eliminar en el procesamiento por lo que si su presencia es mayor al 3 % la calidad organoléptica es intransigente. (CAOBISCO, ECA, FCC, 2015)

Para evaluar la calidad del cacao se rige a las establecidas por las Normas Técnicas Ecuatorianas INEN 176: Cacao en Grano. Requisitos; INEN 175: Cacao en Grano. Ensayos de Corte; INEN 177: Cacao en Grano. Muestreo.

Otros factores de calidad de acuerdo a los requerimientos industriales son la evaluación sensorial completa, tamaño con la uniformidad de los granos, potencialidad del color, trazabilidad, certificación y en cuanto a la inocuidad se encuentran realizar ensayos microbiológicos, dioxinas, policlorobifenilos (PBC), metales pesados como cadmio y plomo, hidrocarburos de aceites minerales, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), micotoxinas como la ocratoxina A (OTA), residuos de plaguicidas. (Aguilar, 2016)

1.7. Productos Derivados del Cacao.

Del cultivo del cacao se obtiene elementos para la elaboración de distintos productos como son: manteca de cacao, torta de cacao, licor de cacao, polvo de cacao y chocolate.

Manteca de cacao: Se obtiene por medio del prensado en caliente de la pasta de cacao durante varias repeticiones, de igual forma por la aplicación de disolventes en cascarillas o polvo, pero su calidad es menor, o a su vez se puede adquirir al triturar directamente los granos descascarillados.

Torta de cacao: Se logra al aplicar presión en las almendras de cacao sin cascarilla en donde posee entre el 10 al 20 % de manteca de cacao.

Licor de cacao: Es el resultado de triturar los granos del cacao que también es empleado para producir bebidas o licores.

Polvo de cacao: Producto que se consigue posterior a la molienda de la torta de cacao, en ocasiones se contrarresta la acidez o aumenta su color.

Chocolate: Este alimento se realiza a partir de la torta de cacao mediante los procesos de: mezclado, refinado, conchado, templado, moldeado y rellenado (opcional) para dar lugar a chocolates negros que contienen hasta 70 % de cacao, chocolates con leche, chocolates blancos, chocolates líquidos.

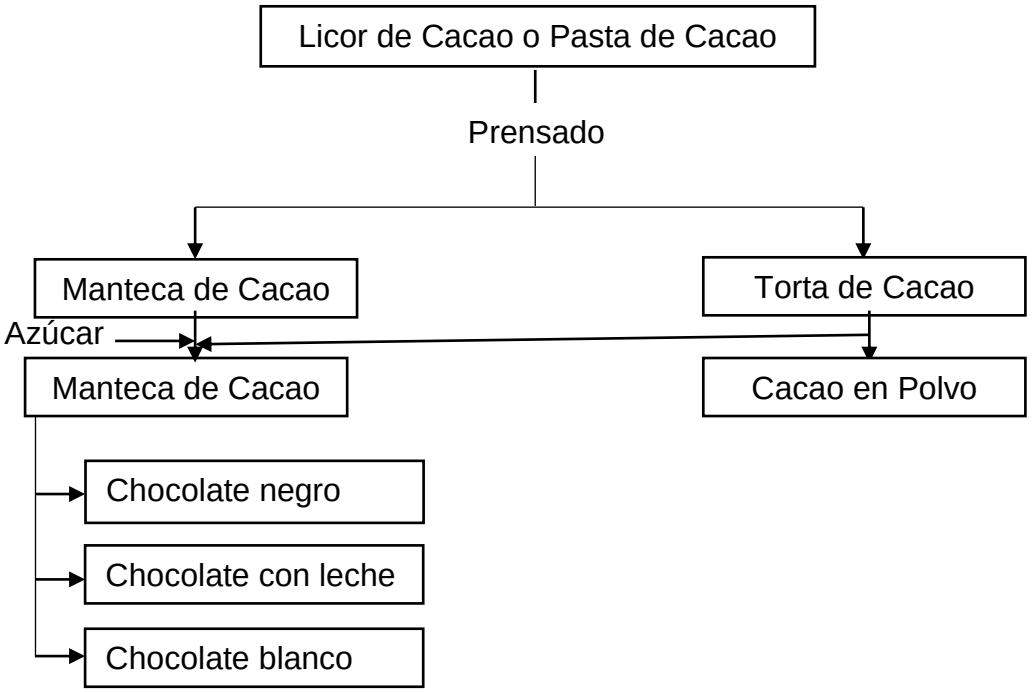


Figura 3. Productos derivados del cacao.

Tomado de: Perdomo, 2012

1.7.1. Empleo de los Subproductos generados en el Cacao

El cultivo del cacao durante la cosecha y el procesamiento genera residuos orgánicos con alto potencial mineral y nutricional, por lo tanto, la cáscara ha sido considerada para emplearse en la alimentación animal como suplemento, la fertilización en plantas o a su vez en el desarrollo de biodigestores, debido a su composición química porque contiene fibra cruda (27 %), proteína cruda (6,25) %, nitrógeno (35,5 %), potasio (3,2 %), además en relación a materia seca por tonelada métrica se adquiere en peso 12 kg de N, 2,5 kg de P_2O_5, 42 kg de K_2O, 4,2 kg de CaO y 4,2 kg de MgO. (Sánchez, 2013)

En relación al desperdicio que se obtiene del 90% la cáscara de cacao se ha empleado para la extracción de pectinas por el bajo costo de adquisición como materia prima, cuyo enfoque industrial se ha dirigido hacia el sector de mermeladas, así mismo se han caracterizado polímeros en su estructura para dar lugar a espumas de poliuretano en aplicaciones hortícolas. (Castillo, et. al, 2010)

1.8. Composición de las Cascarillas de Cacao

La cascarilla de cacao representa el 12 % del total del grano seco, en el aspecto nutricional posee de 6,3 a 10,4 % de proteína cruda, un 23,4 a 36,2 % de fibra cruda, adicionalmente de carbohidratos, lípidos y micronutrientes, sin embargo, es considerado como un desecho agroindustrial a pesar de la disponibilidad y bajo costo que representa, siendo en algunos casos utilizada para la elaboración de abonos o a su vez para la alimentación de rumiantes pero es limitada por su contenido de teobromina. (*European Food Safety Authority* ,2008)

Cuando la proporción de la cáscara sobrepasa el 12 % en el peso total de la almendra implica que el contenido comestible es menor, sin embargo, su grosor dará una mejor protección al grano, no obstante, estas características dependerán del tipo de cacao. Según el *Codex Alimentarius* para Cacao en Pasta y Torta de Cacao establece que menos del 5 % del licor de cacao debe corresponder al germen y cascarilla. (CAOBISCO, ECA, FCC, 2015)

1.9. Generalidades del Té

El té es de origen asiático descubierto en el año 2.737 A.C. Se convirtió en moneda y tesoro del imperio durante la dinastía Son de China que hasta inicios del siglo XIX era el único país que lo producía, posteriormente se extendió a la India en el año 1834 y Sri Lanka en 1857. En la actualidad se cultiva en más de 30 países en Asia, Oceanía, África y Sudamérica. (Hernández, 2013)

El té es considerado la segunda bebida de mayor consumo después del agua estimándose que se beben 2.750 millones de tazas de té diariamente a nivel mundial.

En la comercialización se emplean dos tipos de plantas de té conocidas de forma botánica como *Camellia sinensis y Camelia asamica.*

Las condiciones para el desarrollo del cultivo requieren de una temperatura de 18 - 20º C en una altitud de 2.500 m.s.n.m. con 5 horas diarias de luz, la altura del árbol de té no debe sobrepasar 1,20 metros para obtener una mejor

productividad y facilitar la recolección de las hojas y puede llegar a alcanzar 15 metros. (Hernández, 2013) El sabor del té varía de acuerdo a la estación, altitud y del lugar en la que se encuentra cultivado, además del tipo que se comercialice.

El té contiene un alcaloide denominado teína que varía de 8 a 110 mg por taza de acuerdo al tipo de oxidación con que se haya procesado al té y actúa de forma similar a la cafeína sobre el sistema nervioso central. (Sáenz, 2015)

1.10. Tipos de Té

El té es una infusión que se prepara a partir del procesamiento de las yemas, hojas jóvenes, pecíolo y tallos tiernos seleccionados de la planta *Camellia sinensis* o *Camelia asamica*, dando lugar a 3.000 clases distintas de té a partir de cuatro tipos. (Hernández, 2013) Se encuentran clasificados de la siguiente manera:

Té blanco: Se recolectan los brotes del árbol de té antes de que éstos se abran y poseen la mitad de cafeína en comparación al té verde.

Té verde: Se obtiene al secar las hojas del árbol de té sin realizar la fase de marchitamiento ni fermentación y se obtiene un alto contenido de antioxidantes.

Té rojo: Requiere que las hojas del árbol se prensen para dar lugar a la fermentación hasta llegar al color rojizo.

Té negro: Se produce por un marchitamiento de las hojas, luego se realiza un enrollado, posterior a ello una fermentación y por último el secado. (Pardo, 2012)

Así mismo existen tés frutales que tienen en su composición una base de té negro con la adición de frutas como el durazno, frutos rojos, limón, naranja, manzana, piña y vainilla que son los de mayor consumo en el mercado.

1.11. Hierbas Aromáticas

Las hierbas aromáticas contienen principios activos en las esencias que caracterizan a cada especie y se les atribuye propiedades terapéuticas que representan el 0,7 % de la producción total de las plantas medicinales. (Restrepo, Gómez y De Ossa, 2012)

En Ecuador existen alrededor de 500 especies de plantas medicinales como aromáticas de las cuales el 78 % son nativas, un 16,7 % han sido introducidas y el 5,1 % son endémicas. (Torres, 2014)

Los tés de hierbas aromáticas se consideran técnicamente como tisanas debido a que no contienen en ninguna proporción *Camellia sinensis* o *Camelia asamica*. (Pardo, 2012)

Se considera que el 80 % de la población ecuatoriana consume infusiones aromáticas y medicinales. Las provincias dedicadas a la producción son Guayas, El Oro, Los Ríos y Manabí en la región Costa, Loja, Chimborazo, Bolívar, Imbabura, Cotopaxi, Azuay y Pichincha en la región Sierra y Zamora Chinchipe con Napo en la región Amazónica. Las 5 variedades de mayor consumo en el país son el tomillo, manzanilla, menta y toronjil que son utilizadas con fines alimenticios, farmacéuticos o cosméticos El 57 % de la producción se destina a Estados Unidos, 13 % a Costa Rica, 13 % a Chile 6 % a Francia, 4% a Colombia, 3 % a Uruguay y 4% a otros países. (Bravo, 2010)

La participación de empresas nacionales dedicadas a la comercialización de hierbas aromáticas y medicinales en Ecuador se encuentra liderada por Pusuquí Grande y Anexos con el 36 %, CETCA con el 32 %, ILE con el 15 %, CODIM con el 8 %, Jambi Kiwa con el 3 %, Aromamelis con el 2 %, Aromas Tungurahua con el 2 %, Terra Fertil y otros con el 2 %. (Torres, 2014)

Para la conservación de las hierbas aromáticas se lleva a cabo el proceso de secado posterior a la cosecha a una temperatura entre 21° y 27° C con secado natural a temperatura ambiente o a su vez por secado artificial con secadores que provean de aire caliente circulante, además es necesario su almacenamiento en lugares secos para un mayor tiempo de vida útil. (Hernández, 2013)

El producto de desarrollo se considera tisana de cascarilla de cacao puesto que no contiene planta de té (*Camellia sinensis),* sin embargo se denomina como té porque basa sus requerimientos en aquella norma al igual que en la de hierbas aromáticas al no existir una específica para el producto de interés.

2. CAPÍTULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.1. Localización

El estudio de la presente investigación se realizó en las instalaciones de los laboratorios de procesamientos de la Universidad de Las Américas, en donde se realizaron ensayos de formulaciones para determinar tratamientos preliminares por medio de evaluaciones afectivas sensoriales con personas al azar, al igual que la definición del perfil de sabor de la muestra con mayor aceptabilidad en el laboratorio de análisis sensorial con jueces semientrenados.

2.2. Análisis de características físicas-químicas

Los parámetros a evaluar fueron considerados en función de los requisitos físico-químicos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2381: Té. Requisitos, donde indica realizar % de humedad, cenizas totales y, cenizas insolubles en HCl, que se realizó en un laboratorio externo a la universidad.

2.3. Análisis de requisitos microbiológicos y contaminantes

Para la verificación de las condiciones del lote a procesar se inició primeramente por el diagnóstico de pruebas microbiológicas en las cuales se determinó aerobios totales, *Escherichia coli*. Enterobacterias, mohos, levaduras, *Clostridium perfringens*, *Salmonella spp*. y *Shigella* spp., tomando en cuenta que se consideró la NTE INEN 2392: Hierbas Aromáticas. Requisitos, debido a que es un producto similar con indicadores más amplios de microorganismos en comparación a la NTE INEN 2381 Té. Requisitos.

De igual forma se determinó la presencia de los compuestos de arsénico y plomo considerados contaminantes según lo establecido en las normas mencionadas anteriormente para la elaboración del producto.

