



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Optimización del proceso térmico Desbacterizado de habas de cacao para mejorar el perfil sensorial de semielaborados (licor de cacao) en una industria de chocolates”

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

(PROYECTO DE GRADUACIÓN)

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIEROS DE ALIMENTOS**

Presentado por:

Sebastián Eduardo Cavezas Landucci

Viviana Marcela Narváez Molina

Guayaquil – Ecuador

Año 2015

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos en primer lugar a Dios porque nos ha permitido alcanzar nuestras metas y nos ha bendecido con unos maravillosos padres y profesores.

Agradecemos de manera especial a todos los profesores que formaron parte de nuestro proceso de formación académica y profesional así como a la Ingeniera. Natasha Coello por haber brindado su apoyo en la elaboración de este proyecto y por su excelente trabajo como coordinadora de nuestra carrera buscando siempre que se brinden todas las facilidades para que sus estudiantes más destacados puedan seguir adelante en su formación.

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo a nuestros padres que siempre nos han brindado su apoyo incondicional y nos han guiado en los momentos difíciles de nuestra vida.

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

Ing. Jorge Duque R.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Ing. Natasha Coello G.  
DIRECTORA DEL TFG

---

Ing. Priscila Castillo S.  
VOCAL

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido desarrollado en el presente Trabajo Final de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de graduación de la ESPOL).

---

Sebastián Eduardo Cavezas Landucci

---

Viviana Marcela Narváez Molina



## RESUMEN

El cacao es un producto que a través de los años ha mostrado un gran dinamismo para las exportaciones en el país. Guayas, Los Ríos, Manabí, Esmeraldas y El Oro son las cinco provincias del Ecuador donde crece el que, para las mejores casas chocolateras de Europa, como la alemana Hachez, es el mejor cacao del mundo.

El cultivo posee un valor incalculable por las diversas características que presenta en términos de sabor y aroma que se desean conservar en el licor de cacao, siendo este caracterizado por su potencial exportador, buscado principalmente por los mercados de Europa quienes lo prefieren por ser la primordial materia prima para la elaboración del chocolate.

Durante el proceso térmico para la obtención de un licor de cacao inocuo, este es sometido a procesos que degradan el perfil sensorial, como los atributos de aroma y sabor, valiosos en la materia prima.

Por lo cual el objetivo de este proyecto fue evaluar el proceso térmico “desbacterizado” a distintos parámetros operacionales lográndose obtener diferentes prototipos de licor de cacao.

Mediante la participación de un panel técnico entrenado, se evaluaron diferentes prototipos de licor de cacao, a distintas condiciones operacionales de desbacterizado, con el cual se definió el mejor perfil descriptivo. Y posteriormente se evaluó frente al perfil de un licor de cacao no desbacterizado.

Una vez obtenido el resultado del análisis comparativo entre ambos perfiles, se evaluó la incidencia que tienen las distintas condiciones térmicas en el proceso de desbacterización sobre los atributos claves en aroma y sabor del perfil sensorial del licor de cacao a través de una mayor aceptación del panel entrenado, junto con una estandarización del proceso térmico para garantizar calidad microbiológica.



## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ABREVIATURAS.....	viii
SIMBOLOGÍA.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Materia Prima.....	3
1.1.1 Cultivos y Disponibilidad.....	5
1.2. Procesamiento de Cacao.....	12
1.2.1 Calificación.....	14
1.2.2 Secado.....	18
1.2.3 Mezcla.....	21
1.2.4 Limpieza.....	21
1.2.5 Tostado.....	26
1.2.5.1 Tostado de Habas.....	27

1.2.5.2 Tostado de Nibs.....	28
1.2.6 Desbacterizado.....	29
1.2.7 Descascarado.....	31
1.2.8 Molienda.....	34
1.3. Licor de Cacao .....	36
1.3.1 Perfil de Licor de Cacao .....	37
1.3.2 Mejoramiento del aroma y sabor durante la Desbacterización.....	39
1.3.3 Presiones y Tiempos Actuales de Desbacterizado .....	41
1.3.4 Evaluación del perfil sensorial durante la desbacterización.....	43
1.4. Objetivos.....	44
1.4.1 Objetivo general.....	44
1.4.2 Objetivos específicos.....	44
 CAPIÍTULO 2	
2. METODOLOGÍA.....	46
2.1. Características de Materia Prima.....	46
2.2. Definición de Mezcla de habas de cacao.....	49
2.3. Método procesamiento de Licor Desbacterizado.....	50
2.3.1. Evaluación de Nuevas Condiciones de Proceso de Desbacterizado..	50
2.4. Tratamiento térmico.....	51
2.4.1. Tostado.....	52
2.4.2. Desbacterización.....	53

2.4.3. Análisis Microbiológico.....	55
2.5. Entrenamiento de Panel Técnico.....	61
2.5.1. Calibración de Panel Sensorial.....	70
2.5.2. Perfil Descriptivo.....	71
2.5.3. Perfil Monódico .....	74
2.5.4. Liking Test.....	77

### CAPÍTULO 3

3. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	80
3.1. Diseño Experimental.....	80
3.2. Análisis sensorial del licor obtenido en los diferentes prototipos.....	82
3.3. Recopilación de datos estadísticos.....	84
3.4. Análisis de desviación estándar (Duncan).....	85
3.5. Análisis microbiológicos del licor obtenido en los diferentes prototipos.....	96

### CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	99
4.1. Formulación para el mejor tratamiento de desbacterizado.....	99
4.2. Perfilamiento de cada prototipo.....	91
4.3. Perfil sensorial del mejor prototipo.....	97
4.4. Relación entre evaluación sensorial y desbacterización.....	107

4.5. Relación entre evaluación microbiológica y desbacterización.....	109
---	-----

## CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	112
--	-----

ANEXOS.....	115
-------------	-----

BIBLIOGRAFÍA.....	121
-------------------	-----

## ABREVIATURAS

HA	Hectáreas
RCPSP	Problema de Programación de Proyectos con Recursos Limitados (Resource Constrained Project Scheduling Problem)
MTS	Mayor Número de Sucesores (Most Total Succesors)
GRPW	Mayor Ranking por Peso Posicional (Greatest Rank Positional Weight)
LST	Tiempo de Inicio más Tardío (Latest Start Time)
EST	Tiempo de Inicio más Temprano (Earliest Start Time)
LFT	Tiempo de Finalización más Tardío (Late Finish Time)
AG	Algoritmo Genético

## SIMBOLOGÍA

°C	Grados Celcius
CM	Varianza
GL	Grados de Libertad
F	F Calculado
N	Número de Muestras
P	Valor P
SC	Suma de Cuadrados
%	Porcentaje

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Árbol de Cacao .....	4
Figura 1.2 Flor de Cacao .....	5
Figura 1.3. Genética del Cacao .....	7
Figura 1.4. Distribución de las Variedades de Cacao en el Mundo .....	9
Figura 1.5. Procesamiento de Cacao y sus Derivados .....	14
Figura 1.6. Número de Muestras Elementales de Cacao en Grano.....	15
Figura 1.7. Requisitos de Calidad de Cacao en Grano Beneficiado .....	16
Figura 1.8 Defectos de Grano en Fermentación.....	17
Figura 1.9 Secado Natural Tendido en Suelo .....	19
Figura 1.10 Secado Natural en Marquesina .....	19
Figura 1.11 Secado Artificial en Secador .....	20
Figura 1.12 Proceso de limpieza de Cacao .....	23
Figura 1.13 Clasificadoras de Habas de Cacao.....	24
Figura 1.14 Despiedrada de Habas de Cacao.....	25
Figura 1.15 Procesos de Desbaterización .....	30
Figura 1.16 Descascarado, Martillo Rompedor .....	32
Figura 1.17 Sistema de Expansión .....	33
Figura 1.18 Molino de Bolas Horizontal .....	35
Figura 1.19 Obtención de licor de Cacao.....	36
Figura 1.20 Índice de Eliminación e Influencia Sobre el Sabor .....	42
Figura 2.1 Cacao Nacional o Arriba .....	47
Figura 2.2 Prototipos con Reducción de Presión de Vapor.....	55
Figura 2.3 Preparación de Frascos para Pruebas de Olores .....	65
Figura 2.4 Formulario para Evaluación de Perfil Descriptivo .....	73
Figura 2.5 Escala Monadica de Atributos de Licor .....	77
Figura 3.1 Curva de Potencia para Anova Unidireccional .....	81
Figura 3.2 ANÁLISIS de Tendencias de Aerobios Mesofilos totales en Proceso sin Desbacterización.....	97
Figura 3.3 ANÁLISIS de Tendencias de Aerobios Mesofilos totales en Proceso Desbacterizado.....	97
Figura 4.1 Perfil sescriptivo( Monadico) Blanco- Licor de Cacao sin Bacterizar .....	101
Figura 4.2 Perfil Descriptivo( Monadico) de la Muestra CDB1 – Licor de Cacao Desbacterizado .....	102

Figura 4.3	Perfil Descriptivo( Monadico) de la Muestra CDB2 – Licor de Cacao Desbacterizado.....	103
Figura 4.4	Resumen de Perfiles Sensoriales.....	107
Figura 4.5	Resultado de Aerobios Mesofilos Totales en Proceso sin Desbacterización .....	110
Figura 4.6	Resultado de Aerobios Mesofilos Totales en Proceso Desbacterizado.....	110



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Índice de Eliminación de Bacterias e influencia de Sabor..... 31
Tabla 2	Parámetros de Funcionamiento del Tostador ..... 53
Tabla 3	Parámetros de Funcionamiento del Desbacterizador ..... 54
Tabla 4	Metodología para el Recuento de Aerobios en Placa ..... 57
Tabla 5	Metodología para el Recuento de Mohos y Levaduras ..... 58
Tabla 6	Metodología para el Recuento de Coliformes Totales ..... 60
Tabla 7	Preparaciones de Sabores a Diferentes Umbrales ..... 68
Tabla 8	Atributos Sensoriales Característicos del Licor de Cacao..... 69
Tabla 9	Test de Valoración de Calidad con Escala Karlsruhe ..... 75
Tabla 10	Escala de Puntos para el Liking Test ..... 79
Tabla 11	Modelo lineal general: Atributos sensoriales vs tratamiento juez 85
Tabla 12	ANÁLISIS de Varianza para Color Café..... 86
Tabla 13	ANÁLISIS de varianza para Aroma de Cacao ..... 87
Tabla 14	ANÁLISIS de Varianza para Sabor a Cacao ..... 88
Tabla 15	ANÁLISIS de Varianza para Sabor Acido ..... 89
Tabla 16	ANÁLISIS de Varianza para Sabor Amargo..... 90
Tabla 17	ANÁLISIS de Varianza para Sabor Floral / Frutal ..... 91
Tabla 18	ANÁLISIS de Varianza para Finura..... 92
Tabla 19	ANÁLISIS de Varianza para Astringencia ..... 93
Tabla 20	ANÁLISIS de Varianza para Residual General ..... 94
Tabla 21	ANÁLISIS de Varianza para Nivel de Preferencia ..... 95
Tabla 22	Pefil Descriptivo( Monadico) Blanco- Licor de Cacao sin Desbacterizar ..... 101
Tabla 23	Pefil Descriptivo( Monadico) Muestra CDB1- licor de Cacao Desbacterizado ..... 102
Tabla 24	Pefil Descriptivo( Monadico) CDB2- licor de Cacao Desbacterizado ..... 103
Tabla 25	Comparación de DUNCAN para Aroma de Cacao ..... 104
Tabla 26	Comparación de DUNCAN para Sabor a Cacao ..... 105
Tabla 27	Comparación de DUNCAN para Nivel de Preferencia ..... 106
Tabla 28	Resultados de la Evaluación Sensorial a Diferentes Procesos Térmicos ..... 108

# INTRODUCCIÓN

El desarrollo del siguiente proyecto abarca principalmente lo siguiente:

En el capítulo 1 se hará una breve descripción del origen del cacao, su cultivo y disponibilidad en el Ecuador, con el propósito de conocer la demanda y exigencias crecientes del mercado local y mundial en lo concerniente a mantener y conservar propiedades sensoriales particulares o ideales, como aroma y sabor, siendo estas precursoras desde la materia prima (habas de cacao) y posteriormente en sus semi elaborados de alta calidad, licor de cacao. Para esto, se requieren procesos flexibles y aplicaciones específicas para cada tipo de cacao con diversos orígenes o mezclas.

En el capítulo 2, mediante análisis sensorial se demostrará la influencia del proceso de desbacterización sobre el perfil de licor de cacao. Para esto, se utilizará un panel sensorial debidamente entrenado, el cual permitirá determinar cualitativamente los principales atributos y su nivel de preferencia.

En el capítulo 3, utilizando una escala hedónica, se ponderarán los atributos sensoriales para cada prototipo formulado con condiciones operacionales distintas, evaluando estadísticamente (MINITAB 16) si existen diferencias significativas entre los tratamientos a utilizarse, sin desbacterizado y con

desbacterizado. Finalmente, se valorará el impacto en la inocuidad por el tratamiento de desbacterizado en licor de cacao, a través de diferentes análisis microbiológicos avalados por la AOAC.

Con estos antecedentes, en el capítulo 4, se determinarán los resultados obtenidos en cada uno de los prototipos y sus cambios significativos en los atributos sensoriales, como aroma y sabor a cacao, y nivel de preferencia demostrando así el efecto del tratamiento térmico, desbacterizado, sobre los mismos.

Finalmente en el capítulo 5, se presentarán las conclusiones y recomendaciones para determinar la relevancia de contar con una etapa de desbacterización, en combinación con una aplicación adecuada de presión de vapor y tiempo de retención. Todo esto, para garantizar estándares internos de calidad, y así cuidar las características organolépticas y microbiológicas fundamentales, manteniendo la preferencia de clientes y consumidores en la aplicación o transformación final en la industria chocolatera.

# CAPÍTULO 1

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Materia Prima

El cacao pertenece al género *Theobroma* que en griego significa “Alimento de los Dioses”. Se conocen 18 especies distintas, que se distinguen por el mayor o menor crecimiento de la planta, la forma de sus hojas, el volumen y coloración del fruto. Las semillas también varían en forma, tamaño y cualidades nutritivas.

El árbol de cacao es una planta de tipo tropical que crece en climas cálidos y húmedos, por lo general es un árbol pequeño, entre 4 y 8 metros de alto, aunque si recibe sombra de árboles grandes, este puede alcanzar hasta los 10 metros de alto. La madera es de color claro, casi blanco, y la corteza es delgada, de color café como se observa en la figura 1.1. (Aguirre, 2005).



**FIGURA 1.1 ÁRBOL DE CACAO**

FUENTE: (Nestlé, 2013)

Ciertos árboles de cacao son productivos en tres o cuatro años, cuando el árbol de hoja perenne de cacao llega a su edad fértil, flores y frutos comienzan a aparecer en cantidades modestas. Estos se pueden encontrar en el árbol en todas las estaciones del año, aunque normalmente dos cultivos se cosechan cada año. Los frutos crecen directamente del tronco del árbol y las ramas más gruesas. Mientras puede haber varios miles de flores en un árbol maduro como se observa en la figura 1.2., sólo un pequeño número madura en frutas. Estos tienen unos seis meses para crecer de una flor fertilizada, miden 10-15 cm en el centro, y son de 15-25 cm de largo, La vaina contiene unas 40 semillas. Después de fermentación y secado, una vaina produce alrededor de 40g de semillas, una semilla suele pesar alrededor de 1 gramo. (Tandazo, 2014)



**FIGURA 1.2 FLOR DE CACAO**

### **1.1.1 Cultivos y Disponibilidad**

#### Cultivos

El cultivo exitoso de cacao requiere un clima especial que se encuentra sobre todo en la zona delimitada por los trópicos de Cáncer y Capricornio. La mayoría de los cultivos del mundo se cultivan en 10° norte y sur del Ecuador. Crecerá desde el nivel del mar, hasta un máximo de unos 1.000 metros, aunque la mayor parte de la cosecha mundial crece a una altitud de menos de 300 metros. Las temperaturas deben estar dentro de los 18°- 30°C (65°- 86°F). La lluvia debe estar bien distribuida por todo el año. Los árboles deben ser protegidos de los fuertes vientos; suelos deben estar bien aireados, y plagas y enfermedades deben ser controladas cuidadosamente.

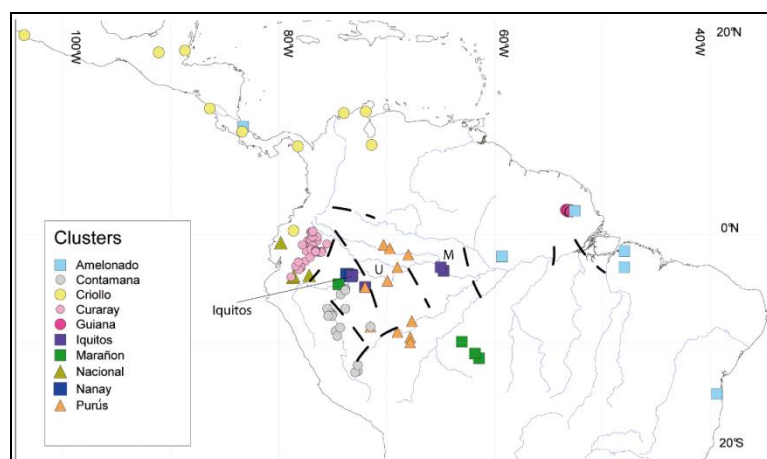
Los rendimientos por hectárea han aumentado con el tiempo, alrededor de 350 kg a más de 1.500 kg en las explotaciones más eficientes. Hoy en día, los árboles de cacao se cultivan en más de 40 países de todo el mundo, a través de una superficie estimada de 3,6 millones de hectáreas, la producción de un cultivo anual de más de 3,0 millones de toneladas de granos secos listos para su procesamiento. (Tandazo, 2014)

En 2008, un gran estudio de la diferenciación genética y geográfica de *Theobroma cacao* se completó en América Latina. Los resultados sugieren, una nueva clasificación de germoplasma de cacao en diez grandes grupos: Marañón, Curaray, Criollo, Iquitos, Nanay, Contamana, Amelonado, Purús, Nacional y Gulana, los cuales se puede observar en la figura 1.3.

Esta nueva clasificación se dice que refleja con mayor precisión la diversidad genética de cacao y con los cuales se espera apoyar nuevos esquemas de acoplamiento dirigidos a aumentar la resistencia a las enfermedades, mejorar el sabor y mejorar el rendimiento del cultivo.

Sería erróneo afirmar que ciertas variedades naturales de cacao son mejores que otros. Cada uno tiene sus propias características químicas y físicas diferentes, que se tienen muy en cuenta cuando se mezclan los granos.

La calidad final del cacao, cualquiera que sea su origen, se ve afectada de manera significativa por las condiciones climáticas durante el crecimiento, el estado del suelo, la fermentación y el secado. Las condiciones de almacenamiento son también importantes en el deterioro de la calidad.



**FIGURA 1.3 GENÉTICA DEL CACAO**

FUENTE: (Fundación Wikimedia, Inc., 2015)



### Variedades del cacao según su origen

Atributos típicos del grano, tales como el tamaño del grano, sabor, color y composición química de la grasa, varían considerablemente en los granos de diferentes orígenes. Tradicionalmente, ha habido tres tipos principales de cacao descritas en el mundo: Criollo, Forastero y Trinitario, como se puede observar en la figura 1.4.

Los criollos se conocen comúnmente con un color más claro y un carácter suave de nuez. Cacao Forastero se caracteriza por ser de color marrón oscuro y con un sabor más fuerte, ligeramente amargo, y por tener un mayor contenido de grasa. La mayor parte de la cosecha mundial de cacao ha sido considerado para ser del tipo Forastero, más específicamente un subtipo conocido como Amelonado. El Criollo es conocido por las características de sabor, mientras que la planta de Forastero más comúnmente conocido por su capacidad para resistir las condiciones climáticas más severas. Un tercer tipo ha sido también descrito como "Trinitario"; esencialmente un híbrido de Criollo y Forastero.



FUENTE: (Nestlé, 2013

**FIGURA 1.4 DISTRIBUCIÓN DE LAS VARIEDADES DE CACAO EN EL MUNDO**

)

Partes de Ecuador cuentan con un tipo muy específico de cacao, llamado cacao Nacional o Arriba y con una nueva variedad de clon CCN-51. Al cacao nacional, por muchos años se lo ha considerado como un tipo de cacao Forastero, debido a la forma de la mazorca, pero en la actualidad se cree que este tipo de cacao se encuentra en el país desde tiempos inmemoriales, desde antes de la conquista española. Por este motivo, algunos autores, basados en varios estudios, tanto morfológicos como del DNA y del sabor, creen que el cacao nacional mantiene distancias genéticas de los Forasteros, de los Trinitarios y de los Criollos, considerando

necesario clasificarlo en un grupo separado de los anteriormente nombrados.