2.4. Establecimiento de Formulaciones

Para el desarrollo del producto se establecieron 2 tratamientos con 6 formulaciones preliminares y se determinaron las 2 de mayor aceptación por el promedio más alto, posterior a ello se comparó con un testigo para

relacionar las diferencias en cuanto al sabor del producto por la calificación de sus atributos de sabor, color, olor y aroma.

Las concentraciones evaluadas se encuentran expuestas en la Tabla 1 y Tabla 2 en relación a cada tratamiento de la misma forma que el testigo en la Tabla 3, las proporciones con las que se trabajó se muestran en márgenes para proteger formulación original del producto.

Tabla 1.
Formulaciones preliminares en tres concentraciones para tratamiento 1.

Conc.	Componentes	Proporción
1	Variedad Fino de aroma y CCN51	43,6 - 52,6 %
	Nibs de cacao	56,4 - 47,4 %
2	Variedad Fino de aroma y CCN51	61,6 - 73,6 %
	Nibs de cacao	38,4 - 26,4 %
3	Variedad Fino de aroma y CCN51	79,6 - 91,4 %
	Nibs de cacao	20,4 - 8,6 %

Tabla 2.
Formulaciones preliminares en tres concentraciones para tratamiento 2.

Conc.	Componentes	Proporción
1	Variedad Fino de aroma y CCN51	43,6 - 52,6 %
	Pasta de cacao	56,4 - 47,4 %
2	Variedad Fino de aroma y CCN51	61,6 - 73,6 %
	Pasta de cacao	38,4 - 26,4 %
3	Variedad Fino de aroma y CCN51	79,6 - 91,4 %
	Pasta de cacao	20,4 - 8,6 %

Tabla 3.
Formulación de testigo.

Conc.	Componentes	Proporción
1	Variedad Fino de aroma y CCN51	100 %

2.5. Procedimiento de los tratamientos

La evaluación de los tratamientos se realizó con la preparación de las infusiones para facilitar a los evaluadores la puntuación directa de los atributos de sensorialidad de acuerdo a las concentraciones establecidas en las formulaciones de cada tratamiento.

Tratamiento 1: Se fijaron tres concentraciones de las dos variedades de cacao con *nibs* en donde se siguió el proceso de la figura 4.

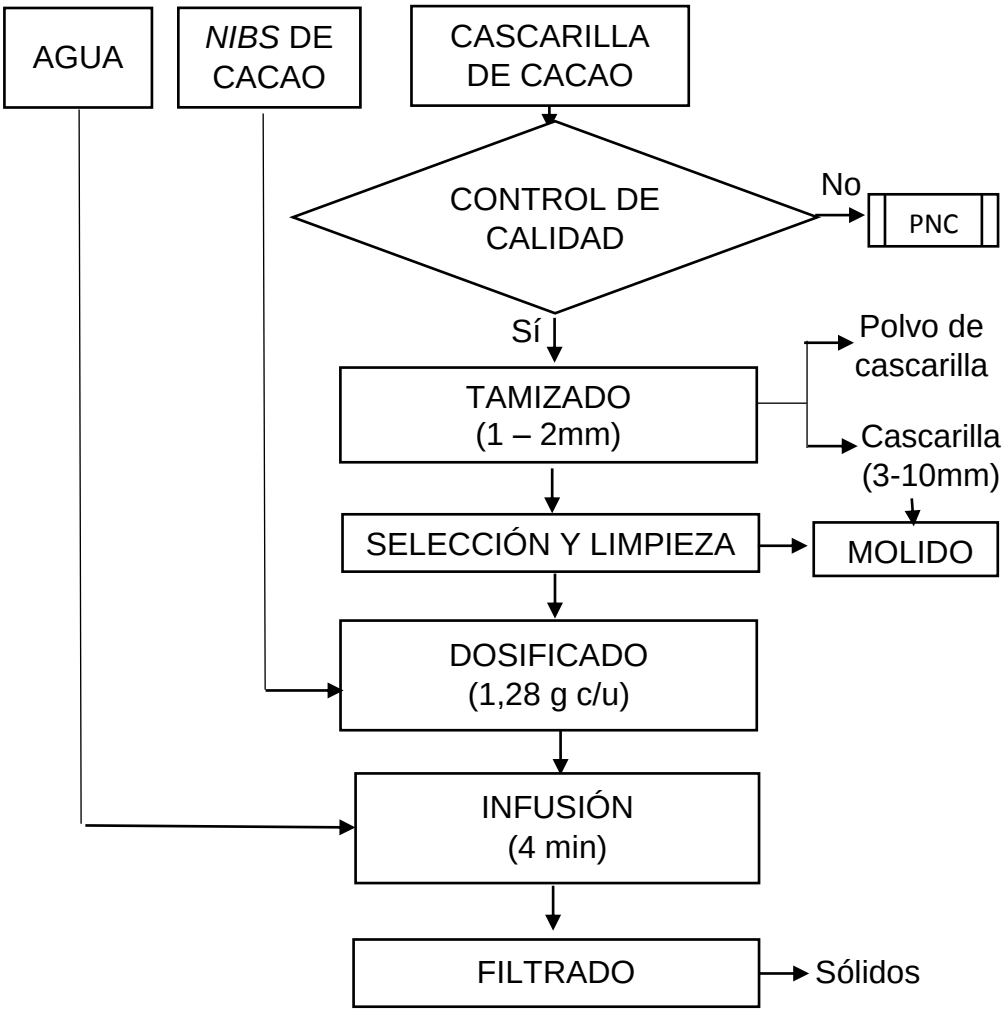


Figura 4. Diagrama de flujo tratamiento 1.

Tratamiento 2: Se establecieron 3 concentraciones con la cascarilla de cacao en sus dos variedades y pasta al 100 % mediante el proceso de la figura 5.

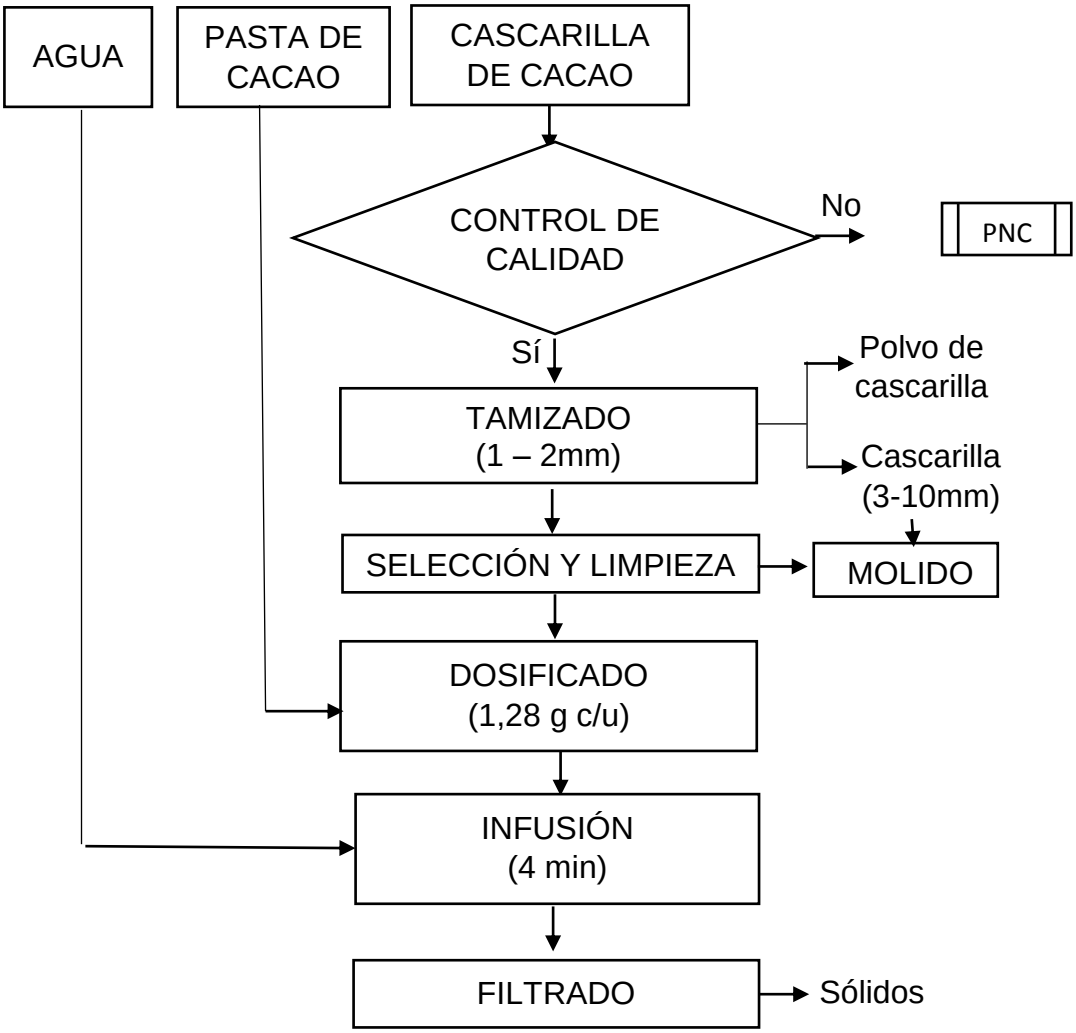


Figura 5. Diagrama de flujo tratamiento 2.

Testigo: Se empleó solamente las dos variedades de cacao sin la adición de otros elementos con el proceso de la figura 6.

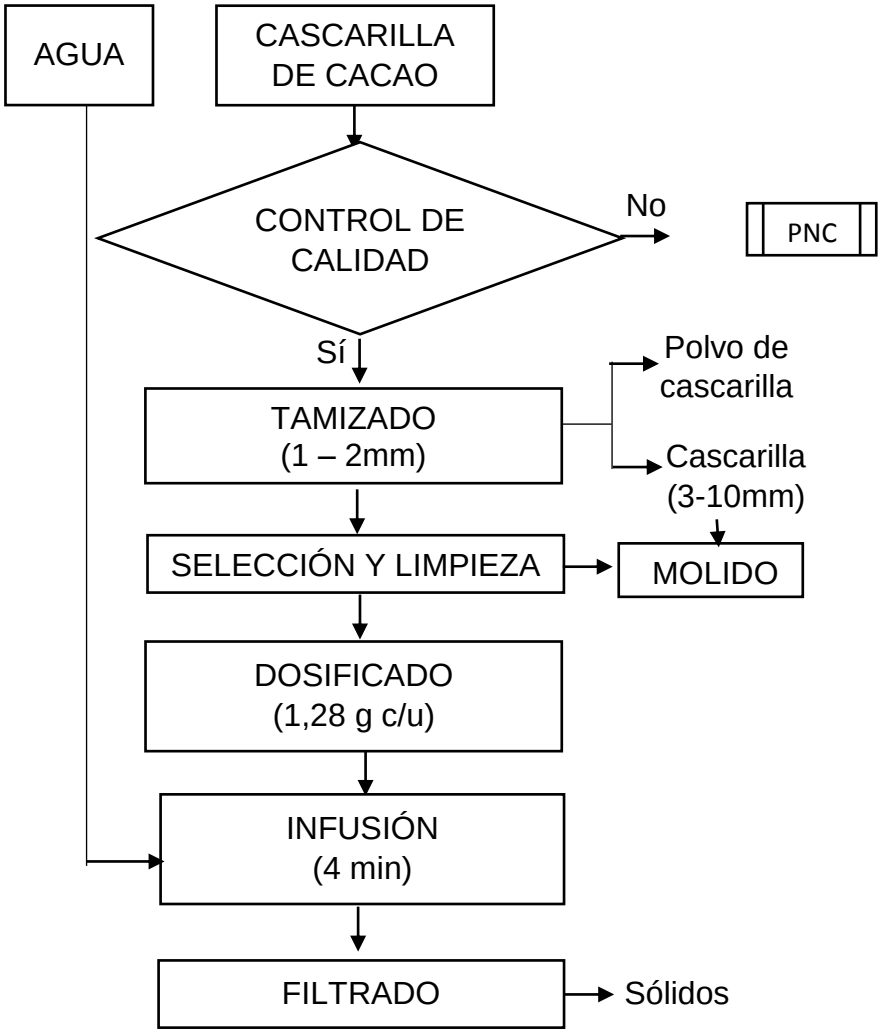


*Figura 6***.** Diagrama de flujo del testigo.

A continuación, se detalla los procesos seguidos que se emplearon para la elaboración del té mediante una breve explicación:

- **Recepción de materias primas:** En esta etapa se reciben las cascarillas de cacao directamente de la planta procesadora de chocolate de forma hermética conjuntamente con los *nibs* y pasta de cacao, por lo que es necesario comprobar la integridad del empaque para garantizar la inocuidad de los productos además de la verificación con las fichas de los lotes de cacao.
- **Control de calidad:** Se verificó el estado del lote de las cascarillas de cacao por medio de pruebas de humedad que se debe cumplir con la

norma NTE INEN 2381 para que sea considerado material de té, así como también los requisitos microbiológicos y de contaminantes dentro del rango establecido en la norma correspondiente.

- **Tamizado:** Se realizó la clasificación de la cascarilla por tamaño de 1 a 2 mm, de 3 a 10 mm y polvo de cascarilla para estandarizar el producto.
- **Selección y Limpieza:** Se procedió a verificar el estado de las cascarillas mediante una inspección visual para eliminar elementos impropios que pudieran presentarse de forma no intencional y evitar riesgos en el consumo.
- **Dosificado:** Se formuló el producto de acuerdo al tratamiento a evaluar en las concentraciones propuestas.
- **Infusión:** El producto formulado se colocó sobre agua caliente en el tiempo de 4 minutos para realizar las evaluaciones de aceptabilidad.
- **Filtrado:** Esta etapa final se la realizó para retener las partículas y obtener la infusión sin presencia de cascarilla, de tal forma que su aspecto sea agradable a la vista de los encuestados.

2.6. Diseño experimental y análisis estadístico

El método utilizado fue un diseño de bloques completamente al azar con dos tratamientos, un testigo y 3 repeticiones para variables de aceptabilidad y 1 repetición para variables bioquímicas.

Tratamiento 1: Cascarilla de cacao Fino de aroma y CCN51 + *Nibs* de cacao

Tratamiento 2: Cascarilla de cacao Fino de aroma y CCN51 + Pasta de cacao

Testigo: Cascarilla de cacao Fino de aroma y CCN51

Variables de Aceptabilidad: Parámetros Sensoriales (Sabor, Color, Olor, Aroma)

Variables Bioquímicas: Teobromina y Cafeína

Además de un análisis de varianza (ANOVA) para determinar las diferencias significativas en los parámetros.

2.7. Evaluación Sensorial

Esta disciplina nos permite caracterizar un determinado producto por medio de los sentidos en función de los estímulos y la respuesta dada por los órganos del individuo, denominándose psicofísica, es así que la evaluación sensorial surge como un instrumento para evaluar la calidad de un alimento para su posterior mejora en los procesos y obtener una mayor aceptación del consumidor, al igual que para la investigación en el desarrollo de nuevos productos con la finalidad de cumplir con las expectativas del consumidor. (Hernández, 2005)

Por lo tanto, para el presente estudio se realizaron pruebas afectivas y descriptivas para evaluar la aceptación del producto objetivo.

2.7.1. Pruebas Afectivas de Formulaciones

En estos ensayos se trabajó con personas elegidas al azar por cada tratamiento en un rango de edad de 19 a 42 años para evaluar a las 6 formulaciones preliminares con los códigos 538, 291 y 746 para el tratamiento 1 y 634, 472 y 330 para el tratamiento 2, por lo tanto, el objetivo fue investigar la aceptación de los encuestados por medio de los atributos de sabor, color, olor y aroma con escala hedónica verbal de 7 puntos como se muestra en el Anexo 1 y Anexo 2 además de la descripción del sabor de la infusión para conocer si los evaluadores identificaban el sabor de cacao. Posteriormente se seleccionaron las 2 muestras de mayor acogida para comparar con el testigo de codificación 813 (Anexo 3) y con ello se realizaron 3 repeticiones con 30 personas para determinar las diferencias significativas en los parámetros mediante un análisis de varianza (ANOVA).

2.7.2. Prueba Descriptiva para perfil de sabor de formulación más aceptada.

Se procedió a realizar un análisis descriptivo para establecer el perfil de sabor con la formulación de mayor aceptación en los parámetros de turbidez, color a té, olor a cacao, olor a chocolate, aroma a cacao, aroma a chocolate, sabor a cacao, sabor a chocolate amargo, sabor a chocolate semiamargo y sabor

amargo en una escala de 0 a 10 en donde 0 es nada y 10 es muy alto o fuerte como se muestra en el Anexo 4 mediante la evaluación de 7 panelistas semientrenados de la Universidad de Las Américas.

2.8. Análisis bromatológico de formulación más aceptada.

El presente análisis se lo realizó en un laboratorio externo a la Universidad de Las Américas para evaluar la cantidad de proteína, grasa total, calorías, carbohidratos y fibra bruta de la formulación del producto final.

2.9. Diseño de envase y línea de producción

2.9.1. Diseño de envase

El producto se encontrará conformado por tres envases, un primario que es un papel filtro termosellable en contacto directo con la cascarilla de cacao en presentación individual de 1,28 g, un secundario que es una envoltura de papel para cubrir la bolsa y un envase terciario que corresponde a un cartón dúplex para contener 20 unidades bajo direccionamiento de la NTE INEN 1334-1 Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos, NTE INEN 1334-2 Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado Nutricional. Requisitos y NTE INEN 1334-3 Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 3. Requisitos para declaraciones nutricionales y declaraciones saludables. Requisitos.

2.9.2. Diseño de línea de producción

El diseño de la línea de producción se realizó en el programa AutoCAD por batch, considerando que la entrada de la materia prima proviene directamente dentro de la planta procesadora de chocolate posterior al proceso de descascarillado, por lo tanto la almendra pasará para la fabricación de chocolate y la cascarilla para el té en los procesos correspondientes de cada producto.

La distribución del flujo de los procesos y de los operarios se diseñó para trabajar sin interrupciones que no generen cuellos de botella y que afecten el rendimiento de los procesos.

3. CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Características físicas-químicas

La humedad en la fabricación de alimentos constituye un parámetro de seguridad determinante para limitar el crecimiento de microorganismos patógenos que afecten la inocuidad del producto y se convierta en un riesgo para el consumidor.

Por lo tanto, según lo establecido en la NTE INEN 2381: Té. Requisitos, el porcentaje de humedad para el té es de máximo de 12 % por lo que cumplió con lo requerido en la norma al obtenerse 4,35% (Tabla 4).

Tabla 4.
Contenido de humedad y cenizas en cascarilla de cacao.

Humedad	Cenizas Totales	Cenizas Insolubles en HCl
4,35 %	9,65 %	0,17 %

Al reducir el contenido de humedad al 10 % se inactivan las enzimas que provocan cambios organolépticos y químicos en los alimentos al igual que las actividades microbianas para propagarse en presencia de agua, no obstante, Ortiz y Ramírez (2007) recomiendan reducir la humedad por debajo del 5 % en tratamientos de secado de té para conservar su valor nutricional como el sabor y un mayor tiempo de vida útil.

Adicionalmente en un estudio realizado por Brigdarnello y Parodi en 2013 para determinar la calidad química del té negro obtuvieron un promedio de 4,4, % de humedad en13 muestras seleccionadas que es similar a la obtenida en cascarillas de cacao. Sin embargo se debe considerar el origen del té puesto que la ubicación geográfica puede influir en el tratamiento del producto como es el caso en la investigación realizada por Wittig de Penna, Zúñiga, Fuenzalida y López en 2005 en donde se caracterizaron cuatro variedades de té correspondientes a té negro de Argentina, té negro de Brasil, té negro de Ceylan y té negro de Darjeeling cuya humedad fue 5,85 % ± 0,02; 5,80 % ±

0,03; 7,70 % ± 0,04 y 6,29 % ± 0,02 de forma correspondiente por lo que indicaron variedad de contenido de humedad según el país de procedencia.

El resultado obtenido en la cascarilla de cacao del presente estudio se puede corroborar con el artículo publicado por Sangronis, Soto, Valero y Buscema en 2014, en donde evaluaron la humedad en cinco muestras de cascarilla como materia prima para infusiones y obtuvieron 4,45 % ± 0,46 muestra I ; 4,83 ± 0,35 muestra II ; 3,46 ± 0,37 muestra III ; 3,68 ± 0,63 muestra IV y 5,08 ± 0,23 muestra V que resulta proximal a la muestra I en comparación al realizado.

Las cenizas totales son un parámetro de calidad químico al que se rigen los procesadores de té para mantener la estandarización del producto que permite evaluar la cantidad de materia inorgánica presente en el alimento (Universidad Autónoma de México, 2008), es así que la NTE INEN 2381: Té. Requisitos, establece un mínimo de 4 % con un máximo de 8 % de este indicador. En la cascarilla de cacao se obtuvo 9,65 % de este componente que excedió con 1,65 % de lo permitido, pero se debe considerar que la norma se encuentra constituida específicamente para planta de té por lo que no es la misma materia prima a procesar, por consiguiente, se toma como referencia. Por otro lado, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) realizó un ensayo para la valoración de la composición de cascarillas de cacao en 2008 y encontraron cenizas totales en la cantidad de 6 % a 10,8 %, mientras que en un análisis realizado por Sangronis, et al., 2014 en el que obtuvieron cenizas totales con una variación de 7, 51 % ± 0,46 a 8,09 % ± 0,04 en cinco muestras estudiadas, sin embargo los autores mencionan que podría variar de acuerdo al tratamiento postcosecha que se le ha dado a la semilla durante el secado y tostado.

Así mismo, las cenizas insolubles en HCl permiten identificar los minerales no digeribles por el aparato digestivo que no puede liberar, es así que el contenido máximo permitido es de 1 % y en este estudio cumplió con los parámetros establecidos puesto que en los resultados se obtuvo 0,17 % (Tabla 4), siendo además menor en comparación a la investigación realizada por Morales en 2017 donde obtuvo 0,52 %, 0,50 % y 0,51 % en tres muestras de cascarillas de

cacao como planteamiento de la elaboración de una planta procesadora para té de cacao.

3.2. Requisitos microbiológicos y contaminantes

En los parámetros microbiológicos se obtuvieron los siguientes resultados expresados en la Tabla 5, en donde se siguió la NTE INEN 2392: Hierbas Aromáticas. Requisitos, y se determinó que cumplió de acuerdo a los parámetros requeridos en aerobios totales debido a que permite un máximo de $1x10^7$ ufc/g, de *Escherichia coli* 1x10 ufc/g, Enterobacterias $1x10^3$, mohos y levaduras en $1x10^4$, Salmonella y Shigella ausencia que se encuentran bajo el rango establecido, sin embargo, en *Clostridium perfrnigens* se obtuvo <10 ufc/g cuando la norma solicita que exista ausencia de este microorganismo, no obstante es necesario considerar que la norma seguida es para Requisitos de Hierbas Aromáticas y se la tomó como referencia para tener una visión más amplia de los requisitos microbiológicos por ser un producto similar mientras que en la NTE INEN 2381: Té. Requisitos, solamente se requiere analizar Coliformes Totales y recuento de mohos, es por ello que para una mayor seguridad se ha considerado conveniente tomar en cuenta la NTE INEN 2392: Hierbas Aromáticas. Requisitos.

El *Clostridium perfringens* es una bacteria Gram positiva anaeróbica que resulta un riesgo cuando sobrepasa 1×10^8 ufc/g debido a que libera endotoxinas en el intestino y provoca toxiinfección alimentaria (Red Nacional de Protección de Alimentos y Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica, 2016) por lo tanto, la cantidad obtenida no implica riesgo significativo en el producto puesto que es menor, así mismo un estudio realizado por la empresa Murciana de Herboristería S.A. cuyo enfoque es la comercialización de plantas con fines medicinales determinó la calidad de cascarilla de cacao de un lote procedente de Sudamérica en la cual encontró que la cantidad de este microorganismo fue <100 ufc/g, el cual consta como parte de sus fichas técnicas para el conocimiento del consumidor. Por otra parte, el *Codex Alimentarius* menciona que la presencia o ausencia que impliquen a microorganismos que provocan enfermedades transmitidas por

alimentos como son *Clostridium perfringens, Staphylococcus aureus y Vibrio parahaemolyticus* no representan necesariamente una amenaza para la salud pública.

Tabla 5.
Resultados microbiológicos.

Microorganismos	**Resultados**
Aerobios totales	$5{,}4x10^5$ ufc/g
Escherichia coli	<10 ufc/g
Enterobacterias	<10 ufc/g
Mohos	$1{,}0x10^3$ ufc/g
Levaduras	<10 ufc/g
Clostridium	<10 ufc/g
Salmonella	Ausencia
Shigella	Ausencia

Adicionalmente se debe considerar que no se realizaron repeticiones por cada ensayo por lo que puede variar la cantidad presente del microorganismo al hacer una contramuestra que permita confirmar el resultado anterior, por lo tanto en el caso de *Clostridium* puede presentarse un error que no ha sido descartado. Además se puede hacer referencia con respecto una investigación realizada por Sangronis, et al., 2014 en donde analizaron presencia de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras en cinco muestras de cascarillas de cacao en las cuales encontraron en aerobios mesófilos una variación de 4×10^3 ufc/g a $1{,}1 \times 10^4$ a diferencia de los otros parámetros en donde se mantuvieron constantes en <10 ufc/g en las cinco muestras.

El plomo y arsénicos son metales pesados que se encuentran considerados contaminantes para los alimentos según el *Codex Alimentarius*, sin embargo, a pesar de poseer toxicidad es permitido en un rango considerando límites que no representen perjuicio en la salud, además de tomar en cuenta que depende de la zona geográfica en la que se encuentra el alimento, por lo tanto el origen de la materia prima implica un factor determinante en la cantidad.

La NTE INEN 2381: Té. Requisitos y NTE INEN 2392: Hierbas Aromáticas. Requisitos permite 1 mg/kg en arsénico y 0,5 mg/kg en plomo como cantidades máximas que puede encontrarse en el producto.