El CCN-51 es un cacao clonado de origen ecuatoriano de frutos que tienen una coloración rojiza en su estado de desarrollo y en su madurez. Contienen grandes cantidades de grasa, por lo que define sus propios nichos de mercados. Es una variedad que se caracteriza por su capacidad productiva, siendo esta cuatro veces mayor a las clásicas producciones, y a su vez por ser resistente a las enfermedades, esta variedad es reconocida por su acidez y astringencia, a diferencia del cacao Nacional que resalta por un sabor y aroma fino o como son los sabores secundarios como florales, frutales y a nuez.

#### Disponibilidad

Según los datos del último Censo Agropecuario realizado en el año 2000, existen 243,146 ha de cacao, como cultivo solo y 191.272 ha de cultivo asociado. De las cerca de 500.000 ha de cacao existentes en el país, más del 90% corresponde a cacao arriba y el 10% restante es CCN51.

La provincia de Los Ríos representa el 24% de la superficie total sembrada en el país, Guayas y Manabí contribuyen cada una con el 22%, respectivamente, en tanto que la provincia de Esmeraldas participa con el 10% y El Oro con el 8%; la diferencia se encuentra en el resto de provincias del callejón interandino y la Amazonía.

De un total aproximado de 100.000 unidades productivas agropecuarias que cultivan actualmente el cacao, el 50% son pequeños productores con superficies menores a 10 hectáreas de cacao, 18% con una superficie de 10 hasta 20 hectáreas, 20% con una superficie de 20 hasta 50 hectáreas y 12% con superficies mayores a 50 hectáreas de cacao. Es decir la mayoría de la producción está en manos de pequeños productores, considerándose aproximadamente 90 mil productores registrados en Ecuador.

Es importante mencionar que, a pesar que la mayor parte de pequeños productores poseen en la actualidad cultivos de cacao arriba, en los últimos años, un número considerable de éstos ha introducido las variedades clonales de poco sabor en sus huertas. En general, los productores más grandes son los que han tecnificado el cultivo de cacao y están utilizando variedades como

CCN51 en un sistema de producción más tecnificado (monocultivos) y con alta utilización de insumos.

Sin embargo, el CCN51 no presenta las características únicas del cacao arriba, tan solicitadas en el mercado internacional y que han permitido que el producto cuente con un premio sobre el precio de bolsa, incentivando así a la mayoría de productores a mantener sus cultivos. (Quingaisa, 2007)

## **1.2 Procesamiento de Cacao**

El proceso de elaboración de licor de cacao está basado principalmente en las siguientes etapas fundamentales: Selección y Clasificación, asegurar perfil sensorial idóneo; Limpieza: remoción de impurezas; Tostado y Desbacterizado: activación de precursores físico químicos y reducción de microorganismos; Descascarado y Molienda: liberar el núcleo (nib) y transformarlo en semisólido, licor de cacao.

Las habas del cacao se limpian para retirar cualquier material extraño. Se tuestan las habas con la finalidad de acentuar el sabor y color del chocolate. La temperatura, tiempo y grado de humedad

involucrados en el tostado depende en el tipo de granos a procesar y el tipo de chocolate o productos requeridos del procesamiento.

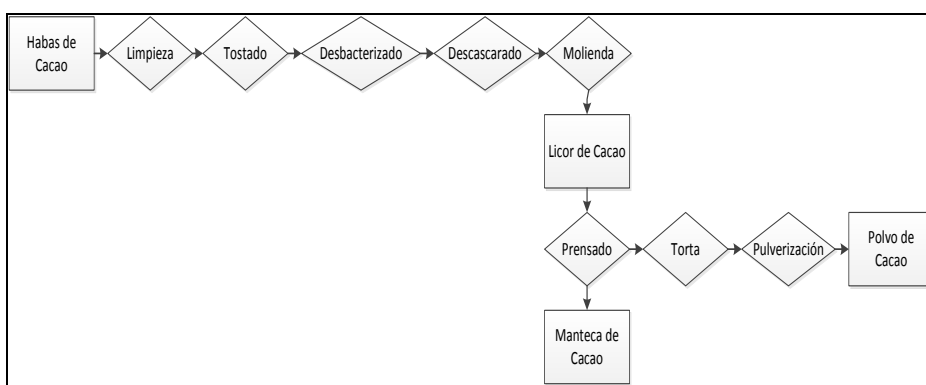
Se descascará el grano del cacao para dejar básicamente el núcleo, en sí el nib del cacao. Los Nibs son sujetos en ciertos procesos a una alcalinización, usualmente a través de carbonato de potasio, para desarrollar color y sabor.

Seguido, se muelen los nibs de cacao para producir el licor de cacao (partículas de cacao suspendidas en manteca de cacao). La temperatura y grado de molido varían dependiendo de los productos derivados requeridos.

Los fabricantes generalmente utilizan más de un tipo de haba de cacao; de tal forma, los diferentes habas utilizados se mezclan para obtener "su fórmula". (Rodríguez)

El licor de cacao es prensado para extraer la manteca, resultando una masa sólida llamada torta de cacao. La cantidad de manteca de cacao extra es controlada por el fabricante para extraer tortas con diferentes contenidos porcentuales de grasa. (Navarro, 2012)

El procesamiento toma dos direcciones. Por un lado, la manteca es utilizada para producir chocolate; por otro lado, la torta se rompe en pequeñas partículas para después ser pulverizada obteniendo cacao en polvo. A continuación en figura 1.5 se ilustra fases de proceso y sus productos. (Rodríguez)



**FIGURA1.5 PROCESAMIENTO DE CACAO Y SUS DERIVADOS**

FUENTE: NARVÁEZ & CAVEZAS, 2014

### 1.2.1 Calificación

Para la elaboración de semielaborados de cacao, se debe iniciar por un adecuado proceso de selección y/o calificación del haba de cacao. Para esto los factores que se toman en cuenta depende de su origen, y este se basa en las zonas donde son cultivadas las habas.

Una vez que el cacao es receiptado se evalúa que tan limpio y seco se encuentra, para proceder con su la clasificación del grano. Se reconoce que el grano está seco cuando estas se parten con mucha facilidad. Para el caso del cacao ecuatoriano, los estándares para las diferentes calidades de cacao están dados por las normas INEN del Ecuador.

La norma NTE INEN 177, establece el procedimiento para la toma de muestra del cacao en grano, descrita principalmente en la figura 1.6 a continuación:

Tamaño del lote (número de sacos)	Número mínimo de muestras elementales *
2 - 8	2
9 - 15	3
16 - 25	5
26 - 50	8
51 - 90	13
91 - 150	20
151 - 280	32
261 - 500	50
501 - 1 200	80
1 201 - 3 200	125
3 201 - 10 000	200
10 001 - 35 000	315
35 001 - 150 000	500
150 001 - 500 000	800
mayor a 500 001	1 250

\* El tamaño de la muestra puede cambiar dependiendo del nivel de inspección acordado entre comprador y vendedor. Muestreo por atributos.

**FIGURA 1.6 NÚMERO DE MUESTRAS ELEMENTALES DE CACAO EN GRANO**

FUENTE: (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 1995)



La norma NTE INEN 176, establece los requisitos de calidad que debe cumplir el cacao en grano beneficiado y los criterios que deben aplicarse para su calificación; en sus distintas variedades Arriba y CCN51, descritas en la figura 1.7 a continuación:

REQUISITOS	UNIDAD	ARRIBA					CCN51
		A.S.S.P.S	A.S.S.S	A.S.S	A.S.N.	A.S.E.	
Cien granos pesan	g	135-140	130-135	120-125	110-115	105-110	135-140
Buena fermentación (mín.)	%	75	65	60	44	26	***65
Ligera fermentación* (mín.)	%	10	10	5	10	27	11
Violeta (máx.)	%	10	15	21	25	25	18
Pizarroso (pastoso) (máx)	%	4	9	12	18	18	5
Moho (máx.)	%	1	1	2	3	4	1
TOTALES ( análisis sobre 100 pepas)	%	100	100	100	100	100	100
Defectuosos ( análisis sobre 500 gramos) (máx).	%	0	0	1	3	**4	1
TOTAL FERMENTADO (mín.)	%	85	75	65	54	53	76
A.S.S.P.S	Arriba Superior Summer Plantación selecta						
A.S.S.S	Arriba Superior Summer Selecto						
A.S.S.	Arriba Superior Selecto						
A.S.N.	Arriba Superior Navidad						
A.S.E.	Arriba superior Época						
* Coloración marrón violeta							
** Se permite la presencia de granza solamente para el tipo A.S.E.							
*** La coloración varía de marrón a violeta							

FUENTE: (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2012)  
**FIGURA 1.7 REQUISITOS DE CALIDAD DEL CACAO EN GRANO BENEFICIADO**

La prueba de corte de haba se utiliza para evaluar los defectos y el grado de fermentación en los granos. A continuación algunos de los principales defectos:



Buena Fermentación

Sin Fermentar, Violeta

Sin Fermentar, Pizarroso

**FIGURA 1.8 DEFECTOS DE GRANO EN FERMENTACIÓN**  
**FUENTE: NARVÁEZ & CAVEZAS, 2014**

Parte de los criterios claves, está el sabor. Para lo cual un panel de expertos, buscan identificar malos sabores o adulteraciones, claro esto dependerá del tipo de grano y su manejo y/o almacenamiento. Por esto, existen diferentes tipos de sabores y sus posibles procedencias, tales como:

- Sabores Mohosos: provenientes de una mala fermentación en el almacenamiento produciendo moho en las habas.
- Sabores Ahumados: provenientes de altas concentraciones de humo producidas durante la etapa de secado.
- Sabores Ácidos: provenientes de un exceso de ácido creado durante la fermentación o el secado inadecuado, generando residualidad o malos sabores ácidos.

- Sabores no característicos o fuera del perfil normal: también pueden ser causados por la proximidad de otro producto de olor fuerte durante el almacenamiento y el transporte.

### **1.3.3 Secado**

El secado del cacao es el proceso final y consiste en reducir el contenido de humedad del interior de las habas fermentadas desde un 56% aproximadamente (post fermentación) hasta un nivel del 6,5 – 7%, que es la humedad ideal para almacenar y comercializar el producto. No se debe reducir la humedad por debajo del 6%, ya que las habas se vuelven quebradizas y sufren durante el transporte. Por otro lado, si no se secan adecuadamente son muy propensas a contaminarse de mohos (hongos) lo cual constituye uno de los peores defectos de la calidad. (Martínez & Nassar, 2013)

#### **Método Natural**

Se basa en el aprovechamiento de la radiación solar directa que suministra una temperatura muy satisfactoria para la continuación de algunos cambios que no han terminado en las habas durante la fermentación. De acuerdo con la intensidad solar, el secado se demora entre 6 a 8 días. Es la fuente más barata y adecuada de energía.



FUENTE: TENDAL, AGRISON ECUADOR 2014

**FIGURA 1.9 SECADO NATURAL TENDIDO EN SUELO**

En la figura 1.9 se observa la manera natural de secar el cacao; el secado natural dura entre 6 a 8 días en condiciones climáticas adecuadas.



**FIGURA 1.10 SECADO NATURAL EN MARQUESINA.**

FUENTE: (Martínez & Nassar, 2013)

En la figura 1.10, se observa la manera de secado natural del cacao en una marquesina utilizando el calor solar.

Su principal diferencia y beneficio, es la protección contra posibles eventos climáticos, como lluvias.

#### Método Artificial

Es una alternativa necesaria para aquellas regiones donde llueve mucho en periodos de cosecha o en plantaciones tan grandes que es prácticamente difícil secar oportunamente toda la producción de cacao por el método natural. En el secado artificial se usa una corriente de aire caliente que se aplica con el cuidado de no producir contaminaciones, sobre todo de humo. Como fuente de calor se puede utilizar leña, carbón mineral, diésel o electricidad. Con este método la duración del secado es de 20 a 36 horas con temperaturas entre 50 °C y 60 °C. . (Martínez & Nassar, 2013)



**FIGURA 1.11 SECADO ARTIFICIAL EN SECADOR.**  
FUENTE: TENDAL, AGRISON ECUADOR 2014

En la figura 1.11, se observa el secador artificial en base a diésel, el cual es utilizado cuando el clima no es el adecuado para secar el cacao de manera natural.

### **1.2.3 Mezcla**

La mezcla se puede o debe aminorar sobre la base del análisis de lotes individuales de habas, para preparar una mezcla óptima deseada. De esta manera, las características fluctuantes pueden reducirse o uniformarse antes de que los granos sean procesados. Un enfoque alternativo es procesar lotes específicos de habas y mezclar los licores de cacao resultantes. (Cabeza, 2004)

### **1.2.4 Limpieza**

A los granos de cacao se les adhiere polvo, arena y cuerpos extraños. La eliminación de estas suciedades como piedras, fibras, tubérculos, piezas metálicas, granos gemelos y trillizos, debe hacerse con mucho cuidado antes de empezar con la transformación de los granos para sus procesos subsecuentes.

Es por esto que la limpieza tiene lugar antes del tostado, cuando los granos están almacenados en sacos o antes del ensilaje cuando el almacenamiento se hace en silos.

Las suciedades conducen a una pérdida de calidad desde el punto de vista tecnológico, por la formación de gases durante el tostado, generando una influencia negativa sobre el resultado del perfil sensorial, posibles desajustes y averías de las máquinas. (Humberto, Vivas, & Romero, 2000)

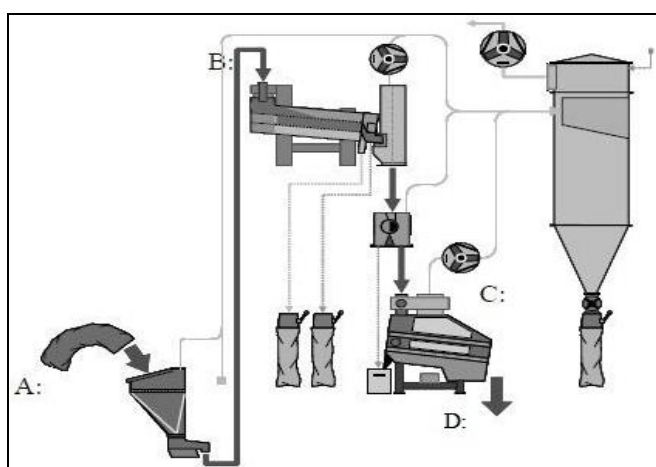
Una limpieza minuciosa por aspiración garantiza las condiciones higiénicas y mejora las propiedades para el almacenamiento. Las pérdidas debidas a la limpieza son variables y pueden llegar hasta el 2,1%, dependiendo del origen o procedencia del cacao.

El proceso de producción real comienza con los siguientes tres pasos: limpieza, rompimiento o descascarado y molienda. Su objetivo es obtener granos limpios, rotos, y nibs (núcleos). Estos núcleos deben ser lo más uniformes en tamaño posible para lograr una calidad constante. (Viale delle Terme di Caracalla, 1985)

En primer lugar, los granos son materia tamizada, donde se segregan cuerpos extraños tales como bambú, cuerda, ramas, piedras y materiales magnéticos.

El sistema de limpieza es constituido por cuatro etapas, descritos a continuación e ilustrados en la figura 1.12

- A. Separador, retira las impurezas más gruesas y pequeñas de las pepas de cacao.
- B. Clasificador, remoción a través de aspiración de las partículas finas (polvo, cascarilla y fibras).
- C. Trampa Magnética, separación de partes metálicas.
- D. Despedrado, separación de partes pesadas (piedras, vidrios y partes metálicas por despiedradora).



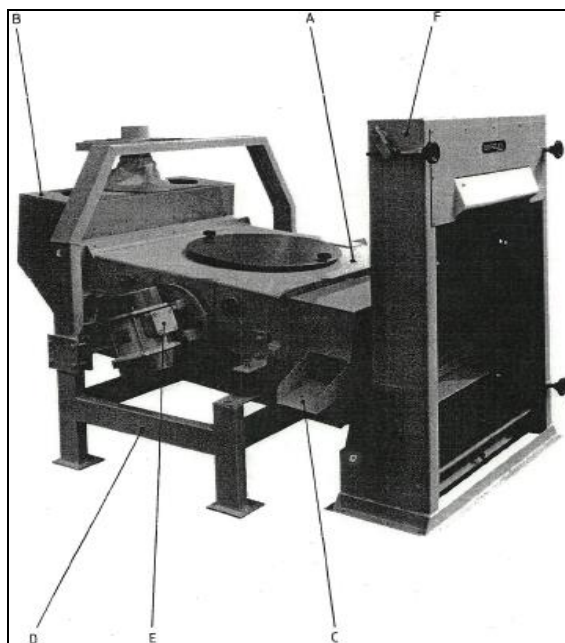
**FIGURA 1.12 PROCESO DE LIMPIEZA DE CACAO**

Fuente: Narváez & Cavezas, 2014



La clasificadora esta principalmente compuesta por un juego de tamices que permiten separar partículas gruesas de las finas, y así asegurar tener granos aptos para las siguientes etapas. En la figura 1.13 se puede apreciar sus componentes principales.

- A. Maquina básica, 1 juego de dos tamices.
- B. Unidad de entrada
- C. Unidad de descarga
- D. Estructura
- E. Vibradores
- F. Ventilador vertical

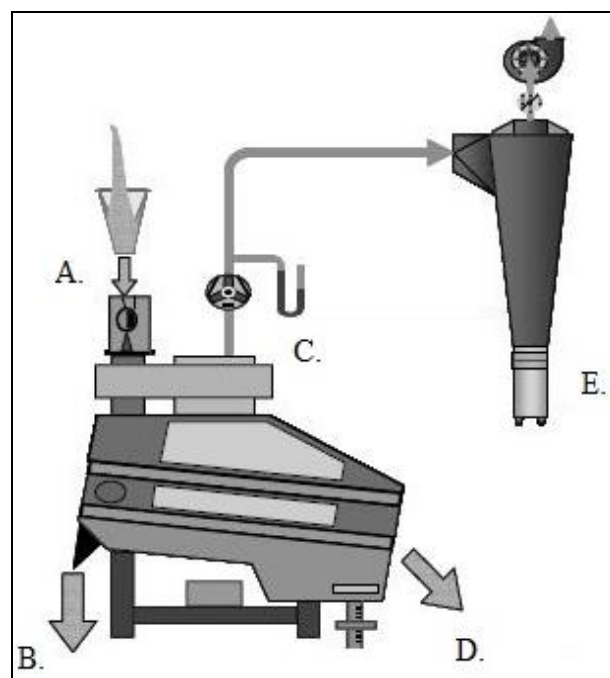


**FIGURA 1.13 CLASIFICADORA DE HABAS DE CACAO**  
FUENTE: (Buhler Barth AG, 1986)

El proceso de despedrado, en cambio asegura retirar todas aquellas partículas más pesadas que los granos o habas, a través de una adecuada inclinación y vibración.

En la figura 1.14 se puede apreciar sus principales controles.

- A. Control de tambor magnético
- B. Control de impurezas en cacao limpio
- C. Control de succión
- D. Control de inclinación de mesa
- E. Control de cacao en granza



**FIGURA 1.14 DESPIEDRADA DE HABAS DE CACAO**

Fuente: Narváez & Cavezas, 2014

### **1.2.5 Tostado**

El proceso de tostado tiene el objetivo de reducir el contenido de agua y además desarrollar sabor y aroma. El sabor y aroma de los nibs se forma a partir de los precursores que se desarrollaron durante una adecuada fermentación y tostación, por lo que es necesario un control exacto de las temperaturas y tiempos.

El principio para la formación de sabores, se da a través de la modificación de hidratos de carbono en función del tiempo, glucosa y fructuosa. En el caso de aromas volátiles, en cambio existe una reducción de péptidos, amino ácidos y azúcares reductores. Estos cambios son dados por reacciones de Maillard, que en combinación con azúcares reductores generan melanoides, obteniendo oscurecimiento y caramelización, lo que conlleva a un cambio en la coloración interna del haba y disminución de la astringencia, sabor en el producto final. (Méndez, Miranda, & Rosales, 2011)

Es poco común el uso de un proceso de esterilización por medio de la fumigación o irradiación al final del proceso de producción. Además de fumigación puede dejar residuos, y la irradiación puede causar un cambio no deseado en el sabor (oxidación).

La esterilización post proceso sirve a menudo para ocultar las malas condiciones de higiene del proceso y la contaminación con materias extrañas, que no se eliminan por la esterilización previo al proceso.

#### **1.2.5.1 Tostado de Habas**

Existen diferentes metodologías, que dependen también de la dimensión de la producción. Las más comunes son el proceso de tostado por lecho fluido y el de tostación rotativa.

Durante el proceso de tostado por lecho fluido, las habas se transportan neumáticamente, por aire caliente, a unas temperaturas de ~120 hasta 180°C por un tiempo de 30 hasta 200 segundos. Las habas se tuestan, la cáscara se separa un poco de las pepas y, en general, representa un proceso muy suave.

En el caso de la tostación rotativa, las habas están en un tambor, rotando sobre una fuente de aire caliente. En este proceso, las pepas se tocan entre ellas y el proceso necesita mucho más tiempo para tener el mismo grado de tostado que con el proceso descrito anteriormente, para garantizar homogeneidad. (Radi, 2005)

### **1.2.5.2 Tostado de Nibs**

El tiempo de tostado de los nibs depende del método y tiene un tiempo mínimo de uno a 4 minutos. Tiempos más largos, teóricamente, no son problemáticos, aunque temperaturas demasiado altas tienen una influencia negativa en el perfil sensorial sobre los productos a tostar.

Un tostado en seco favorece más la formación de sustancias aromáticas específicas del cacao, mientras que esa formación es limitada cuando se realiza un tostado húmedo y se pierden en presencia de un nivel demasiado alto de vapor de agua.

El nib tostado es típicamente tostado y molido en un proceso multi-etapa durante la molienda. Los granos rotos cambian de un estado sólido a una masa fluida de partículas de cacao suspendidas en manteca de cacao. Esto es debido al alto contenido de grasa del grano. Aproximadamente la mitad del nib es grasa y la molienda rompe la estructura celular de los nibs de cacao y libera la manteca de cacao. (Schmid, 2013)

### **1.2.6 Desbacterizado**

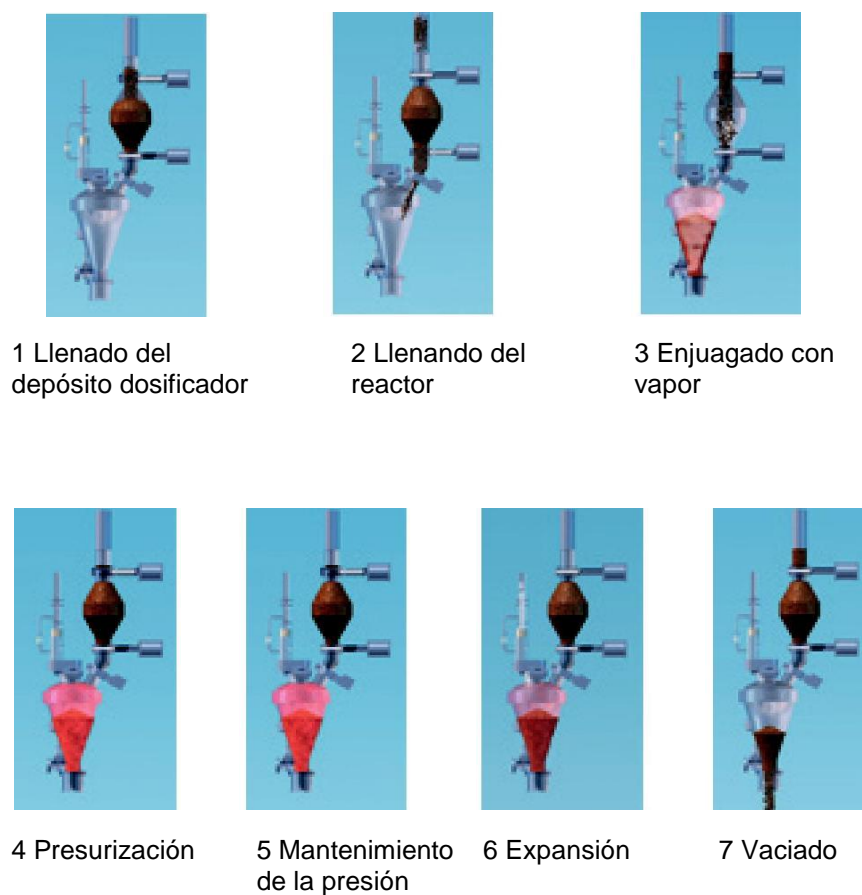
Debido a las altas exigencias de calidad e higiene, hoy en día casi todas las multinacionales practican el proceso de desbacterizado como tratamiento térmico a sus granos de cacao, principalmente por las ventajas que ofrece el proceso, como reducción de gérmenes sobre la cáscara, evita migración de la materia grasa del núcleo a la cáscara, mejora el descascarado, pérdidas del núcleo y reduce, durante la eliminación de las cáscaras, la rotura de nibs.

El equipo de desbacterización es un método para desactivar microorganismos en muy poco tiempo, hasta por debajo del límite de detección, 100 Unidades Formadoras de Colonia por gramo, incluyendo microorganismos patógenos e incluso eliminando bacterias mesófilas, termófilas e inactivando esporas de los mismos.

El tratamiento térmico del producto se realiza por cargas o batches en un reactor vertical, donde el producto al granel se remueve suavemente para homogeneizarlo en su interior. Luego, en conjunto con el uso de vapor sobrecalentado permite obtener tiempos de ciclo muy cortos donde válvulas de alta calidad garantizan la

fiabilidad del proceso, gracias a su completa hermeticidad dentro del reactor. (Buhler Barth AG, 2005)

En la figura 1.15 se puede observar cómo se realiza fase a fase un ciclo completo para desbacterización de producto, habas de cacao.



**FIGURA 1.15 PROCESOS DE DESBACTERIZACIÓN**

FUENTE: (Buhler Barth AG, 2007)

En la Tabla 1 se puede apreciar como puede verse influenciada la reducción de gérmenes y alteración de sabor, según combinación deseada de presión de vapor y tiempo de retención en el reactor.

**TABLA 1**  
**ÍNDICE DE ELIMINACIÓN DE BACTERIAS E INFLUENCIA**  
**DE SABOR**

	<b>Baja / corto</b>	<b>Media / medio</b>	<b>Alta / largo</b>
Presión ( <i>temperatura y tiempo</i> )	Eliminación reducida	Buena desbacterización	Máxima Desgerminación
	Ninguna alteración del Sabor	Alteración mínima del sabor	Alteración previsible del Sabor

FUENTE: (Buhler Barth AG, 2007)

### 1.2.7 Descascarado

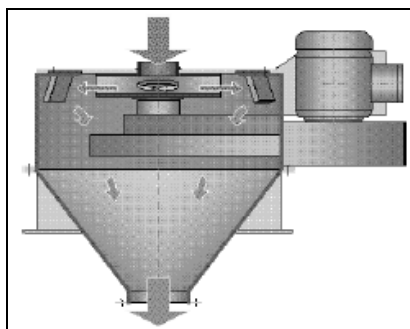
El proceso de descascarado de las habas ocurre en varios pasos para evitar un exceso de partículas finas. Una vez que el cacao ha sido tostado, se deberá descascarar inmediatamente mientras esté caliente para facilitar la remoción de las cubiertas.

Este proceso es conocido como Winowing, por medio de aire y de diferentes tamices, hay una separación de la cáscara. El producto



es tamizado en varias fracciones para alcanzar una óptima separación durante el descascarado.

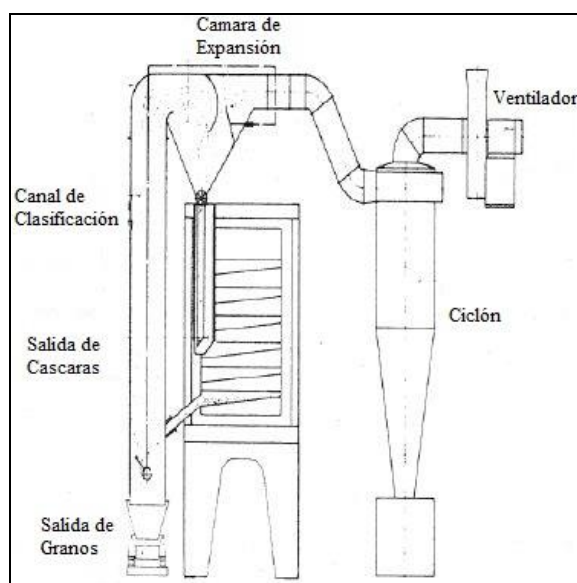
Para esta etapa se utiliza un equipo rompedor de grano que por lo general está provisto de una turbina central que por fuerza centrífuga golpea los granos contra placas metálicas (martillos) fijadas en la pared del cilindro donde se rompen, como se ilustra en la figura 1.16 a continuación. (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias - INIAP, 2006)-



**FIGURA 1.16 DESCASCARADO, MARTILLO ROMPEDOR**  
FUENTE: (Buhler Barth AG, 1986)

Estas fracciones luego se alojan en gabinetes de expansión, ilustrados en la figura 1.17, donde los componentes más "ligeros", cáscara rota, se elimina mediante una corriente de aire.

El cacao quebrado junto con su cáscara cae sobre una zaranda inclinada con vibración con tamices de diferente abertura (0.04 mm, 0.06 mm, 0.08mm, y 0.1 mm) y por medio de un flujo de aire es separada la cáscara del cacao troceado, nib de cacao.



**FIGURA 1.17 SISTEMA DE EXPANSIÓN**

FUENTE: (Buhler Barth AG, 1986)

Adicionalmente al proceso de separación por densidad, se configuran posteriormente imanes potentes que ayudan a eliminar materias extrañas magnéticas del nib, provenientes de la materia prima y/o procesos anteriores.

El nib puede entonces, ser almacenado en silos, a la espera de su procesamiento posterior, molienda. La cáscara o cascarilla

separada, a menudo se vende a productores para abono o fertilizantes agrícolas.

### **1.2.8 Molienda**

La fase de molienda sirve para liberar la manteca de cacao rompiendo la estructura celular de las semillas, nibs, y libera la manteca de cacao. Esto es debido al alto contenido de grasa del haba, aproximadamente la mitad de la misma es grasa.

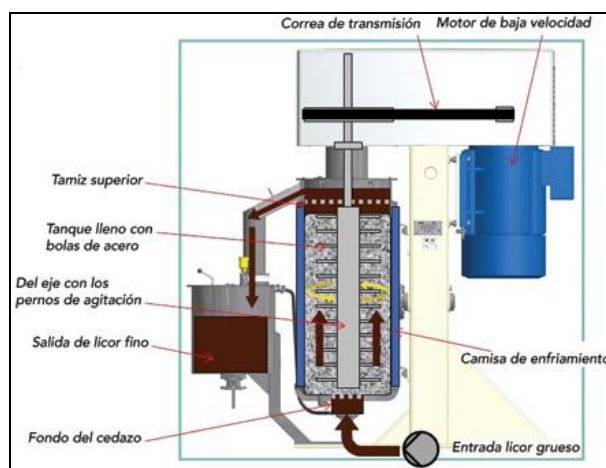
La manteca luego envuelve los tejidos celulares rotos, nibs reducidos de tamaño, y forma así la fase líquida, conocida como licor de cacao. Generalmente, el licor posee un tamaño de partícula de 20 hasta 40  $\mu\text{m}$ , mayormente el 80% del producto posee esta distribución.

Pero para lograr esto, se debe continuar con el proceso de molienda asegurando que las partículas se hagan más pequeñas. En general, para el licor, la finura deseada final es de >98% de distribución, con partículas menores a 75 micras, medido en un tamiz de malla 200 (75 micras). Como mencionado previamente, un paso de molienda no es suficiente para lograr esa finura;

dependiendo de la capacidad, se requieren tres pasos de molienda o más.

Los pasos de molienda subsecuentes, constan en una molienda intermedia y fina, para lo cual actualmente son utilizados molinos de bolas horizontales. Donde el producto es bombeado a través de un recipiente que contiene una serie de elementos trituradores, bolas, que giran sobre su eje como brazos trituradores. Lo que da como resultado un lecho móvil de elementos trituradores. (Industria Alimenticia, 2012)

El principio de un molino de bolas horizontales se ilustra en la Figura 1.18.



**FIGURA 1.18 MOLINO DE BOLAS HORIZONTAL**

FUENTE: (Industria Alimenticia, 2012)

### 1.3 Licor de Cacao

El licor de cacao es el cacao finamente molido como se puede observar en la figura 1.19. Al igual que el chocolate, es sólido a temperatura ambiente, pero líquido por encima de los treinta y cinco grados centígrados.

#### Características

Más de la mitad del peso de la masa de cacao es cacao en polvo (53 %), y el resto es manteca de cacao (17 %) y diversos otros elementos, como taninos. Por regla general, el licor de cacao es uno de los primeros pasos en la elaboración de diversos subproductos, como el chocolate. (Fundación Wikimedia, Inc., 2014)



**FIGURA 1.19 OBTENCIÓN DE LICOR DE CACAO**

FUENTE: (Rodríguez)

### **1.3.1 Perfil de Licor de Cacao**

Al licor de cacao se lo describe como una pasta fluida que es obtenida del cacao iniciando en un proceso de molienda. Este se utiliza como materia prima en la producción de chocolates y bebidas alcohólicas, y al someterse al proceso de prensado, puede convertirse en: manteca, torta y polvo.

La evaluación sensorial es la única prueba confiable para determinar si se puede utilizar determinado cacao para la elaboración de un perfil de licor de cacao, ya que con esta metodología se puede resumir las cualidades organolépticas que deben reunir los granos de cacao que son deseados por los fabricantes para procesar un producto de buena calidad, siendo estas las siguientes: 1) capacidad para desarrollar un buen licor, aroma (a cacao), y 2) libres de sabores secundarios especialmente humo causado por el secado artificial del cacao, ahumado ocasionado por una sobre fermentación, moho y acidez excesiva.

Para la obtención del perfil sensorial requerido se tiene que tomar en cuenta varios factores importantes como:

El tipo de grano de cacao utilizado. Cada variedad de haba tiene su propio perfil específico, sabor potencial.

El desarrollo del sabor en el grano debido al clima, la cantidad y el tiempo de sol y la lluvia, las condiciones del suelo, la maduración, el tiempo de la cosecha, y el tiempo entre la cosecha y la fermentación de los granos, todo ello contribuye a la formación del sabor.

Además, diferentes condiciones pueden conducir significativamente a los diferentes perfiles de sabor en los cuales aumentan o disminuyen sus atributos sensoriales como el sabor, aroma y apariencia. Para esto se han determinado seis descriptores diferentes: los favorables como cacao, la amargura, bouquet (sabor a vino o frutales) y cuerpo, y las menos favorables, tales como astringencia y acidez. Fuera de notas que se clasifican por separado bajo los descriptores como quemada, hammy (granos sobre fermentados), humo, moho, tierra, y leñosa.

El tipo de procesamiento térmico utilizado para la obtención del licor de cacao, ya que de este depende que los atributos encontrados en las habas de cacao permanezcan intactos hasta la obtención del licor. Por lo cual al momento de seleccionar el tratamiento térmico a utilizar en la obtención del licor de cacao, se deben de contemplar dos puntos importantes; el primero que este sea efectivo con su función, para asegurar la calidad microbiológica del producto y la

segunda es que no sea muy abrasivo para así cuidar los atributos sensoriales de la materia prima y que este perdure en el producto final. El perfil puede ser influenciado además por la elección de los equipos y variando las condiciones de procesamiento, de tal modo, se debe adaptar a las necesidades específicas de sabor de cada cliente individual. Obviamente, que el sabor específico tiene que ser reproducido, para asegurar que el cliente recibe lo que se espera.

Por lo cual tanto las características sensoriales tanto favorables como desfavorables, que se pueden presentar en el perfil del licor de cacao, se pueden mantener o erradicar en las diferentes etapas del procesamiento del licor, por lo cual se debe asegurar que cada etapa este controlada y estandarizada, con el fin de mantener este bouquet de sabores en el licor de cacao. (Fariñez, 2008)

### **1.3.2 Mejoramiento del aroma y sabor durante la Desbacterización**

En el país se han desarrollado importantes esfuerzos para mejorar la preservación del sabor y aroma en el licor de cacao, siendo considerado como uno de los sub productos más prestigiosos del mundo.



Tomando en cuenta los nuevos procesos tecnológicos en la industria alimenticia, como el desbacterizado, el cual a diferencia de los procesos térmicos actualmente utilizados en la mayor parte de la industria alimenticia que se caracterizan por ser muy eficaces en la reducción de la carga microbiana en los alimentos pero a la misma vez siendo estos muy abrasivos, este puede conservar la percepción sensorial de sabor y aroma en la obtención del licor de cacao, debido a que esta nueva metodología minimiza el impacto térmico que degeneran el perfil sensorial del producto.

Los atributos sensoriales claves que se presentan en el perfil de licor de cacao y que se debe preservar son aroma y sabor floral, frutal, tostado y a cacao.

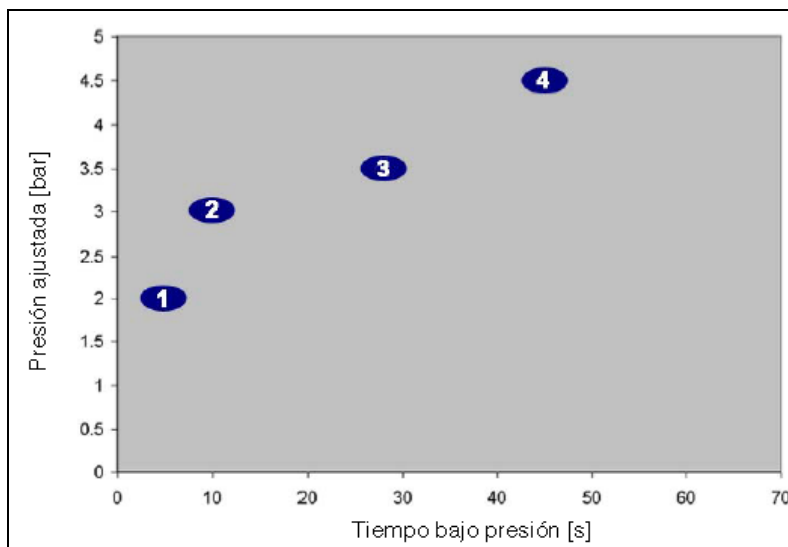
Esto se lo va a lograr al evaluar, y posterior a ello estandarizar las variables de proceso, como lo son la presión de vapor y temperatura de exposición en el proceso de desbacterizado, y así reducir considerablemente el impacto en las características sensoriales antes mencionadas, favoreciendo un perfil ideal manteniendo la preferencia de los clientes de mercados exteriores, sin que se vea involucrada la calidad microbiológica del producto final.

### **1.3.3 Presiones y Tiempos Actuales de Desbacterizado**

El principio de desbacterización se ha mostrado ser el método más efectivo para desactivar en muy poco tiempo, hasta por debajo del límite de detección, los microorganismos patógenos e incluso vegetativos termófilos y las esporas de los mismos. (Heinz, 2011)

Los tiempos de tratamiento mínimos son posibles sólo gracias a una combinación única de alta presión (hasta 5 bar), alta temperatura y alta humedad.

Las recomendaciones dadas para asegurar un adecuado proceso de desgerminación o reducción de aerobios mesófilos totales sin alterar el perfil sensorial están dadas en la combinación entre presión de vapor y tiempo de retención, resaltadas en la figura 1.20, a continuación. (Buhler Barth AG, 2007)



- (1) *Ninguna influencia sobre el sabor*
- (2) *Índice de eliminación moderado*
- (3) *Buenos resultados, mínima influencia sobre el sabor*
- (4) *Alto índice de eliminación, influencia perceptible sobre el sabor*

**FIGURA 1.20 ÍNDICE DE ELIMINACIÓN E INFLUENCIA SOBRE EL SABOR**

FUENTE: (Buhler Barth AG, 2007)

Donde se puede apreciar que en una combinación de mayor presión de vapor (4,5 bares) y tiempo de retención (45 segundos) existirá una reducción favorable en el ámbito microbiológico, pero así mismo una afectación directa sobre el sabor del licor de cacao.

Por otro lado, con una combinación de menor presión de vapor (2 bares) y tiempo de retención (5 segundos) no generará desmejoramiento del perfil sensorial en el atributo de sabor, pero se deberá analizar la reducción microbiológica alcanzada.

#### **1.3.4 Evaluación del perfil sensorial durante la desbacterización**

Enfocándose en la conservación de los atributos de sabor y aroma durante la elaboración del licor de cacao, se ha enfocado en el tratamiento térmico. Anteriormente, se utilizaba un proceso de tostado de habas de cacao y posteriormente del nibs, el cual cumple la función de reducir la carga microbiana. Actualmente se está evaluando un nuevo proceso térmico, “Desbacterizado”, que cumpla con la función de reducir la carga microbiológica en las habas de cacao, pero a la vez que se mantengan los atributos al no ser un proceso abrasivo.

Para este punto, el perfil del licor de cacao se evalúa por un panel entrenado, miembros en condiciones estándar.

Se evaluarán los dos perfiles fabricados en ambos procesos, para posterior a ello evaluar si los atributos de sabor y aroma permanecen con esta nueva tecnología. De esta manera lograr una mejora significativa en el semi elaborado, que a su vez va a ser una mejora para los clientes actuales y la conquista de nuevos clientes. Ya que estos atributos actualmente en el extranjero son muy apreciados en el perfil de licor de cacao para posterior a ellos poder elaborar chocolates de elite.

Para esto, se llevará a cabo un perfil descriptivo, para poder determinar los atributos del perfil y posterior a ello llevar cada atributo a una escala cuantitativa, donde se indicarán máximos y mínimos requeridos para cada uno en el perfil de licor de cacao.

Y como prueba final realizar un liking test para definir que prototipo es el que demuestra una mayor aceptación ante el panel.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.2 Objetivo General**

Evaluar el impacto de la etapa de desbacterizado de habas de cacao por medio de las características sensoriales del licor de cacao durante un proceso industrial.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar características sensoriales ideales para licor de cacao sin desbacterizar y desbacterizado.