En las cascarillas se encontró inicialmente 135,56 mg/ kg de arsénico que sobrepasaba la cantidad permitida, por lo que se realizó un segundo análisis del mismo lote para corroborar tal cantidad y su resultado fue 0,23 mg/ kg, por lo tanto se concluyó que fue un error de laboratorio y se aprobó para llevar a cabo el desarrollo del producto además de tomar en consideración que la cantidad obtenida en plomo fue de <0,09 mg/kg y.

El Salous y Pascual en 2018 realizaron un estudio de la cantidad de cadmio, plomo y ocratoxina en harina proveniente de cascarillas de cacao de las variedades CCN-51 y cacao Nacional Arriba de Ecuador y encontraron el valor de 0,54 mg/Kg en cadmio y 0,17 mg/kg en plomo para la variedad CCN-51 mientras que en cacao Nacional Arriba obtuvieron 1,11 mg/kg de cadmio y 0,34 mg/kg de plomo por lo que se mantiene dentro del rango a excepción de la segunda variedad donde sobrepasa 0,11 mg/kg en cadmio que los autores mencionan se debe a la relación con el pH del suelo. En otro artículo realizado por Sager en 2012 en donde evaluó los elementos presentes en el chocolate y cacao para determinar su calidad estableció que la cantidad de arsénico presente en sus estudios fueron <0,01 mg/ kg a 0,032 mg/kg y de plomo entre 0.002 mg/kg - 0.196 mg/kg.

La norma a la cual se hace referencia del producto de interés no requiere el análisis de cadmio, por lo tanto se ha considerado los dos elementos de arsénico y plomo para evaluar según lo establecido pero puede realizarse como un parámetro extra en posteriores estudios.

Tabla 6.
Resultados de contaminantes.

Contaminantes	Resultados
Arsénico, As	135,56 mg/kg (ensayo1) 0,23 mg/kg (contramuestra)
Plomo, Pb	<0,09 mg/kg

3.3. Formulaciones

De las 6 muestras preliminares propuestas en el estudio, se obtuvieron 2 de mayor acogida que se seleccionaron en función del promedio más alto de los parámetros de sabor, color, olor y aroma, que corresponden a la muestra 538 del tratamiento 1 y muestra 472 del tratamiento 2 (Tabla 7).

Tabla 7.
Selección de muestras en función del promedio más alto para cada tratamiento:

	Muestra	Sabor	Color	Olor	Aroma
Promedio	538	4,53	4,93	4,88	4,92
Tratamiento	291	4,04	4,70	4,60	4,61
1	746	3,57	4,69	4,28	4,33
Promedio	634	4,10	5,03	4,77	4,67
Tratamiento	472	4,27	5,27	4,43	4,53
2	330	4,27	5,13	4,37	4,07

3.4. Evaluación Sensorial

3.4.1. Pruebas Afectivas de Formulaciones

El sabor de cacao en la infusión fue reconocido por ambos géneros en un 48% que según especificaron se debe al aroma a chocolate que emane el producto. Del total de encuestados el 43 % correspondió al género masculino mientras que el 57% al género femenino. La disposición para consumir este tipo de infusión al momento de lanzarse al mercado fue del 69%, por otro lado el 31% mencionó que no son consumidores frecuentes de té. A continuación se exponen los resultados obtenidos en los parámetros de sabor, color, olor y aroma.

Sabor

La percepción del sabor con escala hedónica de 7 puntos mostró para los tratamientos 1 y 3 un promedio de 4,10 a 4,73 que implica la calificación de “ni me gusta ni me disgusta” , mientras que para el segundo tratamiento en dos de las repeticiones se obtuvo 3,77 y 3,91 indicando que “disgusta ligeramente” y

es el menos preferido (Tabla 8). No obstante, al momento de realizar el análisis de varianza (ANOVA) no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos como se observa en la Tabla 9 a pasar de variar en su composición, por lo tanto se concluye que para el consumidor es indistinto la palatabilidad del producto.

Tabla 8.
Resultados obtenidos en la aceptabilidad del sabor.

Tratamientos	Repeticiones	Resultados
1	1	4,10
1	1	4,23
1	1	4,56
2	2	4,73
2	2	3,77
2	2	3,91
3	3	4,13
3	3	4,37
3	3	4,20

Tabla 9.
Análisis de varianza (ANOVA) en variable de sabor.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,67	4	0,67	0,27	0,90
Repeticiones	1,87	2	0,93	0,38	0,68
Tratamientos	0,80	2	0,40	0,16	0,85
Error	651,63	265	2,46		
Total	654,30	269			

Nota. F.V.: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, gl: grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F: valor F, p-valor: valor de p>0,05

Color

El color de la infusión influye por la presencia de taninos en la cascarilla al igual que en los demás componentes de los diferentes tratamientos. En la evaluación del color se obtuvieron los datos expresados en la Tabla 10 de acuerdo a los tratamientos con sus respetivas repeticiones y por medio de un análisis de varianza se determinó que no se encontraron diferencias significativas (Tabla 11). Para este parámetro se obtuvo la puntuación de 5 que

significa “me gusta ligeramente” para tratamiento 1 y 3 mientras que para el tratamiento 2 fue de 4 que se describe como “ni me gusta ni me disgusta”.

Tabla 10.

Resultados obtenidos en la aceptabilidad del color.

Tratamientos	Repeticiones	Resultados
1	1	5,10
1	1	5,14
1	1	5,43
2	2	5,13
2	2	4,55
2	2	4,80
3	3	4,93
3	3	5,07
3	3	5,10

Tabla 11.

Análisis de varianza (ANOVA) en análisis de color.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,66	4	2,16	1,25	0,29
Repeticiones	2,23	2	1,11	0,64	0,52
Tratamientos	6,43	2	3,21,	1,85	0,16
Error	460,16	265	1,74		
Total	468,82	269			

Nota. F.V. :Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, gl: grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F: valor F, p-valor: valor de p>0,05

Figura 7. *Color obtenido en los tratamientos con testigo.*

Olor

El atributo de olor presentó los resultados en relación de sus tratamientos y repeticiones (Tabla 12) sin presentar diferencias significativas por medio de análisis de varianza (Tabla 13) con la calificación de 5 que se describe como “me gusta ligeramente” en el tratamiento 1 y 3, sin embargo, para el tratamiento 2 fue indiferente con la puntuación 4 de “ni me gusta ni me disgusta”.

Tabla 12.
Resultados obtenidos en la aceptabilidad del olor.

Tratamientos	Repeticiones	Resultados
1	1	5,40
1	1	5,10
1	1	4,40
2	2	5,33
2	2	4,27
2	2	4,53
3	3	5,13
3	3	5,00
3	3	4,37

Tabla 13.
Análisis de varianza (ANOVA) en análisis de olor.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34,95	4	8,74	3,73	0,005
Repeticiones	31,47	2	15,74	6,71	0,001
Tratamientos	3,47	2	1,74	0,74	0,48
Error	621,21	265	2,34		
Total	656,16	269			

Nota. F.V.:Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, gl: grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F: valor F, p-valor: valor de p>0,05

Aroma

La característica de aroma presentó los resultados expuestos en la Tabla 14 con los tres tratamientos y sus tres repeticiones que por medio de un análisis de varianza se determinó que no existen diferencias significativas, en general

se obtuvo la calificación de 5 para el tratamiento 1 y 3 que significa “me gusta ligeramente” y de 4 y 3 de puntuación “ni me gusta ni me disgusta” y “me disgusta ligeramente” respectivamente en el tratamiento 2.

Tabla 14.
Resultados obtenidos en la aceptabilidad del aroma.

Tratamientos	Repeticiones	Resultados
1	1	5,10
1	1	5,00
1	1	4,57
2	2	4,83
2	2	3,90
2	2	4,33
3	3	5,07
3	3	5,03
3	3	4,50

Tabla 15.

Análisis de varianza (ANOVA) en análisis de aroma.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29,66	4	7,41	3,02	0,02
Repeticiones	16,39	2	8,19	3,34	0,04
Tratamientos	13,27	2	6,64	2,70	0,07
Error	650,64	265	2,46		
Total	680,30	269			

Nota. F.V.:Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, gl: grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F: valor F, p-valor: valor de p>0,05

Figura 8. Pruebas afectivas de los tratamientos con personas al azar.

Variables Bioquímicas

La cafeína como teobromina son alcaloides estimulantes presentes en la composición de cacao, los resultados obtenidos señalan que mientras mayor es la cantidad de cascarilla su contenido de teobromina aumenta, caso contrario a lo que sucede con la cafeína que resulta con poca variación en las tres muestras (Tabla 16) y se puede corroborar en cuanto al estudio realizado por Sánchez, Naranjo, Córdova, Ávalos de la Cruz y Zaldívar, (2016) en chocolate, en donde obtuvieron 0,2 % de cafeína y 1,2 % de teobromina por lo que se puede tomar como referencia puesto que es de la materia prima proveniente. De la misma manera lo afirman Kalvatchev, Garzaro y Guerra, (1998) en el artículo donde evaluaron los componentes que se presentan en el grano del cacao entre los cuales se encuentran la teobromina en la proporción en el rango de 0,25 % a 2,7 % y cafeína de 0,25 % a 1,43 %.

Tabla 16.
Cantidad de teobromina y cafeína en muestras de té.

	Muestra 538 (Tratamiento 1)	Muestra 472 (Tratamiento 2)	Muestra 813 (Testigo)
Cafeína	0,28 %	0,27 %	0,28 %
Teobromina	1,78 %	1,85 %	1,92 %

3.4.2. Pruebas Descriptivas para perfil de sabor de formulación más aceptada.

El perfil de sabor se desarrolló para la muestra 538 del tratamiento 1 siendo la de mejor aceptación por el grupo evaluado, los promedios obtenidos fueron relativamente bajos, sin embargo, el parámetro de sabor a cacao fue de 5,14 que representa la mitad con calificación “moderada” siendo el parámetro más importante a considerar debido a que se pretende que el consumidor lo reconozca. Cabe considerarse que los panelistas en los parámetros de aroma a chocolate y sabor a chocolate semiamargo se encuentran fuera de rango de tal manera que supera la desviación estándar (1) con la que se trabajó. (Anexo 8)

Tabla 17.

Datos estadísticos de perfil de sabor en infusión de cacao.

Parámetros	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Promedio	1,29	4,57	3,29	2,86	2,71	3,14	5,14	1,71	2,43	3,14
Escala	M. L.	L.	L.	M. L.	M. L.	L.	M.	M. L.	M. L.	L.
DS	0,76	1,27	0,76	1,46	1,25	1,86	1,46	1,50	2,30	1,07
Calibración	B	B	B	B	B	F	B	B	F	B

Nota. M. L.: Muy ligero, L.: Ligero, M.: Moderado, B.: Bien, F.: Fuera. D.S.: Desviación Estándar. 1: Turbidez, 2: Color a té, 3: Olor a cacao, 4: Olor a chocolate, 5: Aroma a cacao, 6: Aroma a chocolate, 7: Sabor a cacao: , 8: Sabor a chocolate amargo, 9: Sabor a chocolate semiamargo:, 10: Sabor Amargo

La turbidez se relacionó con la presencia de sedimentos en el fondo del vaso, el color a té se comparó con la tonalidad del té negro considerando a este último con la puntuación 10, el olor a cacao con granos tostados de la almendra sin cáscara, el olor a chocolate con chocolate negro, el aroma a cacao con las mismas almendras para evaluar el olor a cacao, el aroma a chocolate con el material utilizado para calificar el olor a chocolate, el sabor a cacao se comparó con *nibs* de cacao, los sabores de chocolate amargo y semiamargo con tabletas de chocolate del mismo tipo y el sabor amargo se relacionó con el té verde considerándolo con un 10.

Los resultados no fueron los esperados por el promedio bajo obtenido y pueden relacionarse a la experiencia de los jueces puesto que no son totalmente entrenados, por lo tanto, sus destrezas para identificar se encuentran en desarrollo en comparación a panelistas que se encuentran en formación y entrenamiento continuo, las curvas del perfil de sabor se encuentran representadas por el promedio, un máximo y un mínimo de los datos obtenidos (Figura 9).

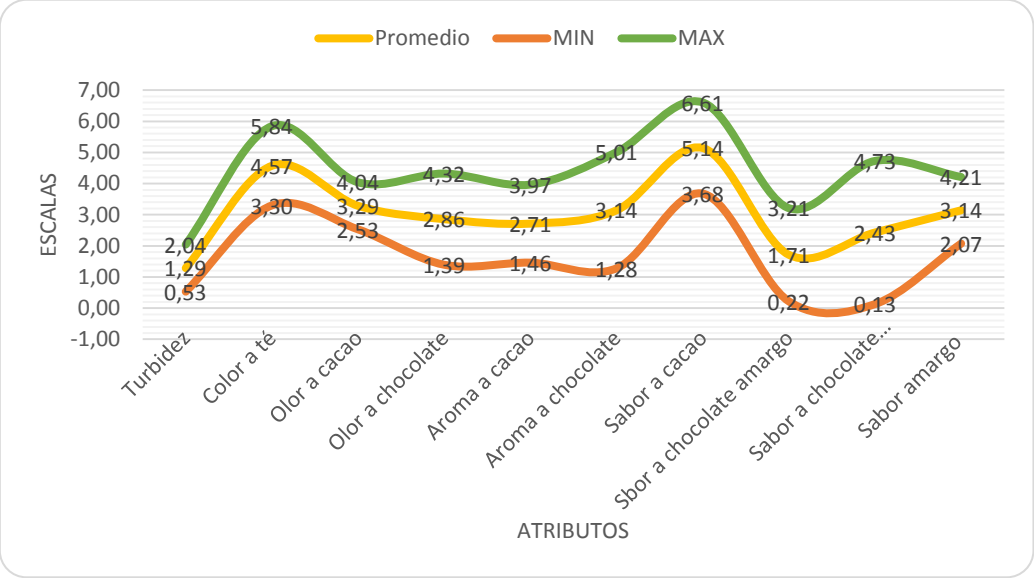


Figura 9. Curva de perfil sensorial de té de cacao.