- Evaluar y determinar las diferencias significativas en características sensoriales de perfiles de licor de cacao sin desbacterizar y desbacterizado.
- Validar parámetros y condiciones de proceso ligadas a la mejora de las características sensoriales del licor desbacterizado.
- Valorar características sensoriales ideales de licor desbacterizado con clientes o consumidor final.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.4 Características de Materia Prima

#### Cacao Nacional

Cacao Nacional posee características genéticas únicas en el mundo. Es reconocido a nivel mundial por tener una fermentación muy corta y por dar un licor de cacao de buen sabor y aroma, por lo que es reconocido internacionalmente con la clasificación de “Cacao Fino de Aroma”. Generalmente es cosechado en las zonas de Daule y Babahoyo. Muchos investigadores se han llevado semillas de cacao nacional a otros países, sin embargo la planta no ha llegado a producir y en otros casos la producción ha dado como resultado un cacao sin el sabor floral característico del cacao ecuatoriano.

Las semillas son de una calidad más fina, tienen un aroma suave, utilizados solamente en la producción del chocolate de alta calidad y para mezclas.

A diferencia de las demás variedades de cacao, el cacao Nacional, produce habas de gran tamaño con cotiledones ligeramente marrones, como se puede observar en la figura 2.1, los cuales desarrollan un aroma chocolate delicado acompañado por un pronunciado sabor floral.

Además, el porcentaje de grasa del cacao nacional es bajo comparado con los forasteros y los trinitarios. El cacao Nacional se considera con menos de 48% de grasa, mientras que los Forasteros tienen más del 50%. (Quingaisa, 2007)



FUENTE: (Quingaisa, 2007)

**FIGURA 2.1 CACAO NACIONAL O ARRIBA**



### Cacao CCN-51

En los últimos años se ha explorado una nueva variedad de cacao, cuya productividad es mayor que las variedades tradicionales existentes en el Ecuador. Este material es llamado Colección Castro Naranjal - 51 (CCN-51). Este clon de cacao tiene rendimientos de alta productividad, resistente a enfermedades y una buena calidad. Se ha identificado que las principales ventajas del cacao CCN-51 son las siguientes:

Alta productividad: 2,272- 2,727 kg/ha.

Tolerancia a enfermedades: Escoba de Bruja

Precocidad: inicia producción 18 meses

Adaptabilidad: 0 - 1000 msnm

Planta de baja estatura

Mazorca grande y de cáscara delgada

Alto índice de semillas por mazorca: De 45 a 50 semillas por mazorca

Excelente índice de mazorca (IM): 16 a 18 mazorcas/kg de cacao seco

Excelente índice de semilla: 0.00145 kg/semilla seca y fermentada

Calidad de cacao: Con un buen trabajo post-cosecha es de primera calidad y se obtiene sobrepuestos por premios. (Anecacao, 2013)

## 2.2 Definición de Mezcla de habas de cacao

El sabor final del licor dependerá de la selección y mezcla de diversos tipos de granos de cacao. A estos tipos de granos de cacao pueden subdividirse entre las variedades fuertes y las suaves, que se suelen mezclar proporcionalmente (Fundación Wikimedia, Inc., 2014):

- Variedades fuertes: Santa Lucía, Accra, Trinidad, Granada, Surinam, Cuba y Dominicana.
- Variedades suaves: Sri Lanka, Mauritius, Caracas, Arriba, Java, Madras, Jamaica y Seychelles

En el Ecuador se cuenta con dos grandes variedades, Nacional y CCN-51, con las cuales se va a realizar la mezcla de las habas en un porcentaje de 60% cacao nacional y 40% cacao CCN-51.

Se define esta mezcla debido a que por datos históricos en la solicitud de clientes en el exterior, prefieren esta mezcla de habas para la elaboración de licor de cacao, basando en costos y por el sabor de la mezcla. (Coe & Coe, 1996).

## **2.3 Método procesamiento de Licor Desbacterizado**

La desbacterización significa un proceso a alta temperatura y vapor para eliminar microorganismos, bacterias y especialmente patógenos, como salmonella, durante un proceso muy corto para no tener un pre tostado, que puede generar una reducción o alteración del sabor y aroma.

Es importante denotar que determinados microorganismos son imprescindibles durante la fase exotérmica de la fermentación del cacao, para la formación de los precursores del aroma, por ejemplo los compuestos de Amadori, que durante el tostado proporcionarán el típico aroma de cacao. Pero por otro lado, existe desarrollo de otros tipos de microorganismos termófilos (resistentes al calor) no deseados.

### **2.3.1 Evaluación de Nuevas Condiciones de Proceso de Desbacterizado**

En este punto se va a trabajar con dos prototipos, los cuales tendrán como variable los parámetros críticos del proceso, que son tiempo y presión.

Los cambios en las variables previamente descritas, serán evaluados para verificar su efectividad en función a la reducción microbiana y a su vez en la preservación de los atributos sensoriales, sabor y aroma, en la elaboración del licor desbacterizado.

Utilizando pruebas microbiológicas y evaluaciones sensoriales, para definir el prototipo óptimo que cumpla con las especificaciones del cliente.

#### **2.4 Tratamiento Térmico**

Los tratamientos y procesos térmicos poseen principalmente dos funciones claves y específicas en la elaboración de semielaborados de cacao, reducción de carga microbiana y desarrollo o activación de aromas y sabores deseables.

A continuación, se describirán las condiciones de procesos de las diferentes etapas de tratamientos térmicos, a las que son sometidas las habas de cacao crudas para garantizar estas funciones claves.

### **2.4.1 Tostado**

Las temperaturas de tostación varían desde 95 hasta 145 °C (200 – 295 °F) dependiendo del proceso, equipo, tipo de nib a procesar, y el producto final requerido.

La exposición de los nibs a tales temperaturas durante el tostado provoca una reducción en el número de microorganismos. Un bajo nivel de microorganismos después del tostado es esencial para la obtención de productos de excelente calidad de grado alimenticio (polvo, manteca y licor de cacao) con especificaciones microbiológicas rigurosas.

Las condiciones de tostado se mantienen normalmente constantes, gracias al calentamiento homogéneo en ambas zonas del secador. Las temperaturas están en función del contenido de humedad que posean las habas a su recepción. A continuación se podrá visualizar en tabla 2, parámetros operacionales que se mantienen en el proceso. (Cabeza, 2004).

**TABLA 2**  
**PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL TOSTADOR**

Parámetros	Producto (Habas Crudas)	Secador	
		Zona 1	Zona 2
Humedad (%)	7%	-	-
Temperatura (°C)	140	145	135
Flujo (kg/h)	2000	-	-
Tiempo Tostado (min)	-	50	

Fuente: Narvaez & Cavezas, 2014.

#### 2.4.2 Desbacterización

Los tiempos de tratamiento mínimos son posibles debido a una combinación única de alta presión de vapor (hasta 5 bares), alta temperatura y alta humedad, durante el proceso. El índice de eliminación de bacterias, depende de la presión ajustada y, por tanto, indirectamente de la temperatura y el tiempo.

El proceso de desbacterización en la actualidad mantiene condiciones, que desde el punto de vista sensorial, sabor y aroma, son claramente afectadas, por lo cual se evalúan diferentes pruebas en sus parámetros de funcionamiento, presión de vapor y tiempo, para demostrar mejoramiento en ciertas características claves del perfil sensorial. A continuación se detallan los parámetros y las

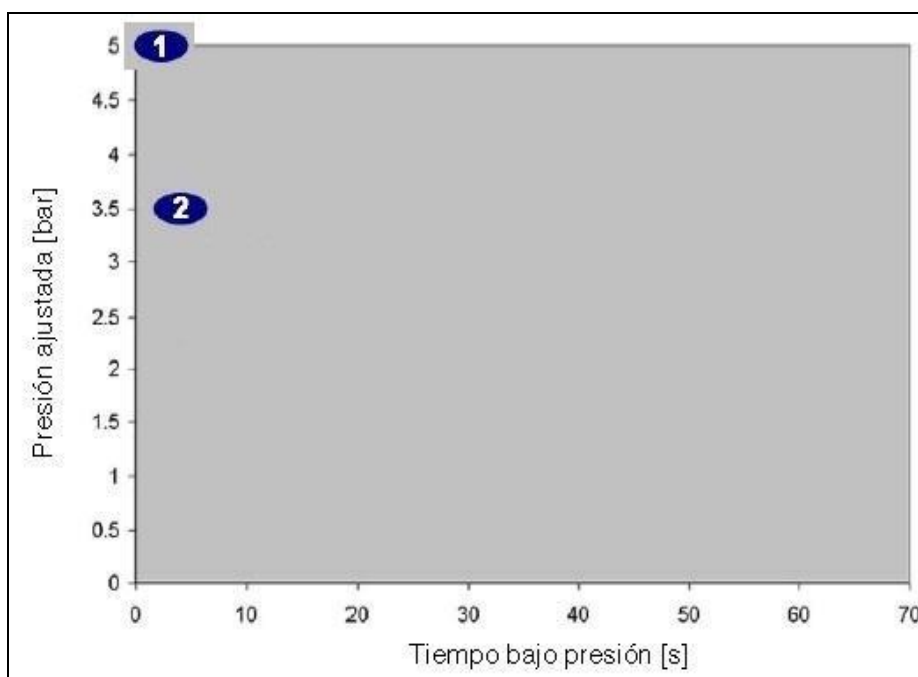
pruebas a realizarse en la tabla 3, figura 2.2. (Buhler Barth AG, 2005)

**TABLA 3**  
**PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE DESBACTERIZADOR**

<b>Desbacterizador</b>	<b>Presión de Vapor (bar)</b>	<b>Tiempo de Retención (s)</b>
<b>Prototipo 1</b>	5,2	1
<b>Prototipo 2</b>	3,5	3

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

El objetivo de la validación será someter a las habas a un proceso con condiciones operacionales con menor saturación de vapor, y mayor o menor retención en el reactor, para evaluar su afectación en el perfil sensorial y carga microbiana, y su influencia posterior en el licor de cacao.



(1) *Prototipo 1: 5,2 bar; 1s*

(2) *Prototipo 2: 3,5 bar; 3s*

## **FIGURA 2.2 PROTOTIPOS CON REDUCCIÓN DE PRESIÓN DE VAPOR**

FUENTE: NARVÁEZ & CAVEZAS, 2014

### **2.4.3 Análisis Microbiológico**

Buenos métodos de análisis no sólo son esenciales para la conservación de las especificaciones de calidad y los requisitos del cliente, sino también para fines de control de proceso.

Siempre, pero especialmente para los requisitos y especificaciones, es necesario definir y describir los métodos de análisis de manera



clara y detallada; esto asegura consenso en los resultados y sin sesgo analítico causado por el uso de diferentes métodos.

La calidad de la toma de muestras es también importante para obtener un resultado fiable en los análisis; la exactitud y precisión de los métodos analíticos para el control de procesos y análisis de productos terminados tienen que ser conocidos y evaluados periódicamente.

Es necesario sobre una base regular o periodo establecido, analizar muestras de control o de verificación para evaluar el desempeño de los métodos y el análisis.

A continuación se describirán los métodos analíticos utilizados para el análisis de los parámetros de especificación de licor de cacao:

#### Aerobios Mesófilos Totales

Determinación del total aerobios mesófilos recuento en placa. El RAP, o el número total de microorganismos aerobios mesófilos viables se define como el número de microorganismos por gramos de producto que se convierten en colonias en un medio de agar no selectivo, Agar de recuento en placa (APC) por incubación a 37° C (93 ° F)  $\pm$  1° durante 48 horas. (AOAC, 1990)

A continuación en la tabla 4 se detalla metodología de análisis:

**TABLA 4**  
**METODOLOGÍA PARA RECuento DE AEROBIOS EN PLACA**

<u>Etapas</u>	<u>Puntos Críticos</u>
<p><b>1.1 Preparación de Muestra/ Diluciones</b> Pesar 10g de producto y disolver en 90mL o g de Triptona (diluyente)</p>	<p>Suspensión inicial 1: 9 de la muestra y el diluyente, resultado de dilución 10 veces del volumen de muestra inicial, en el volumen final total. Evitar cambios bruscos de temperatura, utilizando diluyentes a temperaturas ambiente, equilibradas.</p>
<p><b>1.2 Inoculación</b> Vierta aproximadamente 15 mL APC (1.1) a 1 mL de las diluciones</p>	<p>Revisar calidad del medio de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Enfriar el agar a 44 - 47°C antes de verter a las placas. Mezclar medio e inocular cuidadosamente.</p>
<p><b>1.3 Incubación</b> 35 or 37 ± 1 °C / 48 ± 2 h</p>	<p>Aplicar APC para asegurar temperaturas de incubación correctas. Invertir las placas.</p>
<p><b>1.4 Lectura</b></p>	<p>Cuente los puntos. Considere colonias invasoras como los solteros. Descarte la cuenta si hay más de una cuarta parte cubierta con crecimiento excesivo de colonias.</p>
<p><b>1.5 Cálculo</b></p>	<p>Placas con más de 15 y menos de 300 colonias deben ser consideradas para el cálculo.</p>

FUENTE: (AOAC, 1990)

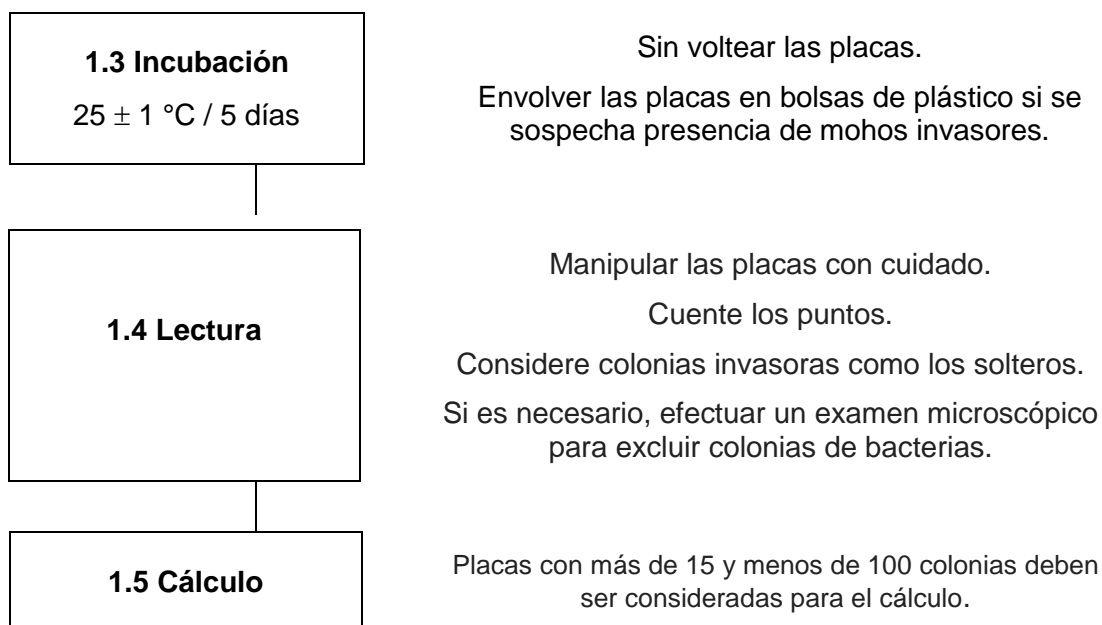
## Mohos y levaduras

Determinación del recuento de mohos y levaduras, se define el número de mohos y levaduras como el número de mohos y levaduras por gramo producto que se convierten en colonias en medios de agar selectivo, Agar dicloran al 18% de glicerina, DG18, durante una incubación a 25° C (77° F) ± 1 °, durante cinco días. (AOAC, 1990)

A continuación en la tabla 5 se detalla metodología de análisis:

**TABLA 5**  
**METODOLOGÍA PARA RECUESTO DE MOHOS Y LEVADURAS**

<u>Etapas</u>	<u>Puntos Críticos</u>
<p style="text-align: center;"><b>1.1</b> <b>Preparación de Muestra/ Diluciones</b></p> <p>Pesar 10g de producto y disolver en 90mL o g de Triptona (diluyente)</p>	<p>Suspensión inicial 1: 9 de la muestra y el diluyente, resultado de dilución 10 veces del volumen de muestra inicial, en el volumen final total.</p> <p>Evitar cambios bruscos de temperatura, utilizando diluyentes a temperaturas ambiente, equilibradas.</p>
<p style="text-align: center;"><b>1.2 Inoculación</b></p> <p>Vierta aproximadamente 10 mL DG18 (1.1) a 1 mL de las diluciones.</p> <p>Extienda el inculo hasta la que el líquido haya sido absorbido por completo.</p>	<p>Revisar calidad del medio de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.</p> <p>Enfriar el agar a 44 - 47°C antes de verter a las placas.</p> <p>Mezclar medio e inocular cuidadosamente.</p>



FUENTE: (AOAC, 1990)

### Coliformes totales

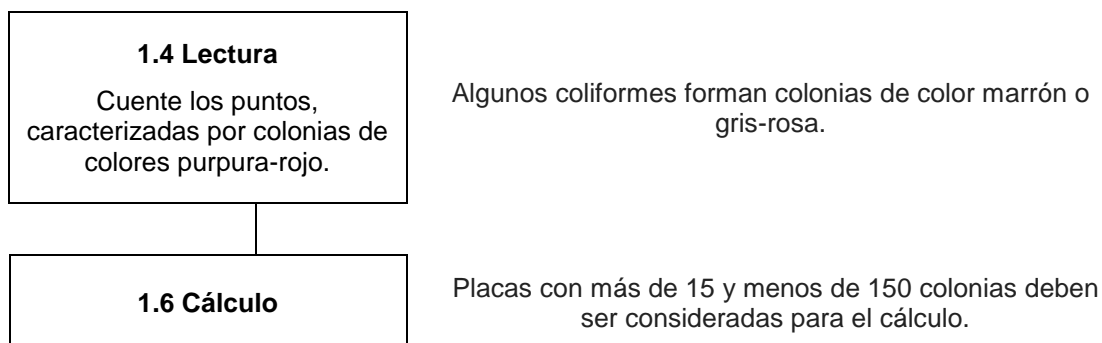
Determinación del recuento de Coliformes totales, se define el número de coliformes por gramo producto que se convierten en colonias en medios de agar selectivo, Caldo verde brillante Bilis lactosa, VRBL, durante una incubación a 25° C (77° F) ± 1 °, durante cinco días. (AOAC, 1990)

A continuación en la tabla 6 se detalla metodología de análisis:

TABLA 6

## METODOLOGÍA PARA RECuento DE COLIFORMES TOTALES

<u>Etapas</u>	<u>Puntos Críticos</u>
<p style="text-align: center;"><b>1.1</b> <b>Preparación de Muestra/ Diluciones</b></p> <p>Pesar 10g de producto y disolver en 90mL o g de Triptona (diluyente)</p>	<p>Suspensión inicial 1: 9 de la muestra y el diluyente, resultado de dilución 10 veces del volumen de muestra inicial, en el volumen final total.</p> <p>Evitar cambios bruscos de temperatura, utilizando diluyentes a temperaturas ambiente, equilibradas.</p>
<p style="text-align: center;"><b>1.2 Inoculación</b></p> <p>Vierta aproximadamente 1 mL en VRBL</p> <p>Vierta formando capaz sobrepuestas</p>	<p>Revisar calidad del medio de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.</p> <p>Las capas dosificadas sobrepuestas permiten inhibir crecimiento y desarrollo en la superficie de flora competitiva.</p> <p>Preparar placa de control para asegurar esterilidad del medio.</p>
<p style="text-align: center;"><b>1.3 Incubación</b></p> <p>37 ± 1 °C / 24 ± 2 horas</p>	<p>Invertir las placas.</p>
<p style="text-align: center;"><b>1.5 Confirmación</b></p> <p>Inocular con asa de siembra de 1.4 en tubos de caldo verde brillante billis lactosa, con campanas de Durham, e incubar a 30 o 37 ± 1 ° C.</p> <p>Examine después de 24 horas para la formación de gas.</p>	<p>La confirmación es necesaria sólo para las colonias de color dudoso.</p>



FUENTE: (AOAC, 1990)

## 2.5 Entrenamiento de Panel Técnico

La Selección de los miembros del panel va estar en función de sus habilidades de cata, la capacitación de los panelistas seleccionados y vigilar su desempeño son 3 pasos esenciales para garantizar la calidad de datos fiables.

Se entrenaron 14 candidatos, los cuales se sometieron a una serie de pruebas diseñadas para determinar su capacidad para realizar cata sensorial. Cada participante asistió a una capacitación general para obtener el conocimiento necesario para cumplir con el papel de panelista sensorial; esta capacitación fue dada en el laboratorio sensorial.

En el primer paso se les explico cómo funcionan los sentidos, las aplicaciones de la evaluación sensorial, proceso de licores de cacao, las condiciones de cata, las normas y procedimientos de la degustación (anexo 1), muestras de referencia y finalmente, el panelista debe practicar la evaluación de las muestras.

Al final de la capacitación se realizó una evaluación de las actuaciones de los panelistas, para verificar que conocen bien los procedimientos. Se realizaron 4 sesiones de 1h mínimo para la formación de un panelista.

Pruebas para la selección del panel, la capacitación y la supervisión del rendimiento:

- 1.- Prueba de identificación y reconocimiento de sabores básicos.
- 2.- Pruebas de identificación y reconocimiento de olores.
- 3.- Pruebas ranqueo.
- 4.- Identificación de atributos en licor de cacao

**Para la prueba de Identificación y Reconocimiento de sabores básicos**

Para la identificación de los sabores básicos se colocaron 4 soluciones con cada sabor básico claramente identificado y cada panelista probó las muestras antes mencionadas.

Para la preparación de las soluciones de los sabores básicos para la sesión de identificación de sabores se utilizaron las siguientes concentraciones:

Ácido: Patrón: ácido Cítrico, Disolver 1g en 1L de agua.

Amargo: Patrón: Cafeína, Disolver 0.4 g en 1L de agua

Dulce: Patrón: Sacarosa, Disolver 32g en 1L de agua

Salado: Patrón: Cloruro de Sodio (NaCl), Disolver 6g en 1L de agua.

Para la identificación de las sensaciones se usó:

Sensación Astringente: Patrón: Alumbre, disolver 4g en 1L agua.

Sensación Picante: Patrón, ají, disolver 5g en 1L de agua.

Sensación refrescante: Patrón, Menta, Consumo de un dulce de menta.

Sensación Básica o alcalina: Patrón, Alkaseltzer, Disolver 4 pastillas en 1L de agua.



Para la sesión de reconocimiento se entrega a cada persona juegos de 4 muestras con 3 de los 4 sabores básicos en solución y una muestra blanco (agua pura), marcados con números de 3 cifras al azar. Esta sesión se realizó 4 veces, ya que es útil para detectar la sensibilidad de ciertos panelistas a determinados sabores.

La preparación de las soluciones en este caso es:

Sabor Ácido: Muestra: ácido Cítrico, Disolver 0.6g en 1L de agua.

Sabor Amargo: Muestra: Cafeína, Disolver 0.2g en 1L de agua

Sabor Dulce: Muestra: Sacarosa, Disolver 10g en 1L de agua

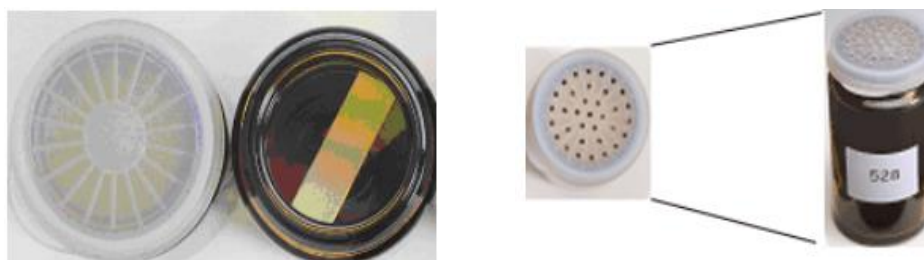
Sabor Salado: Muestra: Cloruro de Sodio (NaCl), Disolver 1.5g en 1L de agua.

Aquí las concentraciones son menores ya que los panelistas en la sesión de identificación de sabores básicos, crearon el recuerdo sensorial de cada sabor. Por lo cual aquí no debe ser tan marcada la intensidad de cada sabor para que sea perceptible en umbrales bajos de intensidad.

### **Pruebas de identificación y reconocimiento de olores**

Se define para esta prueba hacer uso de 7 olores básicos determinados por 7 sustancias que generan una mayor reacción de las 7 principales células olfativas. Mentolado, Podrido, Alcanfor, Floral, Almizcle animal, picante y etéreo. Siendo estos relevantes para el producto en evaluación “licor de cacao”.

Se utilizaron frascos de vidrio color ámbar con tapa con perforaciones para así permitir el paso del aroma a evaluar, en donde se colocaron dentro algodones mojados con cada uno de los 7 olores básicos mencionados anteriormente como se observa en la figura 2.3. Es importante hacer el uso de los frascos a temperatura ambiente para evitar resultados falsos positivos.



**FIGURA 2.3 PREPARACIÓN DE FRASCOS PARA PRUEBA DE OLORES**

En esta parte del entrenamiento se divide en dos, una de identificación de olores y otra de reconocimiento de olores. Se usaron los patrones puros para los olores.

Durante la evaluación de cada juego se les pidió que eliminaran la saturación nasal oliendo granos de café.

Para la parte de la identificación de olores, se entregaron 7 frascos a cada panelista que contengan muestras de los 7 olores primarios claramente identificados.

Las muestras usadas para la sesión de identificación son:

Alcanfor: Patrón: Naftalina sólido en pastillas.

Mentolado: Patrón: Hojas de Menta o dulce de menta.

Floral: Patrón: Esencia Floral. Se sugiere el Jazmín.

Podrido: Patrón: Huevo en descomposición. Huevo destapado y dejado al ambiente por más de 2 semanas.

Almizcle: Patrón: Glándula almizclera de animales como el chivo.

Picante: Patrón: Chile Amarillo

Etéreo: Patrón: Éter etílico.

Para la parte del reconocimiento el objetivo es que los panelistas reconozcan y se familiaricen con los olores primarios, por lo que se entregan a cada persona juegos de 4 muestras de los 7 olores primarios marcadas con números de 3 cifras al azar. Esta sesión se realizó 2 veces y es útil para detectar la sensibilidad de ciertos panelistas a determinados olores.

### **Pruebas de ranqueo**

En estas sesiones, el objetivo es crear sensibilidad a las diferentes concentraciones de los sabores básicos. Se les entrego a cada panelista 10 muestras marcados desde A1 hasta A9 y un blanco, para que ellos ordenen las muestras desde la intensidad más baja, a la más alta por cada sabor. Se realizaron 2 sesiones por cada sabor.

Las muestras usadas para la sesión de identificación de sabores básicos se determinaron de manera aritmética para cada sabor. Ver tabla 7.

**TABLA 7**  
**PREPARACIONES DE SABORES A DIFERENTES UMBRALES**

DILUSIÓN	COMPOSICIÓN		CONCENTRACIÓN DE LAS DILUCIONES g/l			
	DILUCIÓN		ÁCIDO	AMARGO	SALADO	DULCE
	Patrón ml	Agua ml	Ácido Cítrico	Cafeína	Cloruro de sodio	Sacarosa
A9	250	suficiente para completar 1000 ml	0,250	0,050	1,5	8
A8	225		0,225	0,045	1,35	7,2
A7	200		0,200	0,040	1,20	6,4
A6	175		0,175	0,035	1,05	5,6
A5	150		0,150	0,030	0,90	4,8
A4	125		0,125	0,025	0,75	4
A3	100		0,100	0,020	0,60	3,2
A2	75		0,075	0,015	0,45	2,4
A1	50		0,050	0,010	0,30	1,6

FUENTE: (Sancho, Bote, & De Castro, 2002)

### **Identificación de atributos en licor de cacao**

Se ha establecido una lista de los atributos sensoriales, junto con su definición en cada sesión de cata sensorial. Los cuales se puede observar en la tabla 8. Estos atributos se los definió con el grupo de panelistas de un perfilamiento propio del material a evaluar.

En el anexo 2 se puede observar el glosario sensorial en el cual se observan los atributos de color, aroma y sensación en la boca que pueden ser añadidos o eliminados para la definición del perfil.

**TABLA 8**  
**ATRIBUTOS SENSORIALES CARACTERÍSTICOS DEL LICOR DE**  
**CACAO**

1	Cocoa	En general el sabor del cacao en grano a granel así cosechados y procesados así-sin defecto. Referencia:-Un sabor a chocolate oscuro hecho con 65% licor
2	Frutal	Sabor a frutas maduras o cocidas frescas. Por ejemplo: manzana, pera, cítricos, tropicales, fruta de hueso y bayas.
3	Los frutos secos	Sabor a frutos secos. Por ejemplo: Dátiles, pasas y los higos.
4	Picante	Sabor de especias cálidas. Por ejemplo: semillas de cilantro, nuez moscada, clavo de olor, la canela, el cardamomo y el jengibre. Sabor de especias picantes. Por ejemplo: pimienta y guindilla.
5	Floral	Sabor de flores o perfumes. Por ejemplo: jazmín, rosa.
6	De Nuez	Sabor de nueces frescas / tostado. Por ejemplo: almendra, cacahuete, avellana, nuez y de coco.
7	Acidez	Sabor básico percibe rápidamente en la lengua que hace salivar. Referencia: ácido cítrico en solución de agua.
8	Metálico	Sabor básico percibe principalmente en la parte posterior de la lengua y en la garganta. Referencia: sulfato de quinina en solución acuosa.
9	Astringente	Sensación de sequedad en la boca. Referencia: ácido tánico en solución acuosa.
10	Verde	Sabor de frutas crudas o insuficientemente maduras, o de cacao en grano bajo-fermentados.
11	Otros sabores	Un descriptor es seleccionado entre la siguiente lista: Regaliz, melaza, tostado, granos de cereales, malta o heno.
12	Los defectos o malos sabores	Un descriptor es seleccionado entre la siguiente lista: Quemado, ahumado, heno, mohoso, pútrido / sobre fermentado, terroso, holgada, química / medicinal, metálicos, cartón, gasolina, vinagre, levadura, rancio.

FUENTE: (Sancho, Bote, & De Castro, 2002)

### **2.5.1 Calibración de Panel Sensorial**

Es recomendable comprobar el rendimiento del panel mediante la pruebas sensorial como blind tests.

Para este rendimiento se realizaron 4 sesiones, en las cuales se introdujeron muestras modificadas intencionalmente, para así asemejar los defectos antes mencionados que se pueden presentar en el perfil del licor de cacao por tres factores (tipo de grano, desarrollo del sabor durante la cosecha y procesamiento térmico utilizado para la obtención del licor de cacao), con el propósito de ilustrar una calidad específica, es decir, desarrollar un defecto específico.

Los defectos generados fueron los siguientes:

Sabor a humo: Para generar un sabor a humo se calentó el licor de cacao a 60°C para desarrollar notas quemadas.

Sabor ahumado: Para generar un sabor ahumado se procesó un licor con habas de cacao sobre fermentadas.

Sabor a levadura: Se procedió a mezclar una muestra de licor de cacao con 0,2gr de levadura, para así generar dicho sabor desagradable.

Cabe recalcar que este defecto introducido es mínimo o casi imperceptible para verificar que cada uno los panelistas sean sensibles a detectar estos defectos presentes en el licor de cacao. Y con estas pruebas determinar si los panelistas están calibrados o no respecto a los atributos sensoriales en el perfil del licor de cacao.

Al momento de realizar la evaluación de las muestras en 4 diferentes sesiones, si el defecto no llegase a ser detectado por alguno de los panelistas, se procederá a realizar un reconocimiento en cada uno de los atributos sensoriales del perfil de licor de cacao. Para crear un recuerdo sensorial de cada uno de ellos en este panelista, y así asegurar se van a obtener resultados objetivos, reales y no de preferencia durante las evaluaciones de los perfiles de los dos prototipos

### **2.5.2 Perfil Descriptivo**

Prueba descriptiva es una descripción completa de las propiedades sensoriales de los productos. Las intensidades de los atributos son calificadas por un panel entrenado. Sesiones de detección ayudan a evaluar estas habilidades y para seleccionar los evaluadores sobre esta base.



Un panelista además de poseer los requisitos generales para las evaluaciones sensoriales básicas, también debe ser capaz de participar en las pruebas sensoriales descriptivas, en las cuales debe de tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Percibir, reconocer y memorizar los atributos sensoriales (especialmente las que se refieren a la categoría del producto en estudio).
- Describir con precisión lo que percibe.
- Utilizar escalas de intensidad.
- Trabajar en equipo como individualmente.

Para determinar los atributos sensoriales se realizó un perfilamiento descriptivo de las características sensoriales propias del licor de cacao como son, color, aspecto, aroma, sabor y textura o consistencia con la ayuda del formulario para evaluación de perfil descriptivo, en cual se puede observar en la figura 2.4.

Se le facilita un formulario a cada juez, para que proceda con la evaluación individual de la muestra y así según su percepción describan lo que se aprecia en la muestra, al final de la evaluación se realiza un consenso entre los jueces de los resultados obtenidos individualmente, para llegar a tener un estándar de los atributos

sensoriales apreciados por los clientes en el perfil del licor de cacao como son:

- Color café, la tonalidad café del licor se define mediante un pantone el cual es llevado a un conceso por parte de los jueces.
- Aroma a cacao
- Aroma floral/frutal
- Sabor a cacao
- Acidez
- Amargor
- Astringencia
- Granulometría

EXAMEN ORGANOLÉPTICO DESCRIPTIVO						
PANELISTA: _____			FECHA: _____			
OBJETIVO _____						
Por favor deguste y evalúe los atributos correspondientes a la muestra que se le presenta y califique:						
PRODUCTO	COLOR	ASPECTO	AROMA	SABOR	TEXTURA/ CONSISTENCIA	OBSERVACIONES

**FIGURA 2.4 FORMULARIO PARA EVALUACIÓN DE PERFIL DESCRIPTIVO**

FUENTE: Narváez & Cavezas, 2014

### **2.5.3 Perfil Monádico**

Según el esquema de Karlsruhe, este test es una combinación de valoración y analítico, en el que el panelista debe examinar minuciosamente cada parámetro de calidad para evaluarlo en una escala de 1 a 9 puntos, en la cual cada valor está perfectamente descrito para cada parámetro. Los parámetros que se evalúan son color, forma, apariencia, olor, sabor, textura, consistencia, etc.

La descripción de cada parámetro se hace en base a los diferentes componentes que éste tiene, así por ejemplo para sabor de una mermelada será en base al sabor típico de la fruta, el dulzor y acidez, para una textura será en base a la ternura, fibrosidad y jugosidad, etc.

La escala permite discriminar sobre la intensidad en que estos componentes se presentan, y lo hace de tal forma que todos los componentes típicos del alimento se describen en el tramo 7-9. Los componentes extraños o atípicos que aparecen en el producto o que resultan del inicio del deterioro de éste, sin perjudicar la comestibilidad, se describen en el tramo 4-6. Los componentes extraños, cualquiera sea su origen, que deterioran la calidad hasta

hacerla no comestible y aun repugnante, se incluyen en el tramo 1-3.

Esta subdivisión simétrica de la escala de 9 puntos en 3 tramos o clases, permite proyectar su uso a establecer grados de calidad en la práctica de la normalización.

La ficha de trabajo debe ser confeccionada para cada producto, pero si no se dispone de antecedentes al respecto puede ser de utilidad comenzar con el esquema general elaborado por el Centro Federal de Investigaciones para la Alimentación y Nutrición de Karlsruhe, (tabla 9). Con este esquema se hace el entrenamiento y se coleccionan los juicios de todos los panelistas sobre el alimento que interesa, con el fin de llegar a elaborar la ficha específica del producto. (Wittig, 2001)

**TABLA 9**

**TEST DE VALORACIÓN DE CALIDAD CON ESCALA KARLSRUHE**

Catactes- rís- ticas	Calidad grado 1: Características típicas			Calidad grado 2: Deterioro tolerable			Calidad grado 3: Deterioro indeseable		
	Excelente 9	Muy buena 8	Buena 7	Satisfactoria 6	Regular 5	Suficiente 4	Defectuosa 3	Mala 2	Muy mala 1
Color	Natural, típico, excepcional, agradable, brillante.	Brillante, natural, típico, algunas unidades más o menos coloreadas	Natural, típico, algo pálido u oscuro, pocas unidades más	Ligeramente alterado. ej., algo claro o algo oscuro.	Aparece alterado, por ej., ligeramente descompensado.	La superficie aparece teñida. Por ej., con estrías de otro tono.	Superficie intensamente teñida, por ej., grisácea o azulada.	Superficie intensamente teñida. El color típico ha desaparecido.	Superficie intensamente teñida, color francamente alterado. Repugnante.

		as.	coloreadas.			No es desagradable.			
Forma	Completamente bien conservada, rellenita, no dañada.	Muy bien conservada, algunas unidades ligeramente cambiadas o modificaciones	Bien conservada, los ejemplares ligeramente modificados o algunos de ellos notoriamente modificados.	Aún conservada, algunos ejemplares ligeramente modificados o algunos de ellos notoriamente modificados.	Algo alterada, por ej., algo hundida, atrofiada.	En general hundida. Atrofiada. No es desagradable.	En general, intensamente hundida. Atrofiada. Desagradable.	Intensamente cambiada. Aun no repugnante. Avanzada descomposición.	Completamente alterada por descomposición.
Olor	Específico de la especie, excepcionalmente pronunciado.	Específico de la especie, completo, intenso.	Específicos de la especie, bueno.	Levemente perjudicado, normal, por ej., ligeramente plano, no redondeado.	Daño todavía aceptable. Por ej., bastante plano, áspero perfumado, ligeramente a pasto.	Claramente dañado, por ej., insípido perfumado, olor a humo, enmohecido.	Alterado. Por ej., completamente disminuido, rancio, fermentado. No típico.	Alterado, desagradable. Todavía no repulsivo, rancio a pescado, intenso a heno.	Extraño, desagradable, putrefacto, fermentado. Francamente deteriorado.
Sabor	Específico de la especie, excepcionalmente pronunciado.	Específico de la especie, completo, intenso.	Específicos de la especie.	Levemente perjudicado, normal, por ej., ligeramente plano, no redondeado.	Daño todavía aceptable. Por ej., bastante plano, áspero, perfumado, ligeramente a pasto.	Claramente dañado, perfumado, sabor a heno, enmohecido	Alterado. Por ej., completamente disminuido, rancio, fermentado. No típico.	Alterado, desagradable. Todavía no repulsivo, rancio a pescado, intenso a heno.	Extraño, desagradable, putrefacto, fermentado. Francamente deteriorado.
Textura	Excepcionalmente buena, típica, por ej., firme, muy tierna, turgente, jugoso.	Muy buena, típica, por ej., dura, firme, tierna.	Buena, típica, por ej., dura, firme, tierna.	Normal, ligeramente alterada. Levemente reblandecida. Por ej., continúa tierna.	Alterada, dejando al producto aceptable. Por ej., ligera desuniformidad, muy blanda, muy dura.	Claramente alterada. Por ej., desuniformidad: muy dura, ligeramente acuosa, cutícula dura.	Claramente alterada, modificada. Muy desuniforme: muy blanda, muy dura, resistente, espesa, viscosa, como suela.	Desagradablemente modificada, por ej., modificada, por ej., completamente deshecha, hasta puré, muy licuada, intensamente dura.	Repugnante

FUENTE: (Wittig, 2001)

Se realizó en compañía del panel técnico el perfilamiento monádico una vez que se estableció los atributos claves.

El objetivo en esta evaluación es dar una escala cuantitativa a cada atributo con su valor máximo y mínimo. A continuación en la figura 2.5 se describe la ficha de trabajo para la evaluación de cada atributo en una escala del 0 al 10.

	Nil	Very weak		Weak		Medium		Strong		High	Intense
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>COCOA</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>ACIDITY</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>BITTERNESS</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>ASTRINGENCY</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>FLORAL</b> Please specify:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>FRUITY</b> Please specify:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>NUTTY</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>OTHER</b> Please specify:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>DEFECTS</b> Please specify:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

FUENTE: Narváez & Cavezas, 2014

**FIGURA 2.5 ESCALA MONADICA DE ATRIBUTOS DE LICOR DE CACAO**

### 2.5.4 Liking Test

Los test pertenecientes a este grupo permiten tener una indicación de la reacción del consumidor, frente a un nuevo producto, o a una

modificación de uno ya existente o de un sucedáneo o sustituto de los que habitualmente se consumen.

Cuando este tipo de test se conduce en forma eficiente se puede ahorrar cantidades grandes de dinero, ya que se detectan a tiempo las deficiencias del producto y éstas pueden corregirse a tiempo.

Entre los métodos que se usan están:

**Test de Panel de Consumidores:** En este test se emplea una gran cantidad de público consumidor. Debe ser conducido por personas experimentadas para que la información sea la que interesa y no queden libres todas las variables circunstanciales. A veces se puede determinar incluso la hora del día en que el producto tiene mayor aceptación. Se recomienda usar diseño experimental.

**Test de escala hedónica:** Es otro método para medir preferencias, además permite medir estados psicológicos. En este método la evaluación del alimento resulta hecha indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana.

Se usa para estudiar a nivel de laboratorio la posible aceptación del alimento. Se pide al juez que luego de su primera impresión

responda cuánto le agrada o desagrada el producto, esto lo informa de acuerdo a una escala verbal-numérica que va en la ficha.

La escala tiene 9 puntos, pero a veces es demasiado extensa, entonces se acorta a 7 o 5 puntos, ver tabla 10.