Figura 10. Evaluación de panelistas semientrenados para desarrollar perfil de sabor.

3.5. Análisis bromatológico de formulación más aceptada.

En una porción de 100g se evalúo la cantidad presente de calorías, proteínas, grasa total y carbohidratos totales en cascarilla de cacao (Tabla 18), al igual que el cálculo para determinar su traza por 1,28 g de porción (Tabla 19).

En la tabla nutricional se encuentran expresados valores en 0 Kcal debido a que se tomó como referencia en lo establecido por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) en donde manifiesta que los productos que presenten valor calórico menor a 5 se consideran “sin calorías” por lo que se obtuvo 4,8 y esto conlleva a declararse con 0, por otra parte siguiendo con los demás componentes la norma de etiquetado NTE INEN 1334-2: Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado Nutricional menciona que al presentarse una cantidad menor a 0,5 g se declara como 0 en la tabla nutricional.

Tabla 18.
Composición de muestra 538.

Producto o ingrediente	**Calorías Kcal**	**Proteínas g**	**Grasa Total g**	**Carbohidratos totales g**
Cascarilla de cacao (100g)	374	17,7	29,9	43,1
Cascarilla de cacao (1,28g)	4,8	0,2	0,4	0,5

Tabla 19.
Tabla nutricional del producto.

Información Nutricional		
Porción: 1 bolsita (1,28 g)		
Porciones por envase: 25		
	1 Porción	% Diario requerido
Calorías	0 g	0 %
Proteínas (g)	0 g	0 %
Grasa total (g)	0 g	0 %
Carbohidratos totales (g)	0 g	0 %

Las cantidades obtenidas de estos componentes se pueden comparar con la investigación realizada por López en 2013 en donde realizó el análisis bromatológico de cascarilla de cacao para elaborar compost a partir de 5 muestras en composiciones de 25 %, 50 %, 75 % y 100 %, en esta última obtuvo 14,42 % de proteína, 1,53% de grasa y 24,93 % de carbohidratos, en donde solamente se coincide de forma similar con el primer parámetro puesto que se obtuvo 17,7 % y los demás sobrepasan los valores del autor. No obstante, (Lecumberri, Mateos, Ramos, Alía, Rúperez, Goya, Izquierdo y Bravo, 2006) en el artículo sobre la caracterización de fibra de cacao para medir la capacidad antioxidante en suero de animales de experimentación encontraron grasa en un 9% y proteína en un 18% resultando un valor muy aproximado al encontrado de 17,7% pero la grasa no se acerca en ninguno de los dos casos.

3.6. Diseño de envase y línea de producción

3.6.1. Diseño de envase

Los envases y empaques son componentes importantes en la industria alimentaria para conservar comestibles del mismo modo que mantienen la integridad del producto y los protegen de agentes contaminantes externos que puedan afectar su inocuidad, por ende evitan que represente un riesgo al consumidor.

El presente producto se encuentra conformado en tres partes:

1. Envase primario en contacto directo con el producto para proteger el contenido.

Tabla 20.

Ficha técnica de envase primario (bolsa de té).

Características		

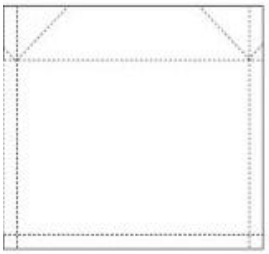



Figura 11. Bolsa de té.		
Tipo de material		Papel filtro termosellable
Composición		Albacá, celulosa y fibras de termosellado.
Unidades por caja		20 fundas
Dimensiones		Ancho: 6 cm Largo: 7 cm
Propiedades		
	Unidad	Cantidad
Gramaje	g/m^2	16
Espesor	mm	0,195
Diámetro de poro	um	20 – 25

2. Envase secundario conformado por una envoltura de papel que brindará protección al envase primario contra rupturas y exposición al medio ambiente.

Tabla 21.

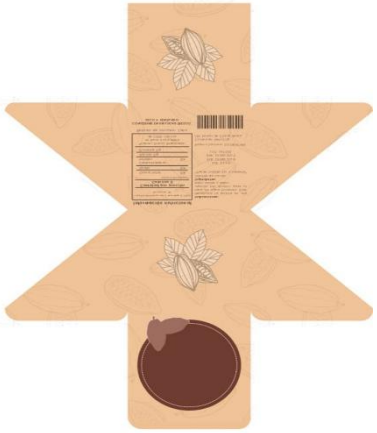
Ficha técnica envase secundario (sobre de té)

Características	
Figura 12. Sobre para bolsa de té.	
Tipo de material	Papel couché
Composición	Celulosa, carbonato de calcio y caolín
Unidades por caja	20 sobres
Dimensiones	Largo: 15cm Ancho: 7cm
Propiedades	
	Unidad / Cantidad
Gramaje	g/m^2 / 80
Calibre	mils / 3.6 +/-10%
Resistencia a la tensión	lb/in / 16,5
Resistencia al rasgado	g/hoja / 45

3. Empaque interno compuesto por papel dúplex en el cual contendrá 20 bolsitas de 1,28 g y recubierto por un empaque externo que le permitirá conservar por mayor tiempo el aroma del cacao y se encontrará formado por papel dúplex al igual que el empaque interno.

Tabla 22.

Ficha técnica empaque interno y externo del producto.

Características		
IPAQUE INTERNO		
Figura 14. Empaque interno.		*Figura 13. Empaque externo.*
Tipo de material		Papel cartulina dúplex
Composición		Celulosa
Unidades por caja		20 sobres
Dimensiones:		
Empaque interno armado		7,5 cm ancho x 8 cm de alto x 9 de largo.
Empaque externo armado		7,8 cm de ancho x 8,3 cm de alto x 9,3 cm de largo.
Propiedades		
	Unidad	Cantidad
Gramaje	g/m^2	205
Espesor	um	300
Rigidez	mN x m	5,8
Cobb (1min.) Cara	g/m^2	≤ 45
Cobb (1min.) Reverso	g/m^2	≤ 45
Humedad	%	6,5 – 9,0

Nota. Cobb. Se refiere al ensayo realizado para evaluar a la capacidad de absorber agua en un determinado tiempo.

La visión global del empaque prototipo se encontraría como se muestra en la figura 15.

*Figura 15**.** Visión general del producto.*

El diseño del envase es una estrategia en el lanzamiento de un producto para enganchar al consumidor de forma visual, el 60% de la decisión del consumidor se dirige al impacto que desencadena el diseño y estética del artículo debido a los factores determinantes que influyen en el momento de compra como son: el factor afectivo que radica en lo emocional y en las convicciones personales, el factor cognitivo que se refiere a la simplicidad del usuario para comprender la información colocada en el producto, el factor de situación relacionado a la temporada del lanzamiento del producto con el costo, el factor físico que es al que va dirigido en el mercado potencial y el factor social que involucra a la cultura de la sociedad del ambiente en el que se oferta el producto. (Navarro, Romeu, Alcaraz, Cruz, Martínez, Ferrerira, Hortal, 2007)

Para Rivera,(2006) el consumidor recuerda más un producto por su color que por el nombre de la marca puesto que el tiempo promedio para observar es de 1/25 a 1/52 segundos por lo que el emplear un color llamativo hace que resalte entre la competencia siendo más seguro la inclinación por el artículo.

Por lo tanto, los colores empleados se seleccionaron en función de la relación que tiene con el cacao y de lo que transmiten las tonalidades café y ocre al consumidor cuyos colores significan simplicidad, tierra y rusticidad además de considerar se ha comprobado que al utilizar estos matices provoca la sensación de sed en el observador (Rivera, 2006).

3.6.2. Diseño de línea de producción.

La distribución correcta de la línea de producción permite tener procesos continuos eficientes sin estancamiento de cuellos de botella por flujos del personal o por ubicación inapropiada de maquinaria que disminuya la productividad, por lo tanto la organización es fundamental para aumentar el rendimiento en el equipo de trabajo.

El proceso del producto lleva el esquema de la figura 16 tomando en cuenta la evaluación de los requisitos de características físicas-químicas, requerimientos microbiológicos y de contaminantes aplicados anteriormente.

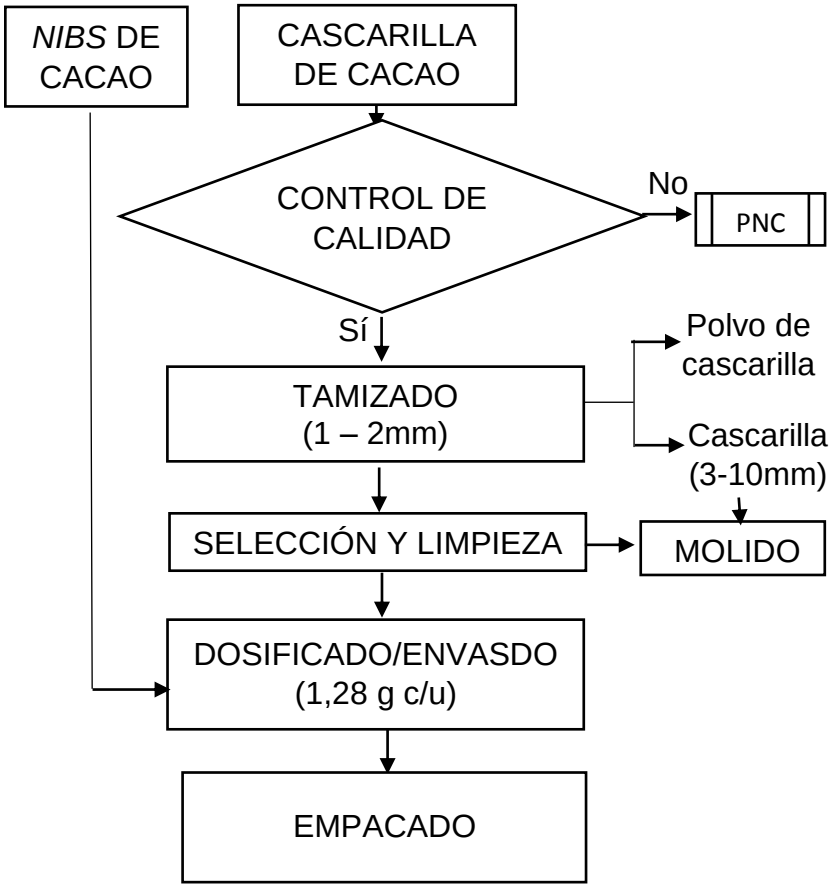


Figura 16. Diagrama del proceso de producción en planta.

La distribución de la planta se encuentra ordenada en zonas y asignadas por letras para una mejor comprensión del bosquejo.

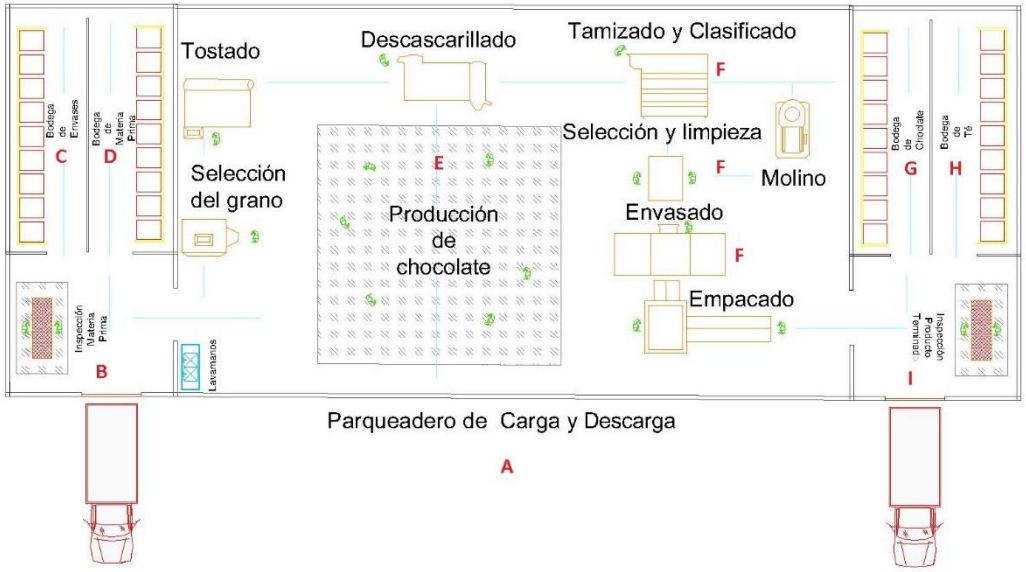


Figura 17. Línea de producción.