**TABLA 10**  
**ESCALA DE PUNTOS PARA LIKING TEST**

1 = me disgusta extremadamente	5 = no me gusta ni me disgusta
2 = me disgusta mucho	6 = me gusta levemente
3 = me disgusta moderadamente	7 = me gusta moderadamente
4 = me disgusta levemente	8 = me gusta mucho
9 = me gusta extremadamente	

FUENTE: (Wittig, 2001)

Los resultados del panel se analizan por varianza, pero también pueden transformarse en ranking y analizar por cómputos. (Wittig, 2001).



# CAPÍTULO 3

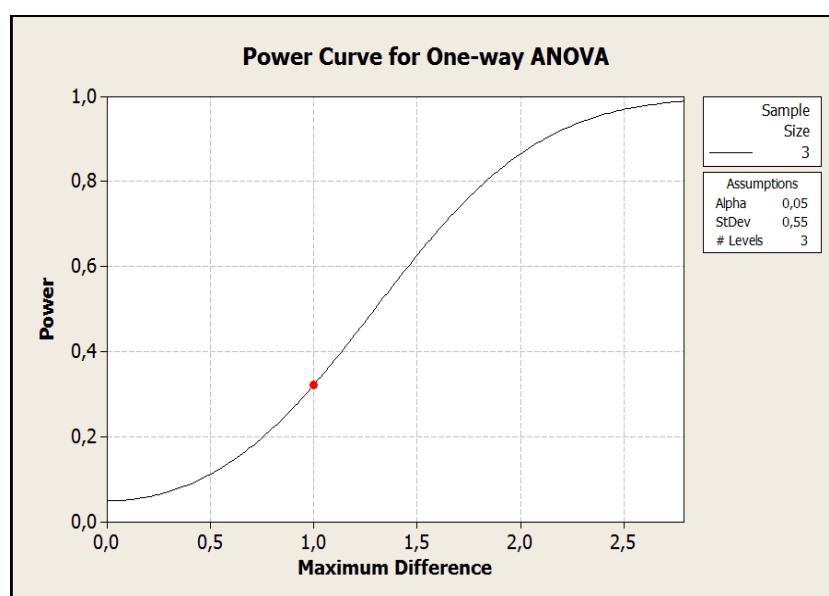
## 3 PRUEBAS EXPERIMENTALES

### 3.1 Diseño Experimental

Para un diseño experimental se requiere de la creación de pruebas que verifiquen la validez de los objetivos establecidos y para efectos de este estudio se requiere evaluar el impacto de la etapa de desbacterizado en habas de cacao por medio de las características sensoriales del licor de cacao durante un proceso industrial, a través de la determinación de características sensoriales ideales para licor de cacao sin Desbacterizar y desbacterizado, junto con sus diferencias significativas.

Posteriormente, validar parámetros y condiciones de proceso ligadas a la mejora de las características sensoriales del licor desbacterizado y nivel de aceptación en clientes o consumidor final.

Por tal motivo, es necesario tener el número de pruebas y la confiabilidad con la se desarrollaron las réplicas para evitar errores o influencias no controladas. Para establecer el número de pruebas y el porcentaje de confianza fue necesario realizar un pre experimento para determinar la varianza en los datos con respecto a la evaluación sensorial en el licor de cacao, que por medio de un ANOVA unidireccional utilizando el programa de Minitab 16 otorga la curva de potencia con su debido número de réplicas y porcentaje de confianza. En la siguiente gráfica figura 3.1 se evidencian dichos valores.



FUENTE: MINITAB, Narváez & Cavezas, 2014  
**FIGURA 3.1 CURVA DE POTENCIA PARA ANOVA  
UNIDIRECCIONAL**

La gráfica figura 3.1 muestra que para la experimentación fue necesario  $n=3$ , las cuales serán las réplicas por cada tratamiento, y el porcentaje de confianza 95% ( $\alpha=0.05$ ) con una desviación estándar de 0,55.

### **3.2 Análisis sensorial del licor obtenido en los diferentes prototipos**

Para realizar el análisis sensorial a los diferentes prototipos de licores, se utilizará la siguiente ecuación:

$$Y_{(ij)} = \mu + T_i + J_j + \varepsilon_{(ij)}$$

Donde  $Y_{(ij)}$  es la variable de respuesta, es decir, evaluación de cada una de las características sensoriales en la prueba sensorial del licor de cacao,  $\mu$  es el valor de la media de un atributo sensorial entre los tratamientos.

i: Número de Jueces en la evaluación (1,... 14)

j: Número de tratamientos (1, 2, 3)

$T_i$ : Es el efecto del tratamiento térmico sobre las características sensoriales, los cuales se han denominado con: Blanco,

perteneciente a la experimentación sin tratamiento térmico o desbacterización; CDB1, prototipo con presión de desbacterización a 5,2 bares; CDB2, prototipo con presión de desbacterización a 3,5 bares.

$J_j$ : Es el efecto del juez entrenado, para la evaluación de los atributos sensoriales de licor de cacao en cada tratamiento. El panel sensorial estuvo conformado por 14 jueces entrenados, cantidad mínima para obtener resultados veraces.

$\epsilon_{k(ij)}$ : corresponde al error que incorpora todas las fuentes de variabilidad en el experimento.

Las hipótesis evaluadas son:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = 0 \text{ vs } H_{i1}: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \neq 0$$

$$H_{o2}: J = 0 \text{ vs } H_{i2}: J \neq 0$$

Es decir, que para la primera hipótesis se evaluará si, por lo menos un tratamiento tiene diferencia significativa. Y la segunda hipótesis evaluará si existió alguna discrepancia proveniente de algún juez con diferencia significativa del resto del panel (O'Mahony, 1986)

### 3.3 Recopilación de datos estadísticos

Para el perfilamiento de cada prototipo se solicitó la participación de los jueces o panelistas entrenados, ellos hicieron uso del formulario para evaluación de perfil descriptivo (monódico), con los cuales se realizó una sesión para poder establecer los atributos del perfil de cacao, siendo estos los siguientes:

- Color café
- Aroma a Cacao
- Sabor a cacao
- Sabor Acido
- Sabor Amargo
- Sabor floral/frutal
- Finura
- Astringencia
- Residual general

Para ellos se utiliza la siguiente escala para ponderar a cada atributo:

0 es nada

1-2 muy ligero

3-4 ligero

5- Moderado

6-7 Bastante

8-9 mucho /alto

10 Muy alto/Fuerte

Los resultados obtenidos se los puede observar a continuación en el anexo 3.

### 3.4 Análisis de desviación estándar (Duncan)

Para analizar los resultados de las degustaciones de las diferentes muestras se aplica el análisis de varianza de dos vías. A continuación se detalla los resultados obtenidos:

**TABLA 11**  
**MODELO LINEAL GENERAL: ATRIBUTOS SENSORIALES VS**  
**TRATAMIENTO JUEZ**

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamiento	Fijo	3	1, 2, 3
Juez	Fijo	14	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

FUENTE: MINITAB 16, Narváez & Cavezas, 2014

En la tabla 11, se puede apreciar que para el modelo lineal se han considerados dos variables fijas, número de tratamientos realizados y la cantidad de jueces entrenados en la experimentación:

Tratamientos térmicos o prototipos a evaluar:

- Licor sin proceso de desbacterización
- Licor desbacterizado a presión de vapor 5,2 bares
- Licor desbacterizado a presión de vapor 3,5 bares

Jueces o panelistas entrenados, 14 participantes, los cuales han sido entrenados para degustar este tipo de producto y determinar en escala hedónica sus atributos sensoriales, durante dos sesiones.

### Color Café

Análisis de varianza para Color Café, se utilizó SC ajustada para pruebas. Ver tabla 12.

**TABLA 12**

### **ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COLOR CAFÉ**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Sec</b>	<b>SC Ajust</b>	<b>CM Ajust</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Juez	13	3,0	2,95	0,23	0,70	0,749
Tratamiento	2	0,2	0,19	0,10	0,29	0,749
Error	26	8,5	8,48	0,326		
Total	41	11,6				

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

Con un valor P de 0,749, no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{01}$ ), por lo tanto se demuestra que no existen cambios significativos para el atributo color café entre los tratamientos.

De la misma forma, para la segunda hipótesis con un valor P de 0,749, no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{02}$ :  $J=0$ ), es decir, que no existió diferencia significativa entre los resultados de los jueces.

#### Aroma a Cacao

Análisis de varianza para Aroma a Cacao, se utilizó SC ajustada para pruebas. Ver tabla 13.

**TABLA 13**

#### **ANÁLISIS DE VARIANZA PARA AROMA A CACAO**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Sec</b>	<b>SC Ajust</b>	<b>CM Ajust</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Juez	13	5,3	5,33	0,41	0,76	0,688
Tratamiento	2	116,7	116,71	58,36	108,75	0,00
Error	26	14,0	13,95	0,5366		
Total	41	136,0				

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.



Con un valor P de 0,00 se puede decir que existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{01}$ ), por lo tanto se favorece la hipótesis alterna ( $H_{i1}$ ), que demuestra que al menos un tratamiento es diferente para el atributo aroma a cacao.

De la misma forma, para la segunda hipótesis con un valor P de 0,688, no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{02}$ :  $J=0$ ), es decir, que no existió diferencia significativa entre los resultados de los jueces.

### Sabor a Cacao

Análisis de varianza para Aroma a Cacao, se utilizó SC ajustada para pruebas. Ver tabla 14.

**TABLA 14**

### **ANÁLISIS DE VARIANZA PARA SABOR A CACAO**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Sec</b>	<b>SC Ajust</b>	<b>CM Ajust</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Juez	13	3,1	3,07	0,24	0,49	0,908
Tratamiento	2	114,9	114,90	57,45	120,19	0,00
Error	26	12,4	12,43	0,478		
Total	41	130,4				

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

Con un valor P de 0,00 se puede decir que existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{01}$ ), por lo tanto se favorece la hipótesis alterna ( $H_{i1}$ ), que demuestra que al menos un tratamiento es diferente para el atributo sabor a cacao.

De la misma forma, para la segunda hipótesis con un valor P de 0,908, no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{02}$ :  $J=0$ ), es decir, que no existió diferencia significativa entre los resultados de los jueces.

### Sabor Ácido

Análisis de varianza para Sabor Ácido, se utilizó SC ajustada para pruebas. Ver tabla 15.

**TABLA 15**

### **ANÁLISIS DE VARIANZA PARA SABOR ÁCIDO**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Sec</b>	<b>SC Ajust</b>	<b>CM Ajust</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Juez	13	10,0	10,00	0,77	1,39	0,231
Tratamiento	2	0,9	0,90	0,45	0,82	0,454
Error	26	14,4	14,43	0,5549		
Total	41	25,3				

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

Con un valor P de 0,454 no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{01}$ ), por lo tanto se demuestra que no existen cambios significativos para el atributo sabor ácido entre los tratamientos.

De la misma forma, para la segunda hipótesis con un valor P de 0,231, no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{02}$ :  $J=0$ ), es decir, que no existió diferencia significativa entre los resultados de los jueces.

### Sabor Amargo

Análisis de varianza para Sabor Ácido, se utilizó SC ajustada para pruebas. Ver tabla 16.

**TABLA 16**

### **ANÁLISIS DE VARIANZA PARA SABOR AMARGO**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Sec</b>	<b>SC Ajust</b>	<b>CM Ajust</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Juez	13	11,7	11,74	0,90	1,34	0,252
Tratamiento	2	3,2	3,19	1,60	2,37	0,113
Error	26	17,5	17,48	0,6722		
Total	41	32,4				

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

Con un valor P de 0,113 no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{01}$ ), por lo tanto se demuestra que no existen cambios significativos para el atributo sabor amargo entre los tratamientos.

De la misma forma, para la segunda hipótesis con un valor P de 0,252, no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{02}$ :  $J=0$ ), es decir, que no existió diferencia significativa entre los resultados de los jueces.

#### Sabor Floral/Frutal

Análisis de varianza para Sabor Floral/Frutal, se utilizó SC ajustada para pruebas. Ver tabla 17.

**TABLA 17**

#### **ANÁLISIS DE VARIANZA PARA SABOR FLORAL/FRUTAL**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Sec</b>	<b>SC Ajust</b>	<b>CM Ajust</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Juez	13	8,3	8,31	0,64	0,82	0,639
Tratamiento	2	0,3	0,33	0,17	0,21	0,809
Error	26	20,3	20,33	0,7821		
Total	41	29,0				

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

Con un valor P de 0,809 no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{01}$ ), por lo tanto se demuestra que no existen cambios significativos para el atributo sabor floral/frutal entre los tratamientos.

De la misma forma, para la segunda hipótesis con un valor P de 0,639, no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{02}$ :  $J=0$ ), es decir, que no existió diferencia significativa entre los resultados de los jueces.

### Finura

Análisis de varianza para Finura, se utilizó SC ajustada para pruebas. Ver tabla 18.

**TABLA 18**

**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA FINURA**

Fuente	GL	SC Sec	SC Ajust	CM Ajust	F	P
Juez	13	12,3	12,31	0,95	2,32	0,303
Tratamiento	2	2,0	2,05	1,02	2,51	0,101
Error	26	10,6	10,62	0,4084		
Total	41	25,0				

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

Con un valor P de 0,101 no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{01}$ ), por lo tanto se demuestra que no existen cambios significativos para el atributo sabor floral/frutal entre los tratamientos.

De la misma forma, para la segunda hipótesis con un valor P de 0,303, no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{02}$ :  $J=0$ ), es decir, que no existió diferencia significativa entre los resultados de los jueces.

#### Astringencia

Análisis de varianza para Astringencia, se utilizó SC ajustada para pruebas. Ver tabla 19.

**TABLA 19**

#### **ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ASTRINGENCIA**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Sec</b>	<b>SC Ajust</b>	<b>CM Ajust</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Juez	13	7,8	7,81	0,60	0,85	0,607
Tratamiento	2	1,0	1,00	0,50	0,71	0,501
Error	26	18,3	18,33	0,7051		
Total	41	27,1				

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

Con un valor P de 0,501 no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{01}$ ), por lo tanto se demuestra que no existen cambios significativos para el atributo astringencia entre los tratamientos.

De la misma forma, para la segunda hipótesis con un valor P de 0,607, no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{02}$ :  $J=0$ ), es decir, que no existió diferencia significativa entre los resultados de los jueces.

#### Residual General

Análisis de varianza para Astringencia, se utilizó SC ajustada para pruebas. Ver tabla 20.

**TABLA 20**

#### **ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RESIDUAL GENERAL**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Sec</b>	<b>SC Ajust</b>	<b>CM Ajust</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Juez	13	3,0	2,98	0,23	0,66	0,777
Tratamiento	2	1,7	1,71	0,86	2,49	0,103
Error	26	9,0	8,95	0,3443		
Total	41	13,6				

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

Con un valor P de 0,103 no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{01}$ ), por lo tanto se demuestra que no existen cambios significativos para el atributo residual general entre los tratamientos.

### Nivel de Preferencia

Análisis de varianza para Nivel de Preferencia, se utilizó SC ajustada para pruebas. Ver tabla 21.

**TABLA 21**

### **ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NIVEL DE PREFERENCIA**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Sec</b>	<b>SC Ajust</b>	<b>CM Ajust</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Juez	13	7,2	7,24	0,56	1,20	0,332
Tratamiento	2	85,3	85,29	42,64	92,03	0,00
Error	26	12,0	12,05	0,4634		
Total	41	104,6				

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

Con un valor P de 0,00 se puede decir que existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_{01}$ ), por lo tanto se favorece la hipótesis alterna ( $H_{i1}$ ) que demuestra que al menos un tratamiento es significativamente diferente en el nivel de preferencia.

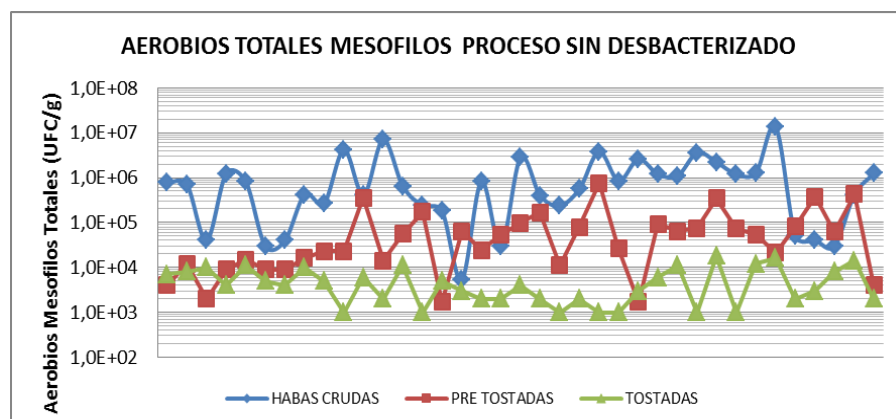


### **3.5 Análisis microbiológicos del licor obtenido en los diferentes prototipos**

Para ambos procesos térmicos (tostado y desbacterizado) se realizaron análisis microbiológicos para validar la efectividad del tratamiento térmico y así garantizar la calidad microbiológica del licor, pero tomando en consideración que este no afecte el perfil sensorial, enfocándose en los atributos de sabor y aroma.

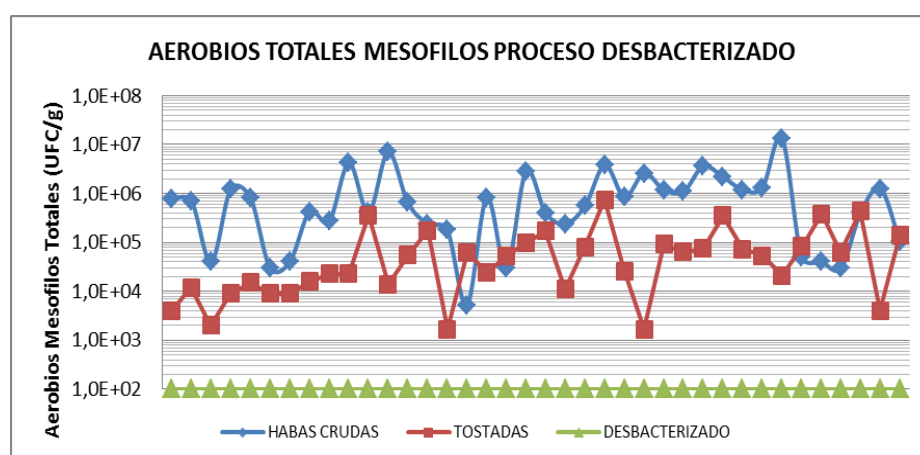
Las bacterias termófilas, en estado vegetativo o esporas, son especialmente resistentes a los tratamientos térmicos. Por lo cual se ha estudiado el efecto desbacterización, específicamente para las bacterias termófilas en las habas de cacao.

El efecto del tratamiento térmico sobre la carga microbiana se determinó por el análisis de tendencias en las diferentes fases del proceso, a través de métodos analíticos de recuento en placa, gérmenes mesófilos. Los datos recolectados se muestran a continuación en las figuras 3.2 y 3.3.



**FIGURA 3.2 ANÁLISIS DE TENDENCIAS DE AEROBIOS MESOFILOS TOTALES EN PROCESO SIN DESBACTERIZACIÓN**

En la Figura 3.2, se puede apreciar que existen cargas iniciales en habas de cacao crudas de hasta  $1,0 \times 10^7$  UFC/g. Con los procesos de pre tostado y tostado final del nib (núcleo), se alcanzan cargas microbiológicas de  $1,0 \times 10^3$  UFC/g en aerobios, en los mejores escenarios, no siendo del todo constantes.



**FIGURA 3.3 ANÁLISIS DE TENDENCIAS DE AEROBIOS MESOFILOS TOTALES EN PROCESO DESBACTERIZADO**

En cambio para un proceso de desbacterizado, ilustrado a través de las tendencias en la figura 3.3, se puede apreciar que partiendo de cargas iniciales similares de aerobios mesófilos en habas de cacao crudas de hasta  $1.0 \times 10^7$  ufc/g, sometidas posteriormente a un proceso de tostación en habas y finalmente de desbacterizado, se alcanza a obtener cargas constantes de  $1.0 \times 10^2$  ufc/g., asegurando el cumplimiento de los estándares locales e internacionales (RM, 2003) (Covenin, 1998), para la exportación para este semielaborado del cacao a nivel mundial.

# CAPÍTULO 4

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1. Formulación para el mejor tratamiento de desbacterizado

El mejor tratamiento de desbacterización será aquel que incrementó o generó diferencias significativas positivas en los atributos sensoriales y resultados microbiológicos, a través de la validación de cada proceso de desbacterizado, sometiendo las habas de cacao a diferentes condiciones de proceso operacionales, tales como, reducción de presión de vapor e incremento de tiempo de retención en el reactor.

Los diferentes tratamientos fueron basados en las recomendaciones dadas por el fabricante, Bühler, para un adecuado proceso de desgerminación o reducción de aerobios mesófilos totales sin alterar el perfil sensorial, resaltadas en la figura 1.2. (Heinz, 2011)

Luego de las evaluaciones realizadas para cada proceso de desbacterización, se pudo evidenciar que el mejor tratamiento de desbacterizado se obtuvo mediante una reducción de presión de vapor de 5,2 bares a 3,5 bares y aumentando la retención de habas de cacao dentro del reactor, de 1 a 3 segundos, condiciones anteriormente resaltadas en la figura 2.2.

#### **4.2. Perfilamiento de cada prototipo**

Una vez definidos y ponderados los atributos claves del perfil de licor de cacao, se procedió a armar el perfil sensorial de cada prototipo, con los promedios obtenidos de la recopilación de los datos.

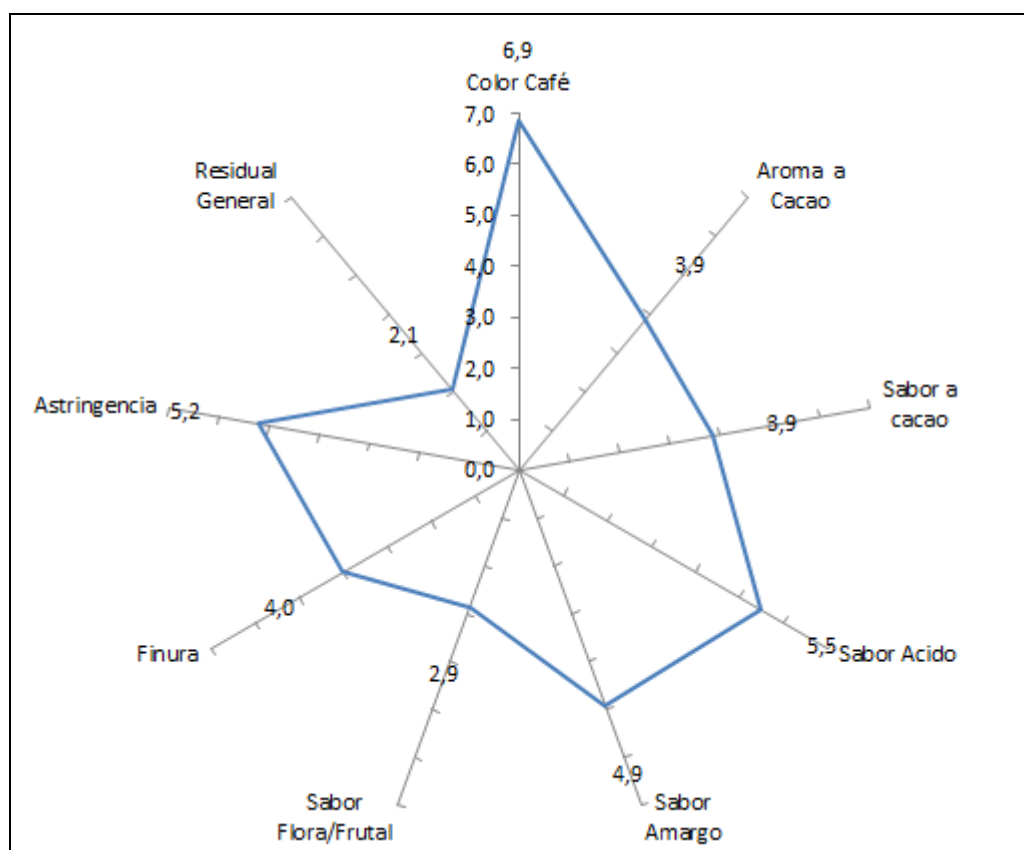
Cada muestra fue rotulada con una codificación de tres dígitos tomada al azar. Para el Blanco, se considera como el tratamiento sin Desbacterización, CDB1 como licor desbacterizado a 5.2 bar y CDB2 corresponde con cambios en el proceso de desbacterización a 3.5 bar.

Obteniendo así los siguientes resultados:

**TABLA 22**  
**PERFIL DESCRIPTIVO (MONADICO) BLANCO - LICOR DE CACAO SIN**  
**DESBACTERIZAR**

TASTER	Color Café	Aroma a Cacao	Sabor a cacao	Sabor Acido	Sabor Amargo	Sabor Flora/Frutal	Finura	Astringencia	Residual General
<b>PROM</b>	6,9	3,9	3,9	5,5	4,9	2,9	4,0	5,2	2,1
<b>DST Menor o = 1 : OK</b>	0,36	0,95	0,53	0,76	0,83	0,86	0,78	0,70	0,62

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

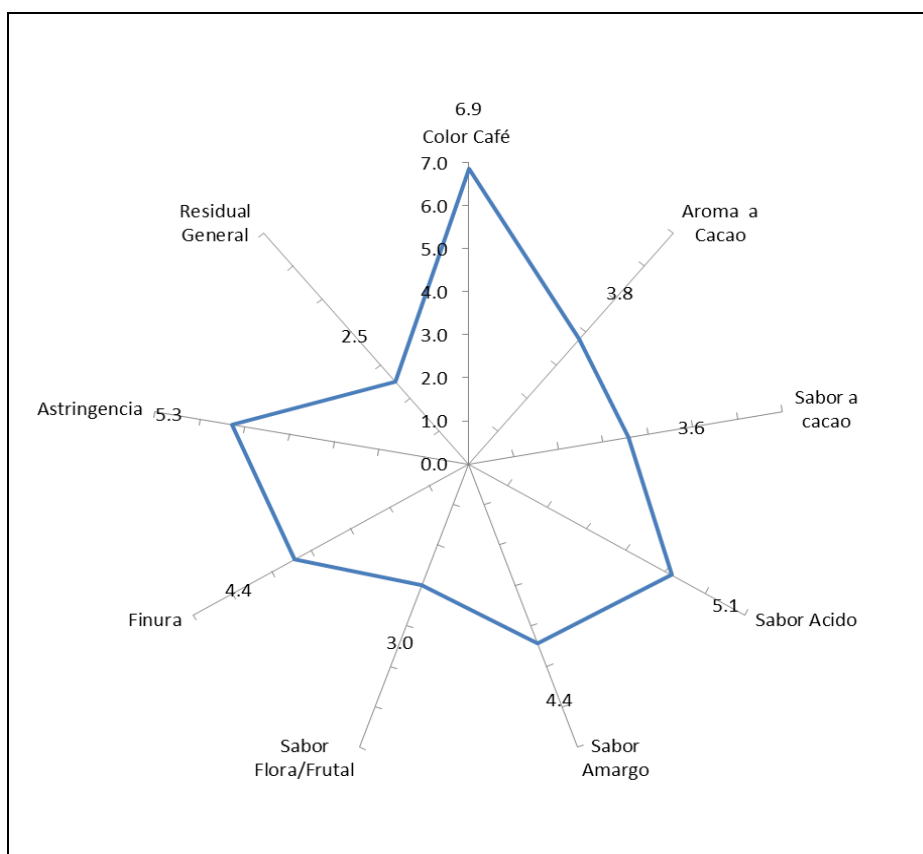


**FIGURA 4.1 PERFIL DESCRIPTIVO (MONADICO) BLANCO- LICOR DE**  
**CACAO SIN DESBACTERIZAR**

**TABLA 23**  
**PERFIL DESCRIPTIVO (MONADICO) MUESTRA CDB1 – LICOR DE**  
**CACAO DESBACTERIZADO**

TASTER	Color Café	Aroma a Cacao	Sabor a cacao	Sabor Acido	Sabor Amargo	Sabor Flora/Frutal	Finura	Astringencia	Residual General	Liking Test
<b>PROM</b>	6.9	3.8	3.6	5.1	4.4	3.0	4.4	5.3	2.5	4.5
<b>DST Menor o = 1 : OK</b>	0.53	0.58	0.85	1.03	0.65	0.96	0.94	0.99	0.52	0.52

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

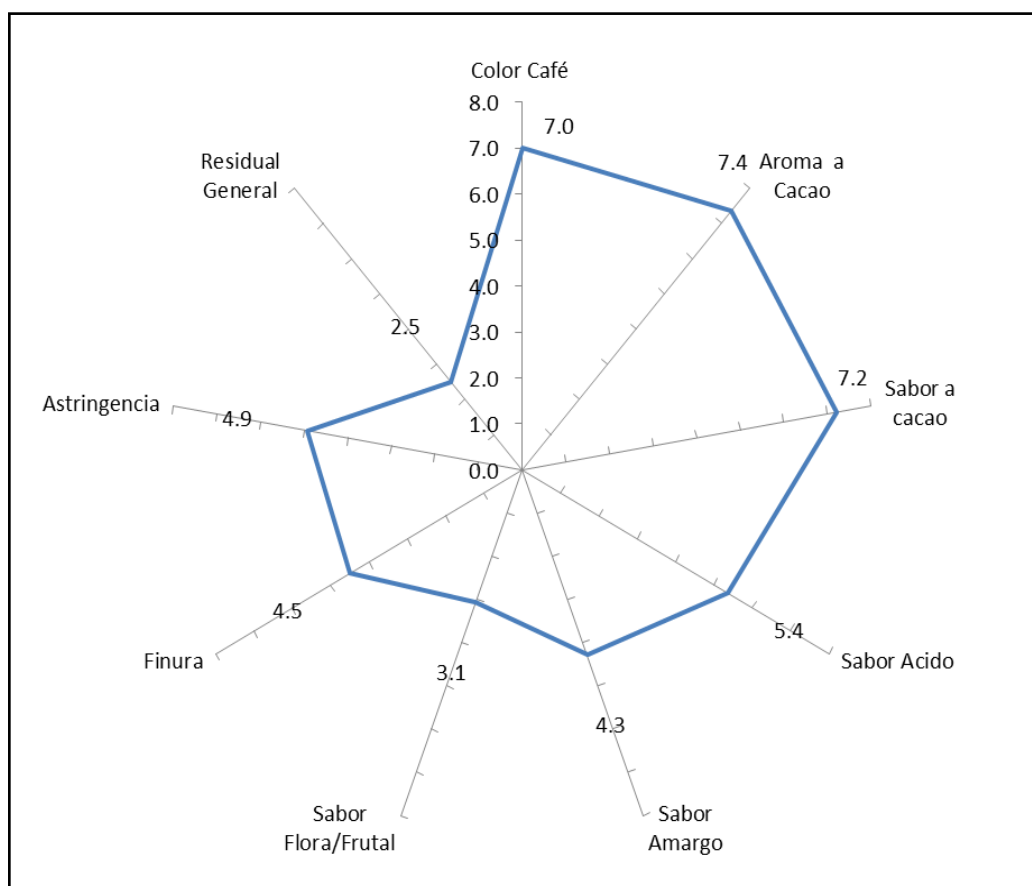


**FIGURA 4.2 PERFIL DESCRIPTIVO (MONADICO) MUESTRA CDB1-**  
**LICOR DE CACAO DESBACTERIZADO**

**TABLA 24**  
**PERFIL DESCRIPTIVO (MONADICO) DE LA MUESTRA CDB2 – LICOR**  
**DE CACAO DESBACTERIZADO**

TASTER	Color Café	Aroma a Cacao	Sabor a cacao	Sabor Acido	Sabor Amargo	Sabor Flora/Frutal	Finura	Astringencia	Residual General	Liking Test
<b>PROM</b>	7.0	7.4	7.2	5.4	4.3	3.1	4.5	4.9	2.5	7.1
<b>DST Menor o = 1 : OK</b>	0.68	0.50	0.43	0.50	1.07	0.73	0.52	0.73	0.52	0.73

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.



**FIGURA 4.3 PERFIL DESCRIPTIVO (MONADICO) MUESTRA**  
**CDB2- LICOR DE CACAO DESBACTERIZADO**



En las gráficas anteriores 4.1, 4.2 y 4.3, se muestra el perfilamiento que detalla cada característica sensorial, sus promedios obtenidos, dados por los jueces en las evaluaciones sensoriales por cada licor de cacao. Los atributos de sabor y aroma tuvieron una mejora significativa.

Se agrupa la información estadística, realizada en la separación de medias con una confianza de 95%. Ver tabla 25.

**TABLA 25**  
**COMPARACIÓN DE RESULTADOS PARA AROMA A CACAO**

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
Blanco, Licor sin Desbacterizar	14	3,9	A
CDB1, Licor Desbacterizado, 5.2 bar	14	3,8	A
CDB2, Licor Desbacterizado, 3.5 bar	14	7,4	B

FUENTE: MINITAB, NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

Las medias que no comparten una letra de agrupación son significativamente diferentes, es decir, que el tratamiento térmico de desbacterizado CBD2 tiene una diferencia con respecto al blanco, licor sin Desbacterizar, y el proceso de desbacterizado CDB1. Esta diferencia se debe a que el aroma a cacao es potenciado al existir

precursores aromáticos activados en la tostación y conservados durante la desbacterización.

Se agrupa la información estadística, realizada en la separación de medias con una confianza de 95%. Ver tabla 26.

**TABLA 26**

**COMPARACIÓN DE RESULTADOS PARA SABOR A CACAO**

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
Blanco, Licor sin Desbacterizar	14	3,9	A
CDB1, Licor Desbacterizado, 5.2 bar	14	3,6	A
CDB2, Licor Desbacterizado, 3.5 bar	14	7,2	B

FUENTE: MINITAB, NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

El tratamiento térmico de desbacterizado CBD2 tiene una diferencia con respecto al blanco, licor sin Desbacterizar, y el tratamiento CDB1. Esta diferencia se debe a que el sabor a cacao es potenciado gracias a la reducción de presión de vapor sobre saturado sobre las habas en el proceso de desbacterización.

Se agrupa la información estadística, realizada en la separación de medias con una confianza de 95%. Ver tabla 27.

TABLA 27

## COMPARACIÓN DE RESULTADOS PARA NIVEL DE PREFERENCIA

Tratamiento	N	Media	Agrupación
Blanco, Licor sin Desbacterizar	14	4,1	A
CDB1, Licor Desbacterizado, 5.2 bar	14	4,5	A
CDB2, Licor Desbacterizado, 3.5 bar	14	7,3	B

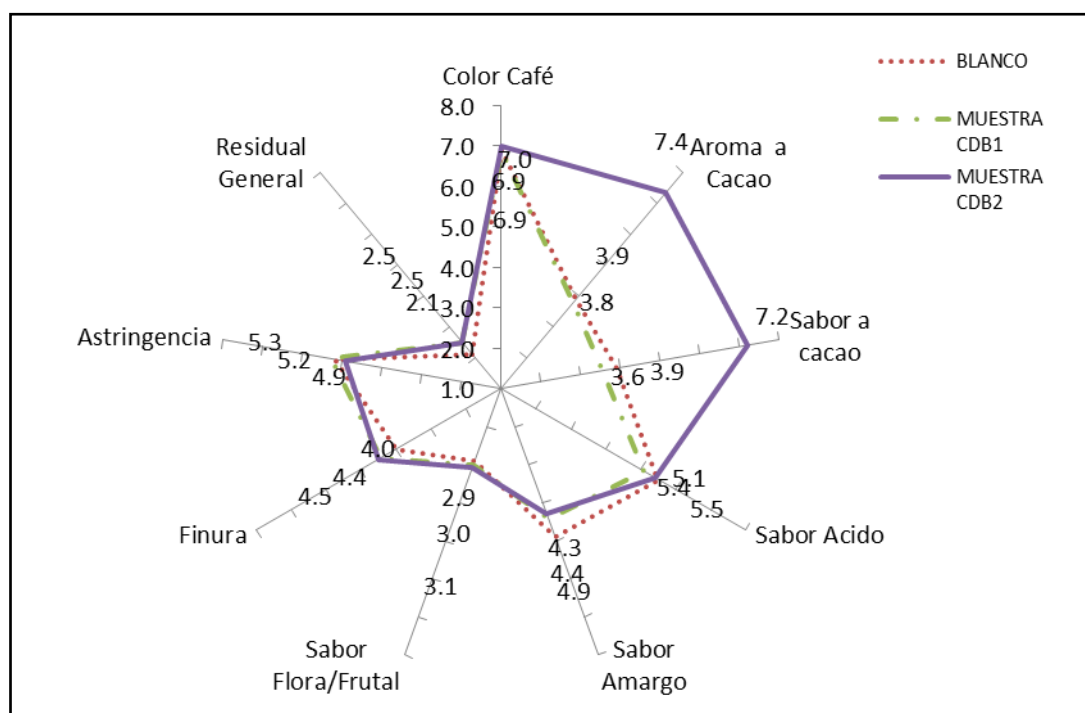
FUENTE: MINITAB, NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

El tratamiento térmico de desbacterizado CBD2 tiene una diferencia con respecto al blanco, licor sin Desbacterizar, y el tratamiento CDB1. El nivel de preferencia, según los jueces se da una vez que el licor de cacao presente la mayor intensidad en aroma y sabor a cacao; manteniendo estables los atributos indeseables o defectos tales como: acidez, amargor y astringencia. Estas características predominantes al momento de calificar un licor, lo hace gustoso al paladar.

#### 4.3. Perfil sensorial del mejor prototipo

Después de los ensayos con los diferentes parámetros de proceso en el tratamiento de desbacterizado, se evidencia que el perfil sensorial de la muestra CDB2, licor desbacterizado a 3,5 bares por 3 segundos, es el que mejor conserva los atributos sensoriales, especialmente en aroma y sabor.

Como se puede observar en la figura 4.4 el perfil de la muestra CDB2 resalta significativamente en los atributos de aroma y sabor con una diferencia de 4 puntos.



FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014

**FIGURA 4.4 RESUMEN DE PERFILES SENSORIALES**

#### 4.4. Relación entre evaluación sensorial y desbacterización

Para validar la correlación entre el tratamiento térmico de desbacterizado y mejora en el perfil sensorial del licor de cacao, se realizaron dos ensayos de desbacterizado con los siguientes parámetros de proceso.

- Retención de las habas de cacao a 5,2 bares por 1s. (Muestra CDB1)
- Retención de las habas de cacao a 3,5 bares por 3s. (Muestra CDB2)

En la cual se evidencia que si existe una mejora en el perfil de la muestra CBD2 en relación al perfil sensorial del licor de cacao que no ha sido desbacterizado, como se puede observar en la tabla 28.

**TABLA 28**  
**RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL A DIFERENTES**  
**PROCESOS TÉRMICOS**

Producto	Color Café	Aroma a Cacao	Sabor a cacao	Sabor Acido	Sabor Amargo	Sabor Floral/Frutal	Finura	Astringencia	Residual General
BLANCO	6.9	3.9	3.9	5.5	4.9	2.9	4.0	5.2	2.1
MUESTRA CDB1	6.9	3.8	3.6	5.1	4.4	3.0	4.4	5.3	2.5
MUESTRA CDB2	7.0	7.4	7.2	5.4	4.3	3.1	4.5	4.9	2.5

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

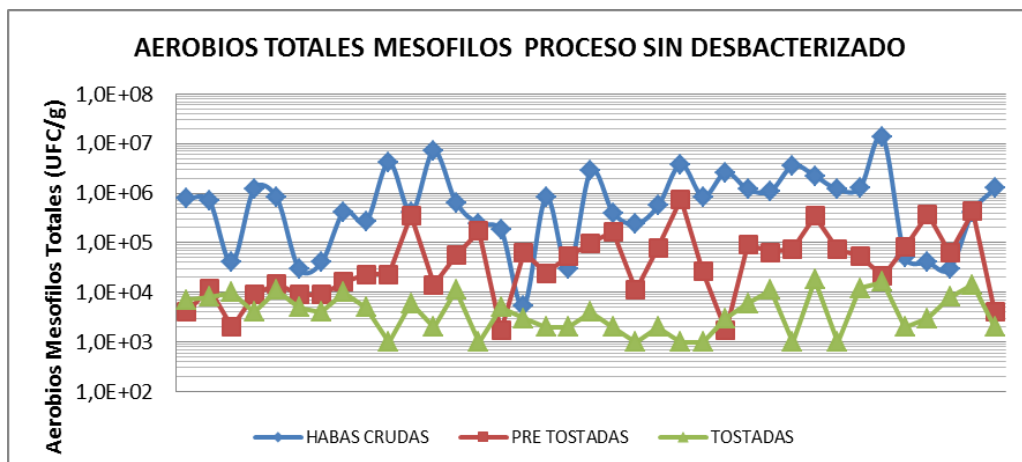
Las características sensoriales negativas o los llamados defectos a considerar fueron la acidez, amargor, astringencia y humo, los cuales se pueden observar en la tabla 31 que descendieron en relación al blanco. Mientras que los demás atributos como sabor y aroma tuvieron un incremento en comparación al licor sin tratamiento térmico desbacterizado.

Esto demuestra a grandes rasgos los objetivos propuestos en que existe un mejoramiento de las características sensoriales del cacao en estudio.