A = Parqueadero de carga y descarga para materia prima, envases y productos terminados de chocolate y té.

B = Recepción e inspección de cacao conjuntamente con envases, empaques y otros insumos necesarios para procesar.

C = Bodega para almacén de envases y empaques.

D = Bodega de acopio de cacao.

E = Procesamiento de chocolate.

F = Producción de té que comprende el área del tamizador, molino, selección y limpieza, envasado y empacado posterior al proceso de descascarillado.

G = Bodega de productos de chocolate

H = Bodega de producto terminado del té.

I = Inspección y salida de productos terminados.

3.7. Costo Beneficio del Té

La viabilidad del proyecto se realizó en función de las inversiones que requiere la línea para procesar cascarilla de cacao como infusiones así como también los costos de producción y el estado de ganancia con pérdidas que implica llevar a cabo el plan Tabla 23, 24 y 25.

Tabla 23.

Inversiones requeridas para ejecutar el proyecto.

INVERSIONES

	Valor (Dólares)	**%**
Inversión fija	USD 9.757	71,51
Capital de operaciones	USD 3.888	28,49
INVERSIÓN TOTAL	USD 13.645	100,00
CAPITAL PROPIO	USD 8.187	60,00
FINANCIAMIENTO	USD 5.458	40,00

Tabla 24.

Costos de producción del producto.

COSTOS DE PRODUCCIÓN

	Dólares	**%**
Materiales directos	USD 7.416	34,486
Mano de obra directa	USD 12.784	59,449
Carga fabril		
a) Depreciación	USD 929	4,321
b) Suministros	USD 160	0,744
c) Reparación y mantenimiento	USD 177	0,823
d) Imprevistos	USD 38	0,177
TOTAL	**USD 21.505**	100,000

Tabla 25.

Estado de ganancias y pérdidas en desarrollo de proyecto.

ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS

	Valor (Dólares)	**%**
Ventas netas	USD 149.760	100,00
Costo de producción	USD 21.505	14,36
Utilidad bruta en ventas	USD 128.255	85,64
Gastos de ventas	USD 6.180	4,13
Utilidad neta en ventas	USD 122.075	81,51
Gastos de administración y generales	USD 22.347	14,92
Utilidad neta en operaciones	USD 99.728	66,59
Gastos de financiamiento	USD 491	0,33
Reparto de utilidades a trabajadores 10,0 %	USD 9.924	6,63
Utilidad neta del período antes del impuesto sobre las utilidades	USD 89.313	59,64

Se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de USD 14441,80 por lo que significa un proyecto interesante para invertir y se acepta, de igual forma que la Tasa Interna de Retorno donde se obtuvo 19% que permite identificar que el capital se recupera en el tiempo y al obtener el beneficio/costo de 1,80 se confirma y se acepta la ejecución del proyecto.

Tabla 26.

Indicadores VAN, TIR Y B/C del proyecto.

VAN	USD 14.441,80
TIR	19%
Beneficio Costo (B/C)	1,80

El punto de equilibrio se obtiene al generar USD 30.322,68 que en unidades representa 11.662 con precio de venta de USD 2,60 considerando que el costo de producción por empaque es de USD 1,50 obteniéndose USD 1,10 de ganancia por unidad.

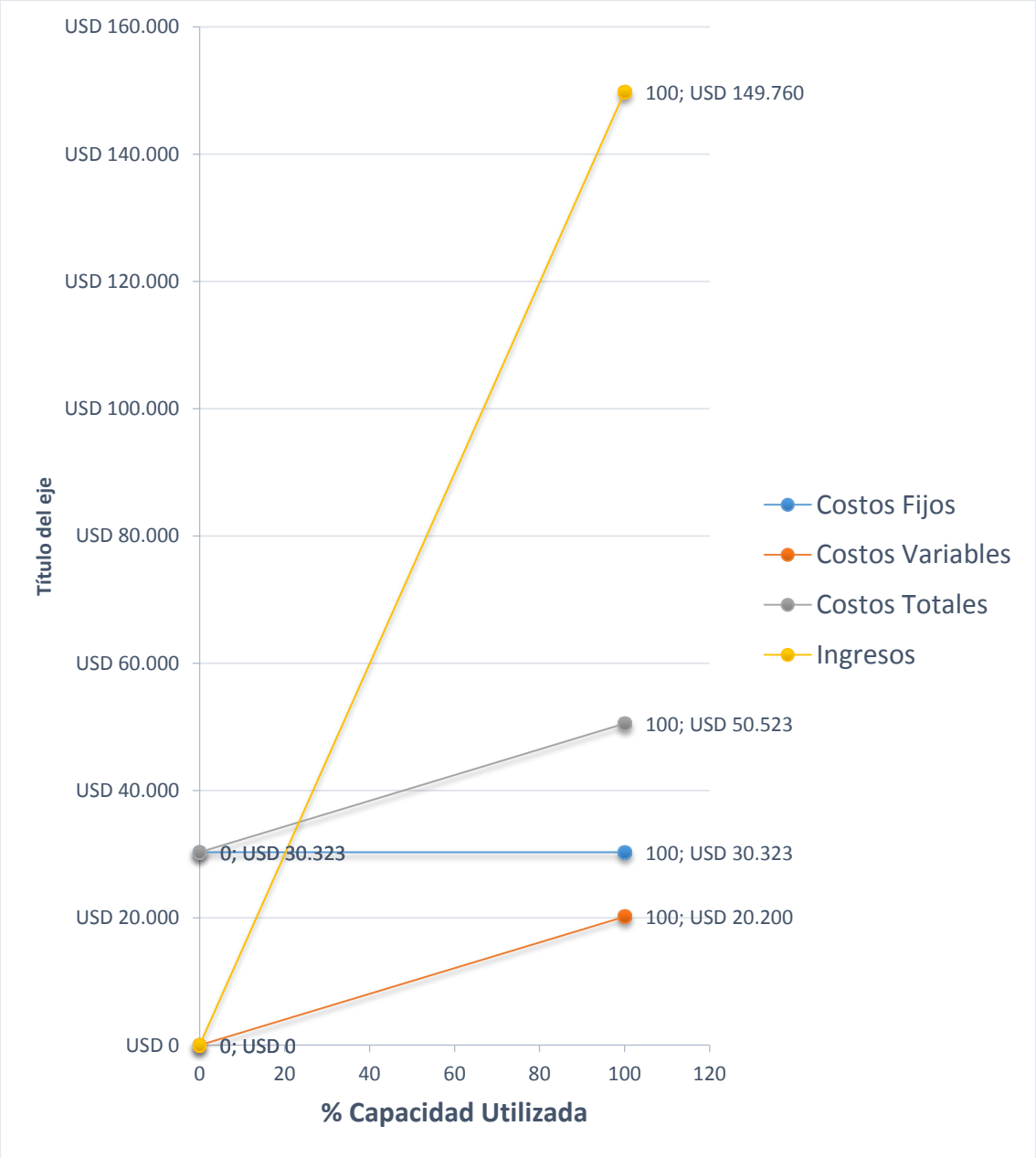


Figura 18. Punto de equilibrio.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Las características físicas-químicas como % de humedad y cenizas insolubles en HCl cumplen en los requisitos establecidos en la NTE INEN 2381 Té. Requisitos para producir té, sin embargo en cenizas totales sobrepasa el límite permitido pero se podría descartar si se realiza una contramuestra porque el resultado obtenido no consta con repeticiones ni los demás ensayos a excepción del plomo que fue el único parámetro que se evalúo por segunda vez. Los parámetros microbiológicos encontrados se encuentren en el límite permisible, sin embargo en *Clostridium perfringes* hubo una cantidad que a pesar de no ser perjudicial no se realizó una repetición de los ensayos por lo tanto podría variar los resultados finales.

La formulación de mayor aceptación fue la muestra 538 del tratamiento 1, por lo tanto, basándose en la calidad de la materia prima de requisitos microbiológicos que no representan riesgos para el consumidor y de presencia baja en contaminantes se considera un producto con potencial agroindustrial.

El diseño del envase se compuso de tres partes en donde se realizó un envase primario con papel filtro termosellable para contener 1,28g, un envase secundario que es una bolsa de papel para proteger de rupturas y brindar mayor seguridad al envase en contacto directo con el té y un empaque interno como externo para preservar por largo tiempo las características organolépticas del producto además de garantizar que el aroma del chocolate no se volatilice.

La línea de producción se realiza de forma continua para trabajar sin interrupciones ni tiempos ocios posterior al proceso del chocolate.

El costo de producción es relativamente bajo puesto que la materia prima no tiene costo además de tener procedencia de la misma planta productora de chocolate, por lo tanto, los gastos se enfocan en la maquinaria y en los envases con empaques.

4.2. Recomendaciones

Determinar la cantidad de teobromina y cafeína posterior al proceso de infusión para evaluar si la temperatura con el tiempo de exposición del producto en el agua influye en la conservación o pérdida de los componentes.

Desarrollar formulaciones que lleven frutas o hierbas aromáticas en el té para ampliar la diversificación de la marca, además de considerar el estudio para desarrollar una bebida preparada.

Establecer un previo entrenamiento del panel sensorial con el producto que se pretende desarrollar para mantener una calibración del equipo.

La preparación de la infusión puede realizarse en agua o de la forma como acostumbra consumir la cultura occidental que es en leche.

Estudiar la aplicabilidad del polvo de cascarillas de cacao en función de sus componentes como alternativa para la industria pastelera o galletera.

Considerar el análisis de presencia de cadmio en la materia prima a procesar para determinar la cantidad del metal contaminante.

Realizar al menos dos repeticiones de los ensayos para evaluar características físicas-químicas, parámetros microbiológicos y de contaminantes que permitan ratificar los resultados obtenidos por muestra analizada.

REFERENCIAS

Acebo, M. (2016). Industria de Cacao. Guayaquil, Ecuador. Universidad Superior Politécnica del Litoral.

Administración de Alimentos y Medicamentos. (2009). Etiquetado de información nutricional. Recuperado el 7 de agosto de 2018 de: https://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/LabelingNutrition/ucm247927.htm

Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro. (2016). Manual de aplicabilidad de buenas prácticas agrícolas para cacao. Recuperado el 13 de abril de 2018 de: http://www.agrocalidad.gob.ec/wpcontent/uploads/pdf/inocuidad/manuales-aplicabilidad/manual-aplicabilidad-cacao-nuevo.pdf.

Aguilar, H. (2016). Manual para la Evaluación de la Calidad del Grano de Cacao. La Lima, Cortés, Honduras. Recuperado el 17 de abril de 2018 de: http://www.fhia.org.hn/dowloads/cacao_pdfs/Manual_para_la_Evaluacion_de_la_Calidad_del_Grano_de_Cacao.pdf

Aranda, L. (2005). El uso del cacao como moneda en la época prehispánica y su pervivencia en la época colonial. Madrid, España. Recuperado el 11 de abril de 2018 de: http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/en/dms/mecd/culturamecd/areascultura/museos/mc/actasnumis/volumen-ii/edad-moderna/El_uso_cacao_como_moneda.pdf

Balladares, C. (2016). Caracterización físico-química de los desechos agrícolas del cacao y café del litoral ecuatoriano y su potencial empleo como biocombustibles. Las Palmas de Gran Canaria, España. Recuperado el 9 de junio de 2018 de: https://acceda.ulpgc.es/bitstream/10553/22931/4/0736428_00000_0000.pdf

Banco Central del Ecuador. (2017). Reporte de coyuntura. Sector Agropecuario Recuperado el 29 de marzo de 2018 de: https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201604.pdf

Banco Central del Ecuador. (2018). Reporte de coyuntura. Sector Agropecuario Recuperado el 1 de mayo de 2018 de: https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201704.pdf

Batista, L. (2009). Guía técnica del cultivo de cacao en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. Recuperado el 13 de abril de 2018 de: http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf

Bluer Combustión. (2018). Eliminación de olores en la industria del cacao. Barcelona, España. Recuperado el 11 de abril de 2018 de: http://www.bluermedioambiente.com/eliminacion-de-olores-en-la-industria-del-cacao.html

Bravo, L. (2010). Análisis del sector de hierbas aromáticas y medicinales del Ecuador y sus potenciales mercados de exportación. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador.