#### **4.5. Relación entre evaluación microbiológica y desbacterización**

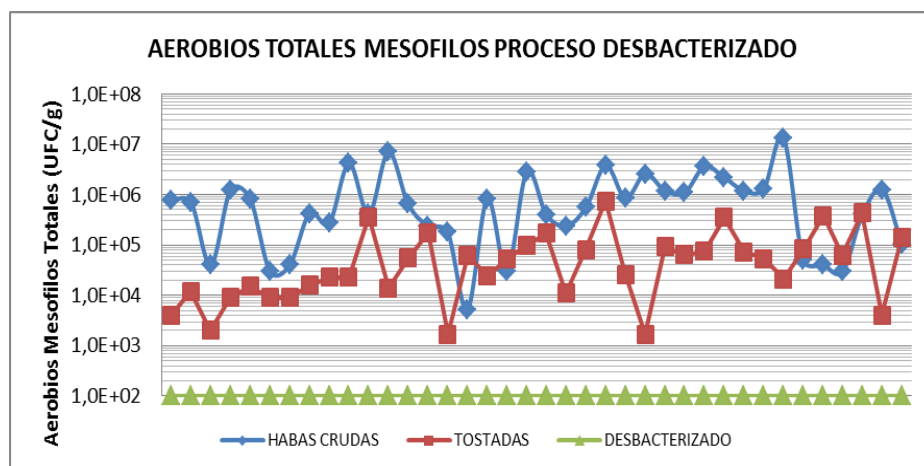
Los procesos térmicos tienen relación directa con la reducción de microorganismos, por lo que se comprobará su relación directa, evaluando los resultados de gérmenes o aerobios totales mesófilos en las habas de cacao crudas y procesos posteriores, hasta la obtención de licor de cacao.

Para obtener un licor de cacao inocuo, se necesita obtener la menor cantidad de aerobios mesófilos totales, determinadas por variables de reducción logarítmica partiendo en cada fase del proceso, tomando como partida su carga microbiana inicial y final, siendo el mejor tratamiento aquel que reduzca y genere consistencia de resultados en el producto final, licor de cacao.



**FIGURA 4.5 RESULTADOS DE AEROBIOS MESOFILOS TOTALES EN PROCESO SIN DESBACTERIZACIÓN**

En la figura 4.5 se puede apreciar que existe una reducción de  $1 \times 10^4$  aproximadamente, sin obtener resultados estables, a través de los procesos de pre tostado y tostado de los nibs, sacrificando características sensoriales debido al incremento de temperaturas durante el proceso de tostado final.



**FIGURA 4.6 RESULTADOS DE AEROBIOS MESOFILOS TOTALES EN PROCESO DESBACTERIZADO**

En la figura 4.6 se puede apreciar que existe una reducción de  $1 \times 10^5$  UFC/g en Aerobios, obteniendo resultados estables luego del proceso de desbacterización, generando una inactivación microbiológica significativa.

Obteniendo resultados satisfactorios, por existir una mayor reducción en ambos prototipos de desbacterizado con diferentes parámetros de proceso. Evidenciando mejora significativa en su calidad microbiológica, con una reducción de hasta  $1 \times 10^5$  UFC/g en Aerobios Totales Mesófilos,  $1 \times 10^1$  más en comparación con el proceso de tostado. Este resultado está ligado directamente al proceso de desbacterización, dado por la inyección y retención de vapor.



# CAPÍTULO 5

## 3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El impacto de la etapa del proceso de desbacterización de habas de cacao posterior a la tostación, mostró mejora significativa en las características sensoriales evaluadas en el licor de cacao.
- Los prototipos CDB1 y CDB2 estudiados, fueron evaluados a diferentes condiciones de proceso, obteniendo esta mejora en el prototipo CDB2 con condiciones de proceso a 3,5 bares por 3s. Los atributos como aroma a cacao y sabor a cacao fueron superiores en los dos prototipos frente al proceso sin desbacterización o blanco.
- Por lo tanto, se puede concluir luego de la evaluación descriptiva de los perfiles, que los atributos sensoriales de aroma y sabor a cacao posterior a la etapa de desbacterizado, fueron potenciados,

Evidenciados en escala hedónica. Dado por una activación del aroma a través de precursores, enzimas pirazinas. A su vez el sabor fue potenciado por el consumo y transformación de hidratos de carbono durante una tostación controlada. Generando un aroma y sabor agradable en el licor de cacao.




- Se concluye que existe un mayor nivel de preferencia por el licor desbacterizado a menor presión de vapor y mayor retención en el reactor (CDB2), demostrado a través de la valoración del licor de cacao a través de jueces entrenados, utilizando test de aceptación. Como resultado del análisis de varianza y comparación de medias, se obtuvo mayor proporción en las respuestas de los jueces tales como “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”.
  
- De la misma forma, se puede concluir que durante la evaluación microbiológica comparativa entre procesos, se obtuvieron mejores resultados al procesar las habas de cacao por un proceso de tostación y desbacterización, que generó una desgerminación efectiva y garantizando una reducción estable de  $1 \times 10^5$  sobre la carga inicial, frente a un proceso únicamente de tostación de habas y nibs.

- Se puede concluir que con un adecuado entrenamiento de los jueces, se obtuvieron datos confiables en las diferentes evaluaciones realizadas a los prototipos de licor, interpretados cualitativa, y posteriormente cuantitativa, demostrado a través del análisis de varianza por atributo y su comparación de medias.
- Se recomienda incluir aleatoriamente muestras o test a ciegas durante evaluaciones sensoriales periódicas de licor de cacao, para medir el desempeño y rendimiento de los jueces entrenados. Y así poder determinar con resultados que los jueces se encuentran calibrados.
- Por lo tanto, es recomendable realizar una calibración anual a los jueces, para poder corroborar que cada evaluación este siendo realizada bajo los parámetros establecidos, buscando el concepto de objetividad (no subjetividad). Y así detectar las más ligeras desviaciones que pudiesen presentar durante la fabricación, lote a lote. Asegurando mantener repetitividad del perfil establecido por clientes y consumidores en el licor de cacao.


# ANEXOS

## Anexo 1 Procedimientos de la degustación

**Antes de la evaluación:**


- Indicar alguna enfermedades o alergia. 
- No fumar un hora antes de la prueba.
- No comer ni tomar algún alimento de sabor fuerte o que tenga un sabor residual persistente una hora antes de la evaluación. Ej. te, ají, café.
- Evitar usar perfumes. 
- Lavarse las manos. 

**En el momento:**

- realizar la evaluación en lugar tranquilo, fuera de distracciones. Apagar lo celulares.
- Evitar realizar la evaluación en horas cercanas al almuerzo. 

**Durante la evaluación:**

- Escuchar cuidadosamente las instrucciones.
- Mantenerse objetivo( no dar criterios por preferencias).
- Evaluación a ciegas (no detallar información acerca de las muestras).
- Evaluar hasta 6 muestras en línea , tomar descansos para evitar fatigas.
- Realizar limpiezas del paladar con agua, oblea o manzana verde, para descartar sabores residuales de la muestra anterior entre cada degustación.
- Cuando se realice un consenso hablar de uno en uno.



## Anexo 2 Glosario sensorial exhaustivo de licores de cacao

	Atributo	Definición
Apariencia	Oscuridad	Oscuridad del color en la superficie del licor.
	Atributo	Definición
Olor	Olor general	Intensidad general de los aromas percibidos por el olfato.

	<b>Atributo</b>	<b>Definición</b>
<b>Sabores básicos</b>	<b>Acido</b>	Sabor básico percibido rápidamente en la lengua y hace salivar. Ejemplo: limon
	<b>Amargo</b>	Sabor básico percibe principalmente en la parte posterior de la lengua y en la garganta. Ejemplo: agua con gas, aspirina.
	<b>Astringente</b>	Sensación de sequedad en la boca. Ejemplo: vino tinto, piel de platano, semillas de uva.

	<b>Atributo</b>	<b>Definición</b>
<b>Otro sabor</b>	<b>Verde</b>	Sabor de frutas crudas o insuficientemente maduras o de cacao en grano poco fermentados.
	<b>Melaza</b>	Sabor de azúcar moreno crudo. Ejemplo: la melaza o azúcar morena sin refinar.
	<b>Asado</b>	Recuerda el olor / sabor de los alimentos tostados. Ejemplo: café tostado.
	<b>Grano de cereal</b>	Sabor de los granos de cereales. Ejemplo: avena, centeno.
	<b>Malta</b>	Sabor de los granos de cereales malteados. Ejemplo: malteada de cacao
	<b>Heno</b>	Recuerda el olor de la hierba seca cortada.

	<b>Atributo</b>	<b>Definición</b>
<b>Sabores</b>	<b>Cocoa</b>	En general el sabor del cacao en grano a granel así cosechados y procesados sin defecto. Referencia: chocolates oscuros hechos con el 65% de licor.
	<b>Picante</b>	Sabor de especias cálidas. Ejemplo: semillas de cilantro, nuez moscada, clavo de olor, la canela
	<b>Frutal</b>	Sabor a frutas maduras o cocidas frescas.ejemplo: Manzana,pera,citricos,frutas tropicales,frutas de hueso y bayas.
	<b>Los frutos secos</b>	Sabor a frutos secos.
	<b>Floral</b>	Sabor de flores o perfumes. Ejemplo: Jasmine
	<b>De Nuez</b>	Sabor de nueces frescas / tostado.ejemplo: almendra,mani,avellana,nuez y coco

	<b>Atributo</b>	<b>Definición</b>
<b>Defectos o sabores desagradables</b>	<b>Quemado</b>	Sabor de granos de cacao asado. Recuerda el olor de quemado durante la cocción.
	<b>Ahumado</b>	Sabor del humo resultante del proceso de secar los granos de cacao cerca de un fuego de leña. Ejemplo: carne ahumada o granos de cacao.
	<b>El exceso fermentado</b>	Sabor de los granos de cacao fermentados. Ejemplo: putrido de verduras o de granos de cacao.
	<b>Terroso</b>	Remanente del sabor de la raíz de la planta, tubérculo, la tierra o madera mojada.
	<b>Química / Medicinal</b>	Remanente del sabor de los medicamentos o el olor de los hospitales. La contaminación o contaminar con productos químicos durante el almacenamiento o transporte. Ejemplo: desinfectantes o disolventes
	<b>Metalico</b>	Referencias del sabor de los alimentos que ha estado en contacto con el metal. Ejemplo: agua que esta contenida en un envase de acero.
	<b>Cartón</b>	Remanente del olor de cartón mojado o el sabor del licor de cacao mantiene en cartón mojado.
	<b>Gasolina</b>	Remanente del olor de los vapores de gasolina.
	<b>Vinagre</b>	Sabor del ácido acético producido a partir de la fermentación de etanol. Ejemplo, vinagre balsamico, un abaja fermentacion de los granos de cacao.
	<b>A levadura</b>	Sabor del extracto de levadura. Ejemplo: levadura de pan.
	<b>Queso</b>	Remanente del sabor de la leche de vaca, leche de oveja, de cabra o de leche quesos. Ejemplo: queso azul
	<b>Rancio</b>	Característica de olor / sabor resultante de la descomposición química de los ácidos grasos. Ejemplo: licor de cacao almacenado en un recipiente abierto durante un largo periodo.

Anexo 3 Recopilación de datos de los perfiles descriptivos para blanco,  
CDB1 y CDB2.

**DATOS DEL PERFIL DESCRIPTIVO (MONADICO) BLANCO- LICOR DE  
CACAO SIN DESBACTERIZAR**

TASTER	Color Café	Aroma a Cacao	Sabor a cacao	Sabor Acido	Sabor Amargo	Sabor Flora/Frutal	Finura	Astringencia	Residual General	Liking Test
1	7	3	3	4	6	2	3	6	2	3
2	6	2	4	6	5	3	5	6	3	4
3	7	5	3	6	4	2	4	5	2	5
4	7	4	4	6	7	3	5	6	2	4
5	7	5	4	6	4	3	3	4	3	5
6	6	5	5	4	5	5	5	4	2	4
7	7	4	4	6	5	4	4	5	2	4
8	7	3	4	5	5	2	4	5	1	5
9	7	3	4	6	4	3	4	5	2	3
10	7	4	4	6	5	2	3	6	3	4
11	7	5	4	6	5	3	4	5	2	5
12	7	4	4	5	5	3	5	5	2	4
13	7	3	3	5	4	3	3	6	2	3
14	7	4	4	6	5	2	4	5	1	4

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.



**DATOS DEL PERFIL DESCRIPTIVO (MONADICO) MUESTRA CDB1-  
LICOR DE CACAO DESBACTERIZADO**

TASTER	Color Café	Aroma a Cacao	Sabor a cacao	Sabor Acido	Sabor Amargo	Sabor Flora/Frutal	Finura	Astringencia	Residual General	Liking Test
1	7	4	3	4	3	4	4	6	3	4
2	6	4	3	6	5	2	5	7	3	5
3	7	4	6	6	4	3	4	6	2	5
4	7	3	3	6	5	2	5	5	3	4
5	6	4	3	6	4	2	3	4	2	5
6	7	3	3	3	4	5	6	5	2	4
7	7	4	4	6	5	4	4	6	2	4
8	7	3	3	4	5	3	4	4	3	5
9	6	5	4	5	4	2	5	5	2	4
10	7	4	4	5	5	4	4	4	3	5
11	7	4	3	6	4	3	6	5	3	5
12	7	4	3	4	5	2	3	5	2	4
13	7	4	4	6	4	3	4	7	2	4
14	8	3	4	5	5	3	5	5	3	5

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

**DATOS DEL PERFIL DESCRIPTIVO (MONADICO) MUESTRA CDB2-  
DEL LICOR DE CACAO DESBACTERIZADO**

TASTER	Color Café	Aroma a Cacao	Sabor a cacao	Sabor Acido	Sabor Amargo	Sabor Flora/Frutal	Finura	Astringencia	Residual General	Liking Test
1	7	8	7	6	4	2	4	5	2	8
2	8	7	7	5	3	4	5	5	2	6
3	7	8	7	5	3	3	4	4	3	7
4	7	7	7	5	5	3	4	6	3	6
5	6	7	8	5	4	3	4	6	3	7
6	8	7	7	6	3	3	4	5	2	8
7	6	7	8	5	5	2	5	4	3	7
8	7	8	7	5	4	4	5	5	2	8
9	7	8	7	5	6	3	5	5	2	7
10	6	7	7	6	5	4	4	6	2	8
11	8	7	7	5	6	2	5	4	3	6
12	7	8	7	5	3	3	5	5	2	7
13	7	7	8	6	4	3	4	4	3	7
14	7	7	7	6	5	4	5	5	3	7

FUENTE: NARVAEZ & CAVEZAS, 2014.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Aguirre, M. (2 de Diciembre de 2005). *"EL CACAO ORGULLOSAMENTE MEXICANO"*. Obtenido de Mexicomaxico:  
<http://www.mexicomaxico.org/dadivas/cacao.htm>
- 2) Anecacao. (2013). *"CACAO CCN 51"*. Obtenido de  
<http://www.anecacao.com/es/cacao-ccn-51/>
- 3) Coe, S., & Coe, M. (1996). *"THE TRUE HISTORY OF CHOCOLATE"*. Thomas y Hudson.
- 4) Covenin. (9 de Diciembre de 1998). COVENIN 1480, segunda revisión. *"LICOR DE CACAO. MASA O PASTA DE CACAO"*. Caracas, Venezuela: Fondonorma.
- 5) Fariñez, A. (13 de Enero de 2008). *"DEL GRANO DE CACAO AL CHOCOLATE"*. Obtenido de <http://www.farinez.com/2008/01/del-grano-de-cacao-al-chocolate.html>
- 6) Fundación Wikimedia, Inc. (14 de Febrero de 2015). *"THEOBROMA CACAO"*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Cacao>
- 7) Fundación Wikimedia, Inc., (27 de Marzo de 2014). *"MASA DEL CACAO"*. Obtenido de Wikipedia la enciclopedia libre:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Masa\\_del\\_cacao#cite\\_note-Science-1](http://es.wikipedia.org/wiki/Masa_del_cacao#cite_note-Science-1)
- 8) McNeil, C. (2007). *"Chocolate in Mesoamerica: A Cultural History of Cacao"*. Gainesville.: University of Florida Press.
- 9) Nestlé. (2013). "COCOA PLAN". *Botánica y ecología del cacao.*, 8.

- 10) Quingaisa, E. (Noviembre de 2007). *ESTUDIO DE CASO: DENOMINACIÓN DE ORIGEN "CACAO ARRIBA"*. Obtenido de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7704E/A7704E.PDF>
- 11) RM. (2003). RM N° 615-2003 SA/DM. "*NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO*".
- 12) Rodríguez, R. (s.f.). *Procesamiento del Cacao*. Obtenido de [http://www.rafaelrodrigueztllez.com.mx/el\\_cacao/procesamiento\\_cacao.htm](http://www.rafaelrodrigueztllez.com.mx/el_cacao/procesamiento_cacao.htm)
- 13) Sanchez, V. (2007). *Caracterización organoléptica del cacao (Theobroma cacao L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial*. Obtenido de [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion\\_organoleptica\\_cacao%20\\_Theobroma%20cacao%20L.\\_seleccion\\_arboles\\_%20perfiles\\_sabor\\_interes\\_comercial.pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion_organoleptica_cacao%20_Theobroma%20cacao%20L._seleccion_arboles_%20perfiles_sabor_interes_comercial.pdf)
- 14) Sancho, J., Bote, E., & De Castro, J. (2002). "*INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS*". Barcelona: Universidad de Barcelona.
- 15) Tandazo, A. (20 de Agosto de 2014). "*EL CACAO ECUATORIANO*". Obtenido de <http://www.surtrek.org/blog/el-cacao-ecuatoriano/>

- 16) Wittig, E. (2001). *Una metodología actual para tecnología de alimentos*. Obtenido de [http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_quimicas\\_y\\_farmaceuticas/wittinge01/index.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/index.html)
- 17) *Industria Alimenticia*. (3 de Agosto de 2012). Obtenido de Granos de molienda de granos descortezados: <http://www.industriaalimenticia.com/articles/86004-el-proceso-de-molienda-de-granos-descortezados>
- 18) AOAC. (1990). "OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE AOAC" (15th Edition ed.). Washington.
- 19) Buhler Barth AG. (1986). "EQUIPO DE CLASIFICACIÓN". *Instrucciones de Servicio*. Neckar, Freiberg, Alemania.
- 20) Buhler Barth AG. (31 de octubre de 2005). "PROCESO DE DEBAC". *Proceso de Desbacterización*. Neckar, Freiberg, Alemania.
- 21) Buhler Barth AG. (2007). "EQUIPO DE DESBACTERIZACIÓN SLSA-2". *Instrucciones de Servicio*. Neckar, Freiberg, Alemania.
- 22) Cabeza, L. (2004). "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN DE CHOCOLATE Y REDISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE INDUSTRIA DE ALIMENTOS LA FRAGANCIA LTDA.". Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

- 23) Heinz, M. (2011). "EL PLACER DEL CHOCOLATE CON POCOS GERMENES". *Productos Alimenticios Especiales*, 1 - 2.
- 24) Humberto, E., Vivas, J., & Romero, A. (Junio de 2000). *FONAIAP DIVULGA*. Obtenido de [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/FonaiapDivulga/fd66/texto/calidadcacao.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd66/texto/calidadcacao.htm)
- 25) Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (02 de marzo de 1995). NTE INEN 177:1995 Segunda Revisión. *CACAO EN GRANO. MUESTREO*. Quito, Ecuador.
- 26) Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (28 de octubre de 2012). NTE INEN 176:2006 Cuarta Revisión. *CACAO EN GRANO. REQUISITOS*. Quito, Ecuador.
- 27) Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias - INIAP. (2006). "*MEMORIA DEL TALLER: CALIDAD FÍSICA Y ORGANOLEPTICA DE CACAO*". Quevedo: INIAP.
- 28) Martínez, S., & Nassar, B. (2013). "*ESTUDIO DE COSTO BENEFICIO DE SECADORES DE CACAO PARA LA COOPERATIVA SAN FERNANDO DE OMOA*". San Pedro Sulua: Universidad Tecnológica Centroamericana.
- 29) Méndez, K., Miranda, E., & Rosales, L. C. (2011). "*MODELO DE EMPRESA PROCESADORA DE CACAO PARA LA OBTENCIÓN DE*

- PRODUCTOS CON MAYOR VALOR AGREGADO*". San Salvador: Universidad de El Salvador.
- 30) Moreno, L., & Sánchez, J. (1989). *"BENEFICIO DEL CACAO"*. Tegucigalpa: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola.
- 31) Navarro, B. (2012). *Calaméo*. Obtenido de "PROCESO PRODUCTIVO DEL CHOCOLATE":  
<http://es.calameo.com/read/0013153363f7dda2cf9fa>
- 32) O'Mahony, M. (1986). *"SENSORY ADAPTATION"*. Washington: Journal of Sensory Studies.
- 33) Radi, C. (2005). *"ESTUDIO SOBRE LOS MERCADOS DE VALOR PARA EL CACAO NACIONAL DE ORIGEN CON CERTIFICACIONES"*. Guayaquil: Iniciativa Biocomercio Sostenible - CORPEI.
- 34) Schmid, P. (2013). *"ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DEL CACAO ECUATORIANO Y PROPUESTA DE INDUSTRIALIZACIÓN LOCAL"*. Quito: Universidad Internacional del Ecuador.
- 35) Viale delle Terme di Caracalla. (1985). *"PREVENCIÓN DE PERDIDAS DE ALIMENTOS POSCOSECHA: MANUAL DE CAPACITACIÓN"*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).