Brignardello, A., Parodi, N. (2013). Calidades químicas de té negro de Misiones-Argentina y de un producto derivado (bt) destinados a exportación. Recuperado el 22 de julio de 2018 de: http://www.scielo.org.ar/pdf/recyt/n15/n15a05.pdf

Caso, L. (2016). Cacao. Producción, consumo y comercio del período prehispánico a la actualidad en América Latina. Madrid, España. Recuperado el 12 de abril de 2018 de: http://www.scielo.org.co/pdf/frh/v22n1/2027-4688-frh-22-01-00237.pdf

Castillo, M., Ramírez, M., García, R., Bernal, M., Espinosa, B., Solís, J. y Durán, C. (2010). Reaprovechamiento integral de residuos

agroindustriales: cáscara y pulpa de cacao para la producción de pectinas, México. Recuperado el 9 de junio de 2018 de: http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/work/sites/rlac/resources/LocalContent/24/1/REAPROVECHAMIENTO%20INTEGRAL%20%20Franco-Castillo.pdf

Chocolate, Biscuits & Confectionery of Europe, European Cocoa Association, The Federation of Cocoa Commerce. (2015). Cacao en grano: Requisitos de calidad de la industria del chocolate y del cacao. Recuperado el 12 de abril de 2018 de: http://www.cocoaquality.eu/data/Cacao%20en%20Grano%20Requisitos%20de%20Calidad%20de%20la%20Industria%20Apr%202016_es.pdf

Codex Alimentarius (1998). Normas *Codex* sobre requisitos generales (higiene de los alimentos). Italia, Roma.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Diversidad. (2008). Theobroma cacao. Ciudad de México, México. Recuperado el 14 de abril de 2018 de: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/68-sterc03m.pdf

Corporación Financiera Nacional. (2018). Ficha sectorial: Cacao y chocolate. Recuperado el 9 de junio de 2018 de: https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2018/04/Ficha-Sectorial-Cacao.pdf

De La Cruz, J., Vargas, M. y Del Angel, O. (2012). Cacao: Operaciones Postcosecha. FAO. Veracruz, Huatusco, México. Recuperado el 12 de marzo de 2018 de: http://www.fao.org/documents/card/es/c/1fa1c733-4ed9-41e7-a9b0-6d5585ad262e/

European Food Safety Authority. (2008). *Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to Theobroma cacao L. and maintenance or achievement of a normal body weight.* Europa

El Salous, A. y Pascual, A. (2018). Determinación de cadmio, plomo y ocratoxina en la harina proveniente de las cascarillas de dos variedades de cacao en Ecuador. Universidad Internacional Iberoamericana – IUNINI. México.

Fundación Hondureña de Formación Agrícola. (2015). Poda de Formación en el Cultivo de Cacao. San Pedro Sula, Cortés, Honduras. Recuperado el 18 de marzo de 2018 de: http://www.fhia.org.hn/dowloads/informes_tecnicos/Inf_Tec_cacao_2015.pdf

Hernández, E. (2005). Evaluación Sensorial. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá, Colombia.

Hernández, E. (2013). Serie: Historia del té. Universidad ETAC (Estudios Tecnológicos y Avanzados para la Comunidad). Ciudad de México – México.

Hidalgo, J. (2003). Cacao, Quito, Ecuador, Ministerio de Industrias y Competitividad.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado Nutricional. Recuperado el 8 de agosto de 2018 de https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INEN-1334-2-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-2.pdf

Internacional Cocoa Organization. (2018). *A new vision for the global cocoa sector. Wordl Cocoa Conference.* Berlín, Alemania. Recuperado el 9 de junio de 2018 de: https://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat_view/428-world-cocoa-conference-2018-berlin/429-wcc4-berlin-presentations.html

Kalvatchev, Z., Garzaro, D., y Guerra, F., (1998). Theobroma cacao L.: Un nuevo enfoque para nutrición y salud. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas, Venezuela.

Lecumberri, E., Mateos, R., Ramos, S., Alía, M., Rúperez, P., Goya, L., Izquierdo, M, y Bravo, L. (2006). Caracterización de la fibra de cacao y su efecto sobre la capacidad antioxidante en suero de animales de experimentación. Departamento de Metabolismo y Nutrición. Institución del Frío. Barcelona, España.

López, P. (2013). Elaboración de compost a partir de cascarilla de cacao. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Mera, O., Ruiz, M., (2014). Evaluación física, sensorial y bromatológica del licor de cacao en variedades clonales eet-19, eet-48, eet-62, eet-95, eet-96, eet-103 en la espam. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Manabí, Ecuador.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2016). Boletín Situacional de Cacao. Quito, Ecuador. Recuperdo el 13 de mayo de 2018 de: http://fliphtml5.com/ijia/blms/basic

Morales, O. (2017). Cosecha y Postcosecha del Cacao. Instituto para el Desarrollo y la Democracia. Managua, Nicaragua. Recuperado el 13 de marzo de 2018 de: http://www.ipade.org.ni/images/fotos-2017/siuna-manuales-ago-2017/Cosecha-y-Post-cosecha.pdf

Morales, J. (2017). Propuesta de diseño de proceso industrial para la elaboración de té de cascarilla de cacao en la provincia de Santa Elena. Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad, Ecuador.

Murciana de Herboristería S.A. (2017). Certificado de análisis cáscara de cacao. Recuperado el 5 de julio de 2018 de http://www.muherb.com/Imagenes/Productos/2017121595215CACAO%20C%C3%81SCARA%20L_6278.pdf

Navarro, P., Romeu, M., Alcaraz, J., Cruz, Martínez, A., Ferrerira, B., Hortal, M. (2007). Influencia del diseño de envase y empaques en el consumidor. Valenciana, España.

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2016). Manual de buenas prácticas agrícolas de proceso y empaque de cacao (*Theobroma cacao*). San Salvador, El Salvador. Recuperado el 28 de marzo de 2017 de:http://www.coexport.com.sv/ckfinder/userfiles/files/Manual%20de%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20agr%C3%ADcolas%20de%20proceso%20y%20empaque%20de%20cacao%20(Theobroma%20cacao).pdf

Ortiz, A., Ramírez, J. (2007). Té. Manejo de Sólidos y Fluidos. Tecnología de Alimentos. Universidad del Valle. Cali, Colombia.

Pardo, S. (2012). Infusiones: frutales, de hierbas y especiales tés. Revista Buena Salud. Buenos Aires, Argentina.

Perdomo, M. (2012). Caracterización de la cadena de abastecimiento y la cadena de valor del cacao en Colombia. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Quingaísa, E., Riveros, H. (2007). Estudio de caso: Denominación de origen “CACAO ARRIBA”, Quito, Ecuador. Recuperado el 6 de abril de 2018 de: http://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/Santiago/Documentos/Estudios%20de%20caso/Cacao_Ecuador.pdf

Red Nacional de Protección de Alimentos y Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. (2016). Enfermedades transmitidas por alimentos. Ficha técnica 5. Toxiinfección por *Clostridium perfringens.* Recuperado el 5 de julio de 2018 de http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Publicaciones/FT_Clostridium_perfrigens.pdf

Restrepo, L., Gómez, L., y De Ossa, G. (2012). Cultivo y producción de plantas aromáticas y medicinales. Antioquia, Colombia.

Rivera, E. (2006). Guía práctica de diseño de envases y embalajes para la distribución de productos. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

Romero, C., Urrego, E. (2016). Estudio del cacao en el Perú y el mundo. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima, Perú. Recuperado el 15 de abril de 2018 de: https://www.yumpu.com/es/document/view/58336876/estudio-cacao-peru-julio-2016

Sáenz, L. (2015). Las 11 del té. Revista El Conocedor. Ciudad de México, México. Recuperado el 25 de julio de 2018 de http://revistaelconocedor.com/las-11-del-te/

Sager M (2012) Productos de chocolate y cacao como una fuente de elementos esenciales en la nutrición. J Nutr Food Sci 2: 123. doi: 10.4172 / 2155-9600.1000123

Sánchez, J. (2013). Evaluación energética de cáscaras de cacao Nacional y CCN-51, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador

Sangronis, E., Soto, M., Valero, Y., y Buscema, I. (2014). Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.

Secretaría Técnica del Comité Interinstitucional para el Cambio de la Matriz Productiva- Vicepresidencia del Ecuador. (2015). Diagnóstico de la cadena productiva del cacao en el Ecuador. Quito, Ecuador. Recuperado el 18 de abril de 2018 de: http://www.vicepresidencia.gob.ec/wpcontent/uploads/2015/07/Resumen-Cadena-de-Cacao-rev.pdf

Serrano, J., Mejía, J., Ortiz, J., Sánchez, A. y Zalamea, S. (2017). Determinación del potencial de generación eléctrica a partir de biomasa en el Ecuador. Cuenca, Ecuador. Recuperado el 9 de junio

de 2018 de: http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/29791/1/4.%201592-4835-1-PB.pdf

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2006). NTE INEN: Cacao en Grano. Requisitos. Quito, Ecuador. Recuperado el 15 de abril de 2018 de: http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2016/03/NTE.-INEN-0176.2006.pdf

Sotelo, L., Alvis, A. y Arrázola, G. (2015). Evaluación de epicatequina, teobromina y cafeína en cáscaras de cacao (Theobroma cacao L.), determinación de su capacidad antioxidante. Colombia. Recupere el 9 de junio de 2018 de: http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v9n1/v9n1a11.pdf

Teneda, W. (2016). Mejoramiento del proceso de fermentación del cacao (Theobroma cacao L.) variedad Nacional y variedad CCN51, Universidad Internacional de Andalucía, Sevilla, España. Recupero el 10 de marzo de 2018 de: file:///C:/Users/Lisbeth%20Alberca/Downloads/2016_978-84-7993-319-7.pdf

Torres, G. (2014). Análisis de prefactibilidad para la exportación de hierbas medicinales y aromáticas procesadas al mercado internacional. Caso: la empresa Pusuquí Grande y Anexos c. A. Como exportadora a España en el período 2011- 2019. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

Universidad Autónoma de México. (2008). Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos. Laboratorio de alimentos. Facultad de Química. Ciudad de México, México.

Vassallo, M. (2015). Diferenciación y agregado de valor en la cadena agropecuaria del cacao, Quito, Ecuador, Instituto de Altos Estudios Nacionales.

Wittig de Penna, E., Zúñiga, M., Fuenzalida, R., y López, R. (2005). Caracterización sensorial y química de la calidad de TÉS *(Thea sinensis)* consumidos en Chile. Universidad Vicente Pérez Rosales. Santiago, Chile

ANEXOS

ANEXO 1: Formato de encuesta de aceptabilidad de pruebas preeliminares para tratamiento 1 .

EVALUACIÓN SENSORIAL DE TÉ

Fecha: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Delante de usted se encuentra 4 muestras de un té. Favor deguste de izquierda a derecha e indique qué tanto le gusto el producto en aspectos de: sabor, color, olor y aroma. La escala que debe utilizar es la siguiente, indicando 1 que le disgusta mucho y 7 que le gusta mucho. Adicionalmente en cada muestra favor identifique el sabor del té.

Puntuación	
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Me disgusta ligeramente
4	Ni me gusta ni me disgusta
5	Me gusta Ligeramente
6	Me gusta
7	Me Gusta Mucho

Marque con una x:

538	1	2	3	4	5	6	7	Sabor de té a…	Que le gustó de este té	Qué le disgustó de este té
Sabor										
Color										
Olor										
Aroma										
291	1	2	3	4	5	6	7			
Sabor										
Color										
Olor										
Aroma										
746	1	2	3	4	5	6	7			
Sabor										
Color										
Olor										
Aroma										

Favor del producto qué más le gusto indique lo siguiente:
Cuál fue su preferido:
Consumiría el producto: Sí No
Que recomiendaría agregar en el té:
Comentarios:
Muchas gracias por su ayuda.

ANEXO 2: Formato de encuesta de aceptabilidad de pruebas preliminares para tratamiento 2.

EVALUACIÓN SENSORIAL DE TÉ

Fecha: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Delante de usted se encuentra 4 muestras de un té. Favor deguste de izquierda a derecha e indique qué tanto le gusto el producto en aspectos de: sabor, color, olor y aroma. La escala que debe utilizar es la siguiente, indicando 1 que le disgusta mucho y 7 que le gusta mucho. Adicionalmente en cada muestra favor identifique el sabor del té.

Puntuación	
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Me disgusta ligeramente
4	Ni me gusta ni me disgusta
5	Me gusta Ligeramente
6	Me gusta
7	Me Gusta Mucho

Marque con una x:

634	1	2	3	4	5	6	7	Sabor de té a…	Que le gustó de este té	Qué le disgustó de este té
Sabor										
Color										
Olor										
Aroma										
472	1	2	3	4	5	6	7			
Sabor										
Color										
Olor										
Aroma										
330	1	2	3	4	5	6	7			
Sabor										
Color										
Olor										
Aroma										

Favor del producto qué más le gusto indique lo siguiente:
Cuál fue su preferido:
Consumiría el producto: Sí No
Que recomiendaría agregar en el té:
Comentarios:
Muchas gracias por su ayuda.

ANEXO 3: Formato de encuesta de aceptabilidad de las 2 muestras seleccionadas con el testigo.

EVALUACIÓN SENSORIAL DE TÉ

Fecha: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Delante de usted se encuentra 3 muestras de un té de cacao. Favor deguste de izquierda a derecha e indique qué tanto le gusto el producto en aspectos de: sabor, color, olor y aroma. La escala que debe utilizar es la siguiente, indicando 1 que le disgusta mucho y 7 que le gusta mucho.

Puntuación	
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Me disgusta ligeramente
4	Ni me gusta ni me disgusta
5	Me gusta Ligeramente
6	Me gusta
7	Me Gusta Mucho

Marque con una x:

538	1	2	3	4	5	6	7
Sabor							
Color							
Olor							
Aroma							
472	1	2	3	4	5	6	7
Sabor							
Color							
Olor							
Aroma							
813	1	2	3	4	5	6	7
Sabor							
Color							
Olor							
Aroma							

Favor del producto qué más le gusto indique lo siguiente:
Cuál fue su preferido:
Consumiría el producto: Sí No
Comentarios:
Muchas gracias por su ayuda

ANEXO 4: Análisis descriptivo de perfil de sabor del producto de mayor aceptabilidad.

Perfil Sensorial de Té de Cacao

Fecha:		**ATRIBUTOS**									
Juez:											
Escala		Turbidez	Color a té	Olor a cacao	Olor a chocolate	Aroma a cacao	Aroma a chocolate	Sabor a cacao	Sabor a chocolate amargo	Sabor a chocolate semiamargo	Sabor amargo
0 es nada 1-2 muy ligero 3-4 ligero 5 moderado 6-7 bastante 8-9 mucho/alto 10 muy alto/fuerte	10										
	9										
	8										
	7										
	6										
	5										
	4										
	3										
	2										
	1										
	0										

Comentarios:

¡Muchas Gracias por su ayuda!

ANEXO 5: Resultados físicos-químicos en cascarilla de cacao

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
SOLUBILIDAD DE CENIZAS EN HCL	%	99.83	MFQ-200	INEN ISO 930
HUMEDAD	%	4.35	MFQ-04	AOAC 925.10
*ARSENICO	mg/Kg	135.56	MFQ-106	ABSORCION ATOMICA
*PLOMO	mg/Kg	<0,09	MFQ-102	ABSORCION ATOMICA
CENIZA	%	9.65	MFQ-03	AOAC 923.03

Nota 1: *Ensayo subcontratado.

Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad
Multianalityca Cia.Ltda
Quito - Ecuador

Ing. Lizeth Guevara
JEFE DIVISIÓN FISICO-QUIMICO

ANEXO 6: Resultado de contramuestra de plomo en cascarilla de cacao

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS	
Color.	Caracteristico
Olor	Caracteristico
Estado.	Solido
VERIFICACION DEL CONTENIDO	
Contenido Declarado.	200g
Material de Empaque.	---------

RESULTADOS AREA QUIMICA			
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Arsenico	mg/kg	0,23	MQ-150/APHA 3114 B MODIFICADO

Ing. Leonidas Mosquera
DIRECTOR TECNICO

ANEXO 7: Resultados microbiológicos en cascarilla de cacao.

RESULTADO MICROBIOLOGICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
RECUENTO DE AEROBIOS TOTALES	UFC/g	$5,4 \times 10^5$	MMI-01	AOAC 990.12
RECUENTO DE E. Coli	UFC/g	<10	MMI-05	AOAC 991.14
RECUENTO DE MOHOS	UFC/g	$1,0 \times 10^3$	MMI-02	AOAC 997.02
RECUENTO DE LEVADURAS	UFC/g	<10	MMI-02	AOAC 997.02
RECUENTO DE ENTEROBACTERIAS	UFC/g	<10	MMI-14	AOAC 2003.01
*Recuento de Clostridium perfringens	UFC/g	<10	MMI-18	NTE INEN 1529-18:98
*SHIGELLA spp.	Deteccion/25g	Ausencia	MMI-12	INEN 1529-16
SALMONELLA spp.	Deteccion/25g	Ausencia	MMI-30	AOAC 2013.09

Nota 1: UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.

Nota 2: "Los ensayos marcados con (*) no estan incluidos en el alcance de acreditación del SAE"

Multianalityca Cía. Ltda.

Ing. Andres Sarmiento
JEFE DE DIVISION MICROBIOLOGIA

ANEXO 8: Resultados de calificación de panelistas en perfil de sabor para té de cacao.

Fecha lunes, 18 de junio de 2018 Resp : Panel UDLA			**Perfil Sensorial : Té de cacao**									
N°	Juez	Sesión	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1	Valeria Almeida	1	1	4	4	1	4	2	4	3	0	3
2	Juan Pablo López	1	2	5	3	1	3	5	6	4	7	3
3	Melissa	1	0	5	2	3	1	2	5	1	2	3
4	Victoria Muñoz	1	2	2	4	5	3	2	4	0	1	2
5	Yoselyn Cóndor	1	2	6	3	3	1	1	4	0	1	2
6	Xavier Rodríguez	1	1	5	3	4	3	6	5	2	3	4
7	Roberto Larco	1	1	5	4	3	4	4	8	2	3	5
Resultados		PROM	1,29	4,57	3,29	2,86	2,71	3,14	5,14	1,71	2,43	3,14
		DS	0,76	1,27	0,76	1,46	1,25	1,86	1,46	1,50	2,30	1,07
		CAL	Bien	Bien	Bien	Bien	Bien	Fuera	Bien	Bien	Fuera	Bien
		MAX	2,04	5,84	4,04	4,32	3,97	5,01	6,61	3,21	4,73	4,21
		MIN	0,53	3,30	2,53	1,39	1,46	1,28	3,68	0,22	0,13	2,07
Estadística de datos	PROMEDIO		1,3	4,6	3,3	2,9	2,7	3,1	5,1	1,7	2,4	3,1
	Intervalo 95 %(inferior)		0,4	3,14	2,44	1,21	1,31	1,05	3,50	0,04	-0,15	1,94
	Intervalo 95 % (superior)		1,8	6,43	3,85	4,64	4,41	4,09	6,64	3,68	4,58	4,20
	grados libertad		6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0

Nota. 1: Turbidez, 2: Color a té, 3: Olor a cacao, 4: Olor a chocolate, 5: Aroma a cacao, 6: Aroma a chocolate, 7: Sabor a cacao: , 8: Sabor a chocolate amargo, 9: Sabor a chocolate semiamargo:, 10: Sabor Amargo.

ANEXO 9: Resultados de teobromina y cafeína en muestra 538.

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS	
Color.	Caracteristico
Olor	Caracteristico
Estado.	Solido
Verificación Contenido	
Contenido Declarado.	300g
Material de Empaque.	---------

RESULTADOS AREA QUIMICA			
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Cafeina	%	0,28	MQ-130/AOAC 980.14-1998
Teobromina	%	1,78	MQ-131/AOAC 980.14-1998

Ing. Leonidas Mosquera
DIRECTOR TECNICO

ANEXO 10: Resultados de teobromina y cafeína en muestra 472.

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS	
Color.	Caracteristico
Olor	Caracteristico
Estado.	Solido
Verificación Contenido	
Contenido Declarado.	200g
Material de Empaque.	---------

RESULTADOS AREA QUIMICA			
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Cafeina	%	0,27	MQ-130/AOAC 980.14-1998
Teobromina	%	1,85	MQ-131/AOAC 980.14-1998

Ing. Leonidas Mosquera
DIRECTOR TECNICO

ANEXO 11: Resultados de teobromina y cafeína en muestra 813.

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS	
Color.	Caracteristico
Olor	Caracteristico
Estado.	Solido
Verificación Contenido	
Contenido Declarado.	200g
Material de Empaque.	---------

RESULTADOS AREA QUIMICA			
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Cafeina	%	0,28	MQ-130/AOAC 980.14-1998
Teobromina	%	1,92	MQ-131/AOAC 980.14-1998

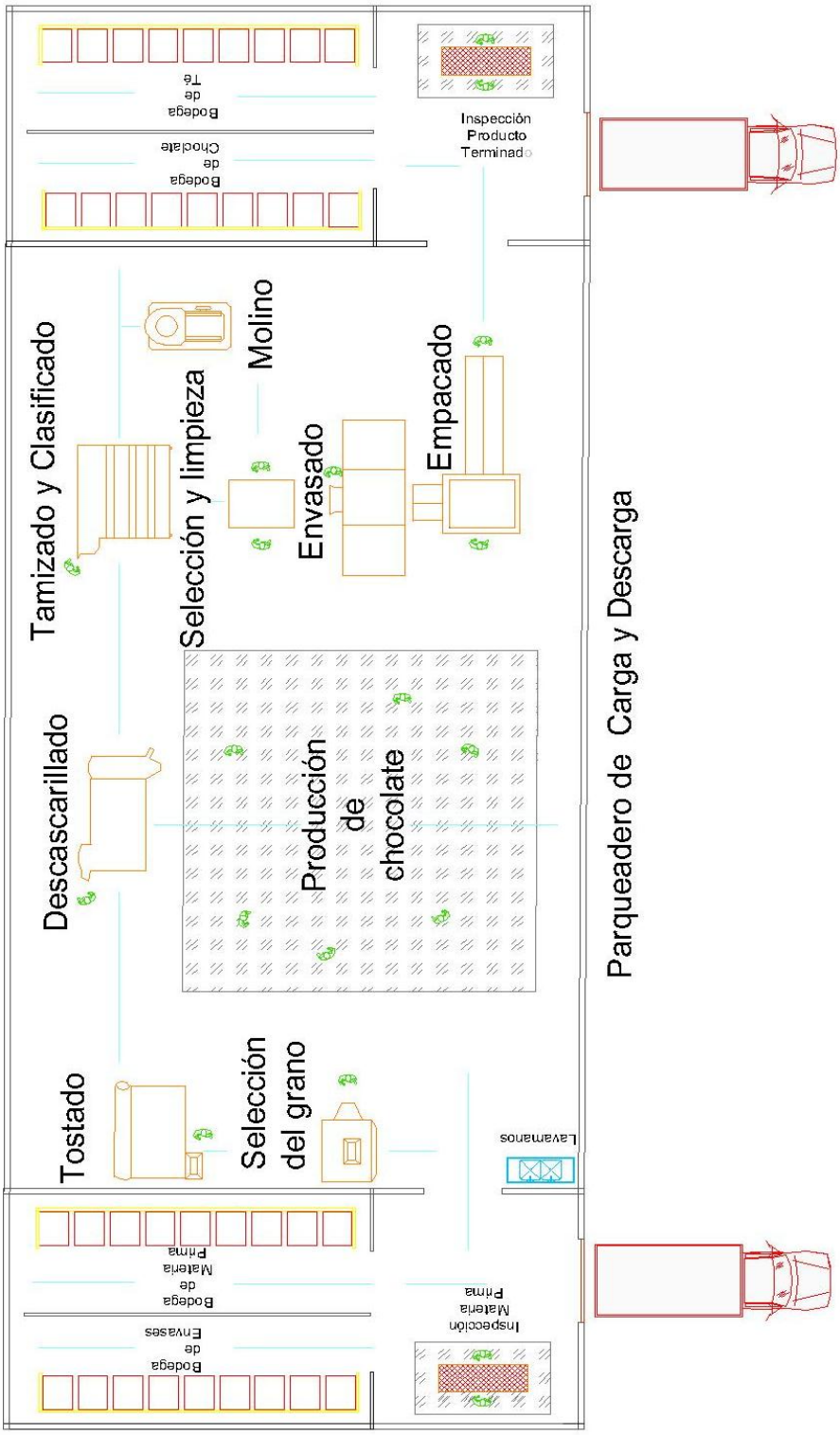
Ing. Leonidas Mosquera
DIRECTOR TECNICO

ANEXO 12: Resultados de análisis bromatológico en formulación de mayor aceptación.

RESULTADOS AREA QUIMICA			
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Humedad	%	3,01	MQ-06/AOAC 925.10
Ceniza	%	6,30	MQ-07/AOAC 945.46
Grasa	%	29,90	MQ-08/AOAC 2003,06
Proteina	%	17,66	MQ-09/AOAC 2001,11
Fibra	%	34,33	MQ-10/INEN 522
Carbohidratos Totales	%	43,13	CALCULO
Carbohidratos Disponibles	%	8,79	CALCULO
Calorias	%	374,94	CALCULO

Ing. Leonidas Mosquera
DIRECTOR TECNICO

ANEXO 13: Línea de producción para procesamiento de cascarilla de cacao como materia prima para infusiones.



ABREVIATURAS Y SIGLAS

Nº	Número
m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
min	minuto
pH	Potencial de Hidrógeno
º C	Grados centígrados
%	Porcentaje
c/u	Cada unidad
NAD^+	Dinucleótido de Nicotinamida y Adenina forma oxidada
ADP	Adenosín difosfato
H_2PO_4	Fosfato Dihidrógeno
Ác.	Ácido
NADH	Dinucleótido de Nicotinamida y Adenina forma oxidada
H^+	Ión Hidrógeno
ATP	Adenosín trifosfato
H2O	Agua
C_2H_5OH	Etanol
O_2	Oxígeno molecular
CH_3COOH	Ácido acético
I SEM.	Primer semestre
II SEM.	Segundo semestre
TM	Tonelada Métrica
CCN-51	Colección Castro Naranjal 51
CIF	Costo, Seguro y Flete
USD	Dólares de los Estados Unidos de América
PIB	Producto Interno Bruto
ha	Hectáreas
g	Gramo
kg	Kilogramo
N	Nitrógeno
P_2O_5	Óxido Fosfórico
K_2O	Óxido de Potasio
CaO	Óxido de Calcio
MgO	Óxido de Magnesio
A.C.	Antes de Cristo
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
HCl	Ácido clorhídrico
<	Menor que
ufc/g	Unidades formadoras de colonia por gramo
Conc.	Concentración